PROJETO AQUALITRANS

Sistema de Gestão e Controlo para a melhoria da eficiência no tratamento e a qualidade ambiental de águas a nível transfronteiriço

EP-INTERREG V A España Portugal (POCTEP)

Atividade 2	Melhoria da eficiência na gestão de ETAR
Ação	Estudo de Potencial
Tarefa	Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião
Código	A 2.3

Dezembro de 2018

Versão 1

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO 5

2 DESCRIÇÃO INICIAL 7

2.1 A EURORREGIÃO GALIZA-NORTE DE PORTUGAL 7

2.2 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS 8

2.3 TIPOS DE ETAR 10

2.3.1 Caraterísticas de uma ETAR Físico-química 11

2.3.2 Caraterísticas de uma ETAR Biológica 14

2.4 INVENTÁRIO DAS INSTALAÇÕES ANALISADAS 19

2.4.1 Estações de tratamento de águas residuais urbanas na Galiza. 19

2.4.2 Estação de tratamento de águas residuais urbanas no Norte de Portugal. 23

2.4.3 Consumo energético das ETAR existentes 24

3 INSTALAÇÕES AUDITADAS 42

3.1 CARATERÍSTICAS DAS INSTALAÇÕES AUDITADAS 44

3.1.1 Tipologia e processos 46

3.1.2 Categoria de funcionamento 47

3.1.3 Consumos energéticos, custos e emissões 50

3.2 METODOLOGIA DO ESTUDO ENERGÉTICO 54

3.3 FATURAÇÃO ENERGÉTICA 55

3.4 EQUIPAMENTOS INSTALADOS E CONSUMOS ENERGÉTICOS 60

3.4.1 Potência instalada 60

3.4.2 Sistemas de iluminação 64

3.4.3 Sistemas de Climatização 64

3.4.4 Bombagem de entrada 65

3.4.5 Pré-tratamento 67

3.4.6 Tratamento primário 68

3.4.7 Tratamento secundário 70

3.4.8 Tratamento terciário 72

3.4.9 Linha de Lamas 74

3.4.10 Total de processos 75

3.4.11 Gestão energética 76

3.5 PERFIL ENERGÉTICO 76

3.5.1 Consumos das instalações auditadas 77

4 MEDIDAS DE MELHORIA APLICADAS E POTENCIAL DE POUPANÇA 88

4.1 MEDIDAS SOBRE FATURAÇÃO ELÉTRICA 91

4.1.1 Otimização da potência contratada 91

4.1.2 Deslocação de atividades para períodos mais económicos 92

4.1.3 Outras medidas analisadas 92

4.2 MEDIDAS SOBRE EQUIPAMENTOS INSTALADOS 93

4.2.1 Uso de tecnologias de iluminação eficientes 93

4.2.2 Monitorização energética em tempo real 94

4.2.3 Substituição de bombas de entrada por bombas mais eficientes 95

4.2.4 Submersão ótima dos rotores de arejamento 96

4.2.5 Controlo avançado do processo de arejamento 97

4.2.6 Regulação do processo de desinfeção UV 99

4.2.7 Limpeza dos difusores e do circuito de arejamento ao reator biológico 100

4.2.8 Substituição dos compressores por tecnologias mais eficientes 102

4.2.9 Instalação de motores mais eficientes 103

4.2.10 Instalação de agitadores mais eficientes _____ 106

4.2.11 Instalação de variadores de frequência nas bombas e motores _____ 107

4.2.12 Substituição dos arejadores de pré-tratamento _____ 109

4.2.13 Outras medidas analisadas _____ 110

4.3 IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS _____ 111

4.3.1 Instalações fotovoltaicas _____ 111

4.3.2 Instalação de turbinas hidráulicas _____ 112

4.4 POTENCIAL DE POUPANÇA NA EURORREGIÃO _____ 113

5 CONCLUSÕES _____ 117

ANEXO. RESULTADOS DE PLANOS DE MELHORIA DAS ETAR

1 INTRODUÇÃO

AQUALITRANS é um projeto de colaboração entre Águas de Galiza, o Instituto Enerxético de Galicia (INEGA), a Fundación Instituto Tecnológico de Galicia, Águas do Município do Porto e o Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI).

A entidade pública empresarial Augas de Galicia participa como beneficiário principal do projeto AQUALITRANS, selecionado dentro da 1ª convocatória do Programa Operativo de Cooperação Transfronteiriça España-Portugal 2014-2020.

AQUALITRANS surge do compromisso das Administrações públicas para a criação de um modelo energético eficiente e sustentável para as ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuais), com o que contribuir para os objetivos gerais de desenvolvimento sustentável e proteção ambiental a que aspiram Espanha e Portugal.

O projeto AQUALITRANS baseia-se na elaboração inicial de um estudo de investigação sobre o consumo energético em diferentes ETAR na Galiza e Norte de Portugal; e no desenvolvimento posterior de um projeto piloto nas ETAR selecionadas para implementar as medidas de otimização energética derivadas do estudo.

Uma ETAR deve ser capaz de enfrentar os desafios impostos pela sociedade em termos de qualidade das águas emitidas, minimização de custos e redução do consumo de energia, com o objetivo final de alcançar a sustentabilidade económica e ambiental e contribuir para uma economia global circular.

Para alcançar este desafio, é necessário ter um conhecimento detalhado dos principais recursos consumidos e os principais resíduos gerados por uma ETAR. E neste momento, há uma necessidade de criar o projeto AQUALITRANS.

O projeto AQUALITRANS trabalha nesta linha de estudo, dando especial atenção à energia consumida pelas ETAR e às emissões derivadas do seu consumo, que representam um dos maiores impactos ambientais destas instalações.

O desenvolvimento do projeto AQUALITRANS permitirá obter uma série de resultados-chave para a melhoria energética das ETAR e, consequentemente, para obter um uso eficiente dos recursos utilizados no processo de tratamento de águas residuais.

O principal objetivo é melhorar a eficiência energética do processo de tratamento de águas residuais em ETAR, garantindo sempre a qualidade da água tratada e conseguindo melhores rendimentos de tratamento, menor consumo energético e emissão de CO_2 e redução de problemas nos processos.

No âmbito deste projeto, serão realizadas as seguintes ações:

- Desenvolvimento de modelos inovadores de gestão e operação de ETAR baseadas na otimização de recursos e no controlo de processos através do uso de TICs.
- Criação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) com as ETAR da região e sua caracterização.
- Promoção da viabilidade económica e ambiental em ETAR mediante o controlo da qualidade da água, a eficiência energética, o uso de energias renováveis e a redução de resíduos e emissões.
- Demonstração do potencial de melhoria nas ETAR da Administração Pública, como efeito impulsionador na região transfronteiriça Galiza-Norte de Portugal.
- Determinação de um roteiro específico para cada tipo de estação de tratamento, o que permitirá a extrapolação dos resultados obtidos para toda a gama de estações de tratamento na área transfronteiriça.

Os principais beneficiários do projeto AQUALITRANS serão os gestores e operadores de ETAR (administrações públicas e empresas privadas) que obterão o conhecimento e as soluções que lhes permitirão melhorar a eficiência da sua gestão.

Juntamente com eles, todos os agentes da cadeia de valor (administração, técnicos, gestores, operadores, fabricantes, projetistas…) ligados aos processos de tratamento de águas residuais poderão também beneficiar do conhecimento obtido.

Da mesma forma, a sociedade como um todo poderá beneficiar de um projeto que permitirá realizar um uso mais eficiente dos recursos naturais num processo de necessidade para a população, como é o tratamento de águas residuais.

2 DESCRIÇÃO INICIAL

2.1 A EURORREGIÃO GALIZA-NORTE DE PORTUGAL

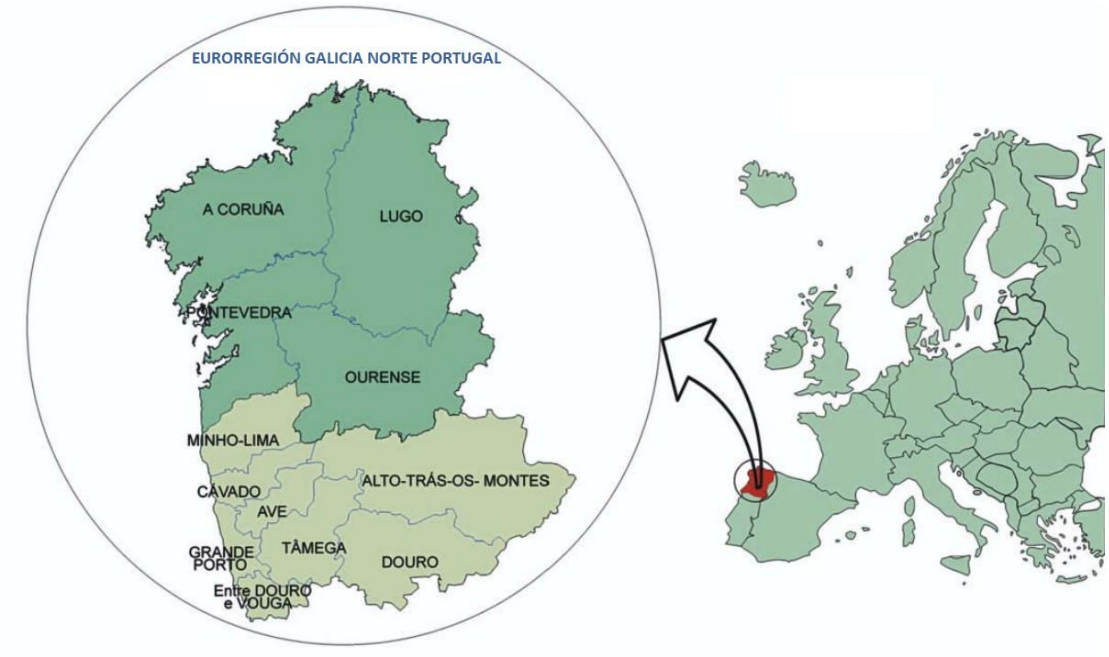
O projeto Aqualitrans desenvolve as suas atividades na Eurorregião Galiza-Norte de Portugal.

Localizada no Noroeste da Península Ibérica, a Eurorregião formada por Galiza e Norte de Portugal *foi criada para aproveitar as semelhanças e complementaridades existentes entre estas duas regiões* e configura-se atualmente como um espaço de forte inter-relação social, económica e cultural. O território constituído pelas duas regiões ocupa uma área total de 50.859 Km^2, dos quais 29.575 correspondem à Galiza e 21.284 ao Norte de Portugal. Envolve as 4 províncias galegas, A Corunha, Lugo, Ourense e Pontevedra, e as áreas portuguesas de Minho-Lima, Cávado, Ave, Grande Porto, Tâmega, Entre Douro e Vouga e Alto-Trás-os-Montes. Tem uma população total de 6,4 milhões de habitantes, o que se traduz numa densidade populacional de 125,8 hab/Km^2.

	Superfície km^2	População hab	Densidade Hab/km^2
Galiza	29.574	2.708.339[1]	91,58
Norte Portugal	21.284	3.689.682[2]	173,35
Eurorregião	50.858	6.398.021	125,80

[1] Instituto Galego Estatística.

[2] Instituto Nacional de Estatística. Estatistics Portugal. Censos 2011



No que diz respeito à dinâmica da atividade e do emprego na Eurorregião, este concentra-se principalmente no setor de serviços (57,1%), na indústria e construção (32,7%) e no setor primário (10,2%) (Dados IGE 2009)

Uma das variáveis que melhor traduz a influência da situação económica na qualidade de vida da população é, sem dúvida, a taxa de desemprego em torno de 11,7% (dados da IGE 2009). Nesta área, ambas as regiões beneficiam de níveis de desemprego menos onerosos que as respetivas médias nacionais.

Deve ser destacado que o tráfico médio diário de veículos pesados e ligeiros por esta zona transfronteiriça representa 49% de todos os intercâmbios existentes ao longo de toda a fronteira entre Espanha e Portugal.

2.2 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

As águas residuais urbanas são geradas como resultado da atividade humana. Eles são compostos principalmente por restos de necessidades fisiológicas (fezes, urina), de preparação de alimentos (óleos, resíduos) e produtos de limpeza e higiene (sabão, detergentes, etc.). Dado o seu elevado potencial contaminante, necessitam ser tratadas

antes de serem devolvidos ao ambiente recetor (rios, mar, etc.) e, assim, salvaguardar o equilíbrio ecológico deste.

As águas residuais são recolhidas através de uma rede de coletores e conduzidas a uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR). Lá, após serem submetidas a diferentes processos, a sua contaminação será reduzida ao máximo e serão devolvidas ao meio recetor nas melhores condições possíveis.

O tratamento não é mais do que transformar a matéria orgânica e outros contaminantes presentes na água residual, em sólidos sedimentáveis ou flutuantes fáceis de separar (lamas). No processo de tratamento são gerados dois efluentes: a água tratada que se verte diretamente no canal; e as lamas, que são o conjunto de sólidos sedimentados na decantação primária (lamas primárias) e o licor misturado em excesso do reator biológico (lamas secundárias).

Dado o elevado teor de água nas lamas (maior que 95%), é necessário tratá-las para reduzir o seu volume facilitar o seu manuseio e posterior transporte. O destino final das lamas pode ser: reutilização agrícola e valorização de materiais e/ou energia. Portanto, em qualquer ETAR, a linha de água pode ser diferenciada da linha de lamas.

Os principais processos que se podem diferenciar numa ETAR são:

Bombagem de entrada	Dependendo da localização da ETAR, pode ser necessário colocar uma bombagem para a entrada das águas residuais.
Pré-tratamento	Processo em que se eliminam os sólidos grandes, areias e gorduras. Dispositivos: tanque de gorduras, separador de materiais grosseiros, e de materiais finos, desarenador-desengordurador
Tratamento primário	Eliminação de sólidos em suspensão (sólidos inertes, matéria orgânica particulada…)
Tratamento secundário	Tratamento biológico que transforma a matéria orgânica

	da água residual em matéria celular, gases, energia e água.
Tratamento terciário	Apenas em ETAR que descarreguem para uma área protegida. Eliminação de nutrientes: minimizar ao máximo a contribuição de nutrientes, pelo que pode ser necessário dosear algum tipo de reagente, a fim de precipitar o fósforo. Desinfeção: reduzir a quantidade de microrganismos patogénicos na água (ultravioleta e dosificação de um desinfetante).
Linha de lamas	Tratamento de subprodutos originados na linha de água. Espessamento, estabilização, desidratação e secagem. Descarga. Usos de lamas tratadas: reutilização agrícola, valorização energética, aterro controlado…

2.3 TIPOS DE ETAR

Os processos que compõem uma ETAR e que determinam a sua tipologia dependem de vários fatores, como o tipo de carga contaminante na água residual (industrial ou urbana), o rendimento requerido para a eliminação de contaminantes, a temporalidade do caudal de entrada, a situação geográfica, a disponibilidade do espaço físico para a sua construção, etc.

Apesar de poderem existir muitas variações, consideram-se duas tipologias principais de tratamento:

- Físico-química, com ou sem processo biológico posterior.
- Biológica, com ou sem eliminação de nutrientes.

Em instalações de tratamento físico-químico, os tratamentos proporcionam rendimentos de tratamento sensivelmente inferiores aos tratamentos biológicos. No caso de águas urbanas, a eliminação de CBO é na ordem dos 35% e a dos materiais sedimentares até aos 90%. A

presença de águas industriais pode reduzir o rendimento da eliminação de CBO até 10%. Nestes casos, os materiais suspensos não sedimentáveis podem ser separados por coagulação, obtendo-se um resultado mais efetivo do que uma simples decantação; a coagulação também elimina certos materiais pesados como os fosfatos, conseguindo uma eliminação de CBO da ordem de 70% e dos materiais em suspensão acima de 90%. Esses tratamentos têm uma economia de investimento inicial e do espaço para a sua instalação, porém, possuem elevados custos operacionais, devido principalmente ao uso de produtos químicos e representam um aumento considerável na produção de lamas.

Nas instalações de tratamento biológico obtém-se uma eliminação mais completa da contaminação orgânica devido à ação bacteriana. Nos sistemas mais utilizados, como as lamas ativadas ou filtros percoladores, obtém-se uma redução de CBO entre 90 e 95%.

Em ambas, são gerados resíduos, denominados de lamas, que requerem um tratamento posterior levado a cabo na linha de lamas, antes da sua gestão final.

2.3.1 Caraterísticas de uma ETAR Físico-química

As instalações físico-químicas são aquelas em que o tratamento é realizado por adição de reagentes químicos à água para favorecer a decantação dos sólidos suspensos presentes na água.

Os processos implementados na instalação de tratamento físico-químico para eliminar os contaminantes variam em função dos mesmos. Entre eles encontram-se:

Coagulação-floculação: Se o efluente apresenta contaminantes de natureza coloidal, será necessário um processo de coagulação-floculação. Estas partículas (de tamanho entre 0,001 e 1m) têm uma alta estabilidade em suspensão e é impossível separá-las por flotação, decantação ou filtração. A coagulação consiste na desestabilização dos coloides, neutralizando as suas cargas eletrostáticas, formando um flóculo. Isto é conseguido adicionando um eletrólito (coagulante) à água.

A floculação consiste em fomentar que os flóculos já formados se unam uns aos outros para que adquiram massa crítica suficiente para que decantem num tempo

razoável. Para tal, um agente químico, o floculante, é doseado, o que ajuda a reunir os flóculos individuais formando aglomerados de maior tamanho e peso.

Decantação: A decantação ou sedimentação permite que as partículas que se encontram em suspensão na água se depositem no fundo do recipiente graças à diferença de densidades. Algumas vezes, este processo é utilizado isoladamente, por exemplo, para separar sólidos em suspensão já presentes no efluente, mas é geralmente usado como segunda etapa de um processo de precipitação ou coagulação-floculação, no qual é interessante separar as partículas cuja formação foi forçada no primeiro estágio.

Precipitação: Por meio da precipitação é possível transformar os contaminantes, solúveis, noutras substâncias insolúveis que precipitam. Frequentemente, a reação química que permite a formação de um composto insolúvel, também consegue alterar a natureza do contaminante, reduzindo a sua toxicidade. Através deste processo, contaminantes como cromo hexavalente e outros metais pesados, cianetos, etc. podem ser removidos do efluente.

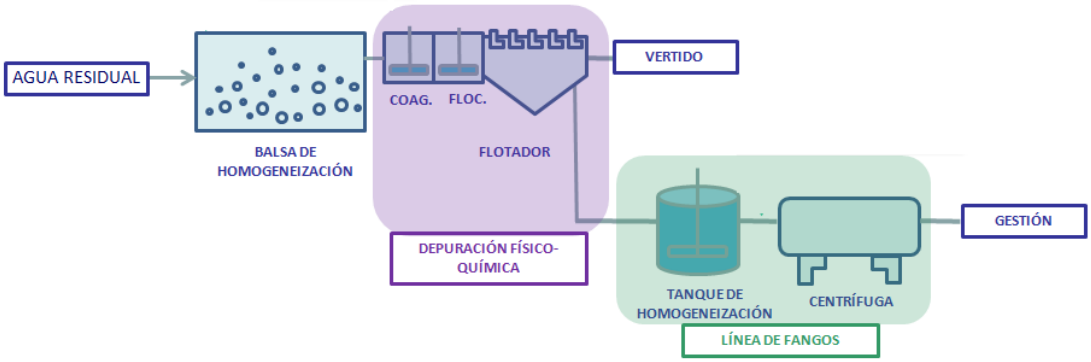
Neutralização: A neutralização consiste em ajustar o pH do efluente. Embora possa ser um processo independente, geralmente é acompanhado de um processo de precipitação. Muitos contaminantes são solúveis em pH ácido ou pH alcalino e em pH neutros mudam de forma e sua solubilidade é notoriamente reduzida.

Adsorção: A adsorção permite que as moléculas contaminantes adiram superficialmente e de forma reversível às partículas de adsorvente. O adsorvente é um material poroso que possui uma grande área superficial específica. O adsorvente comumente utilizado é o carvão ativado, embora haja outros também muito eficazes como os zeólitos, etc. Normalmente, aumentando a temperatura, consegue-se a dessorção do contaminante, descartando o adsorvente regenerado para reutilização. Através deste processo, os contaminantes podem ser eliminados do efluente, como cor, compostos órgano-halogenados, metais pesados, etc.

Filtração: A filtração permite a separação de partículas macroscópicas do efluente. Pode ser realizado por gravidade (filtros de cascalho, areia ou carvão ativado) ou por pressão (filtros de pressão). Dependendo dos fluxos de efluentes a serem tratados e das partículas a serem separadas, a opção mais conveniente varia.

Eletrocoagulação: A eletrocoagulação consiste na desestabilização dos coloides, mas ao invés de ser responsável pela adição de um agente coagulante, é produzida pela ação da corrente elétrica direta de baixa tensão e pela ação dos elétrodos de metálicos de sacrifício, geralmente alumínio/ferro. O custo do tratamento por eletrocoagulação é extremamente baixo, incluindo consumo elétrico, substituição de elétrodos, mão-de-obra, etc.

Oxidação avançada: Os processos químicos de oxidação avançada utilizam reagentes oxidantes para remover contaminantes. Estes reagentes são geralmente ozono, peróxido de hidrogénio, hipoclorito, reativo Fenton, radiação ultravioleta e ozono, e radiação ultravioleta e peróxido de hidrogénio, entre outros. Serão utilizados uns ou outros consoante as caraterísticas do efluente. Os processos de oxidação avançada são ideais quando os poluentes do efluente são compostos orgânicos recalcitrantes, compostos tóxicos ou cor, entre outros.



Esquema de uma ETAR Físico-Química

Fonte: Servyeco

2.3.2 Caraterísticas de uma ETAR Biológica

Em instalações de tratamento biológico, o tratamento ocorre através de processos biológicos. Microrganismos que atuam sobre a matéria orgânica e inorgânica, em suspensão presente na água, transformando-a em sólidos sedimentáveis mais fáceis de separar.

Cada uma das etapas de tratamento de água é cumprida com diferentes sistemas e equipamentos em cada uma das estações, em função de aspetos como a área disponível, a tipologia dos resíduos tratados, a localização geográfica, etc.

De um modo geral, numa ETAR biológica, podem ser distinguidas as seguintes etapas de tratamento:

Pré-tratamento: O pré-tratamento é um conjunto de tratamentos físicos, que separam a contaminação que está a flutuar ou suspensa na água. É realizado para evitar que essas partículas danifiquem equipamentos subsequentes. Distinguem-se entre:

Gradagem: eliminação de elementos insolúveis de um determinado tamanho por meio de uma série de barras. Neste processo são geralmente eliminados ramos, garrafas, trapos, entre outros.

Desarenamento: eliminação de partículas mais pesadas que a água, que não foram retidas no desbaste, especialmente areias, mas também outras substâncias, como cascas, sementes, etc.

Desengorduramento: eliminação de gorduras, óleos, espumas e materiais flutuantes mais leves que a água para evitar interferências nos processos subsequentes.

Tratamento primário, normalmente consistindo numa decantação primária: Nesta fase, a maioria dos sólidos sedimentáveis (que se depositam no fundo) e o material flutuante (permanecem na superfície) são separados, o que não poderia ser eliminado em processos anteriores. Nesta etapa, pode ser utilizado um tratamento físico-químico que atua como um floculante favorecendo a união das partículas e sua remoção.

Tratamento secundário: A água é levada para reatores biológicos onde a matéria orgânica presente será degradada por ação de uma série de microrganismos, denominados lamas biológicas. Existem muitos tipos de tratamento de acordo com as caraterísticas da água tratada.

Os processos biológicos são fundamentais numa estação de tratamento de águas residuais (ETAR) deste tipo. Na linha de água, o tratamento baseia-se na atividade de certos microrganismos para poder realizar uma redução da carga contaminante e, portanto, a limpeza da água residual.

Os microrganismos presentes no reator biológico, onde ocorrerá uma das etapas mais importantes do tratamento, consomem o substrato, ou seja, a contaminação. Como consequência deste consumo, a biomassa presente no referido reator aumentará.

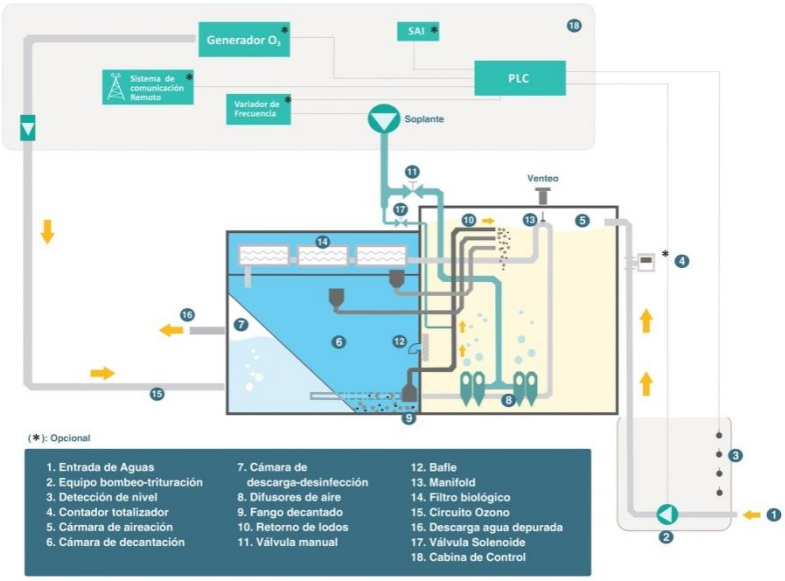
Para tal, devem-se manter as condições controladas que maximizem a vida desses organismos. Neste aspeto, as informações fornecidas pela instrumentação da ETAR são fundamentais.

Os objetivos do tratamento biológico na linha de água de uma ETAR são:

- Transformar ou oxidar os constituintes biodegradáveis presentes na água.
- Capturar e incorporar sólidos suspensos e coloidais não sedimentáveis num flóculo biológico ou biopelícula.
- Transformar ou remover nutrientes inorgânicos como azoto ou fósforo, especialmente em águas de origem agrícola.
- Remover vestígios de constituintes orgânicos e compostos específicos.
- Graças ao conhecimento dos processos biológicos que ocorrem na ETAR, são obtidas reduções de CBO_5 que podem exceder os 90%.

Os processos biológicos podem ser classificados dependendo do poluente a ser eliminado (processos de eliminação de matéria orgânica ou nitrato e fosfato); o potencial redox (processos aeróbicos e anaeróbicos); de acordo com a biomassa (crescimento em suspensão ou cultura por filme fixo). Entre os mais comuns são:

Lamas ativadas: O tratamento por lamas ativadas é um processo do tipo biológico usado para o tratamento convencional de águas residuais, sejam domésticas ou urbanas, e que consiste no desenvolvimento de uma cultura bacteriana dispersa na forma de floco num depósito agitado, arejado e alimentado com o recurso a tratar, que é capaz de metabolizar e transformar os agentes biológicos presentes na água em nutrientes.



Esquema ETAR Lamas ativadas

Fonte: SMA. Soluciones Medioambientales y Aguas SA

A agitação que é realizada durante este processo evita a sedimentação e permite homogeneizar a mistura contendo os flocos bacterianos com a água residual a ser tratada. O arejamento durante o tratamento fornece as concentrações de oxigénio necessárias para a sobrevivência e desenvolvimento de bactérias e dos restantes microrganismos aeróbios presentes, uma vez que estes, com ajuda de nutrientes como azoto, fósforo e oligoelementos, são responsáveis pela realização do processo de tratamento biológico.

Leito móvel: Esta tecnologia, também conhecida como MBBR, é baseada no crescimento de biomassa na forma de biofilme em suportes plásticos que estão em movimento contínuo no reator biológico. Esses suportes são pequenos, mas possuem uma elevada superfície específica por unidade de volume, o que possibilita o

crescimento de maior quantidade de biomassa e maior efetividade que os flocos biológicos dos reatores convencionais. Este tipo de processos pode ser aplicado tanto a estações de tratamento para a biodegradação de matéria orgânica como para estações com eliminação de nutrientes, em águas residuais urbanas e industriais.

Entre as suas vantagens estão:

- Redução do volume do reator biológico usando um suporte plástico que fornece uma superfície específica elevada. Economiza superfície destinada à estação de tratamento.
- Grande estabilidade e rápida resposta a variações de carga. Ideal para a sazonalidade das descargas do setor agroalimentar.
- Processo com alta flexibilidade, pois dependendo da quantidade de carga introduzida no reator, é possível aumentar a capacidade de tratamento do sistema.
- Ao contrário dos processos de lamas ativadas, não necessita de recirculação de lamas para o reator. Isto evita problemas derivados da sedimentação das lamas, tipo bulking filamentoso.
- Processo simples de operação e controlo.
- Fácil adaptação de estações de tratamento com lamas ativadas para este tipo de processo, podendo incrementar notoriamente a capacidade de tratamento.

Decantação secundária: Após a degradação da matéria orgânica, a água passa por um decantador onde a lama biológica do processo anterior será separada da água tratada. Estas lamas irão para a linha de lamas, onde serão tratadas e acondicionadas para utilização posterior ou deposição em aterro. A água é descarregada em rios ou mares ou segue para um tratamento terciário.

Tratamento terciário: São tratamentos destinados a melhorar ou ajustar as caraterísticas da água, a fim de reutilizá-las, especialmente nos casos em que os requisitos de recuperação são elevados, como no caso de ETAR que descarreguem em áreas protegidas. O processo consiste em sanear (eliminar microrganismos) e

adaptar a água para um uso específico. Existem muitos tratamentos, dependendo do uso ou da legislação vigente sobre as caraterísticas do efluente, embora o mais comum seja a desinfeção por UV.

Nos dois tipos de ETAR, as lamas são produzidas durante o processo de tratamento de águas residuais, que vêm de:

- Tratamento primário (*lamas primárias)*
- Tratamento secundário (*lamas em excesso*)

As operações da linha de lamas têm fundamentalmente dois objetivos:

- Reduzir o conteúdo de água e matéria orgânica da lama
- Acondicioná-lo para reutilização e disposição final.

Os principais processos que têm lugar na linha de lamas são:

Espessamento: Alcança um aumento na concentração de lamas removendo a água, reduzindo o volume das mesmas e melhorando o desempenho dos processos subsequentes. O método tradicional é espessamento gravítico. São alcançadas concentrações de saída entre 3% e 5%. Outros sistemas são do tipo mecânico como os espessadores rotativos.

Estabilização: Consiste na eliminação ou destruição acelerada e controlada de uma parte importante da matéria orgânica. Os processos mais usuais são:

- *Digestão Anaeróbia*, na qual a matéria orgânica na ausência de oxigénio é convertida em metano e CO_2 através de fermentação bacteriana. Esta digestão é realizada em grandes tanques cilíndricos nos quais as lamas são introduzidas e são agitadas e misturadas uniformemente por diferentes meios, agitadores de pás, injetores de gás, etc. Este procedimento requer certas condições de temperatura (35ºC), tempo de retenção, (25 dias aprox.), pH, alcalinidade, etc.

- Digestão Aeróbia, na qual se oxidam os materiais biodegradáveis e a massa celular contida nas lamas através da adição de ar.

- Estabilização Química, um processo de estabilização e de redução de patogénicos pela mistura com cal.

Acondicionamento: É uma fase prévia preparatória para uma maior eficácia da desidratação, na qual se rompe a estabilidade dos sólidos das lamas por intermédio de reagentes químicos, o que permite acelerar a perda de água.

Desidratação: processo que visa remover a água da lama até que se transforme em uma massa facilmente manejável e transportável. Os sistemas mais utilizados são filtros de banda e centrífugas que atingem a secagem de 22-25%.

Secagem térmica: Com a secagem térmica, uma grande parte da água pode ser removida por energia térmica, o que não pode ser obtido por elementos mecânicos, atingindo 90% de secagem.

2.4 INVENTÁRIO DAS INSTALAÇÕES ANALISADAS

2.4.1 Estações de tratamento de águas residuais urbanas na Galiza.

A população da Galiza concentra-se principalmente nas áreas costeiras, sendo as áreas das Rias Bajas e a do Golfo Ártabro (áreas metropolitanas de La Coruña e Ferrol) as de maior densidade populacional. Segundo os dados de 2015 do INE, Vigo é o município que conta com maior número de habitantes de toda a Comunidade Autónoma.

Embora a Galiza tenha 313 municípios, o território de cada município é dividido em várias freguesias, que por sua vez podem incluir várias localidades. Por esta razão, a Galiza é caraterizada pela sua alta taxa de dispersão demográfica, o que, juntamente com um elevado número de povoações, significa que 50% das entidades populacionais de Espanha se localizem na Galiza, ocupando apenas 5,8% da superfície total. Assim, estima-se que na Galiza existem um milhão de topónimos e micro-topónimos.

Sem ter em conta a subdivisão dos municípios em freguesias ou localidades, a distribuição da população galega segundo número de habitantes de cada município, seria a seguinte:

DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DA GALIZA		
Tamanho Município (hab)	nº Munic. %	nº habitantes %
<2.000	108	135.417 (5%)
2.000-10.000	149	677.085 (25%)
10.000-50.000	49	920.835 (34%)
>50.000	7	975.002 (36%)
Total Galiza	**313**	**2.708.339**

Como pode ser visto na tabela acima, 36% da população está concentrada nos 7 municípios com mais de 50.000 habitantes e 70% da dita população está localizada nos 56 com mais de 10.000 habitantes. Pelo contrário, nos 108 municípios com menos de 2.000 habitantes, apenas reside 5% da população galega.

Analisando a distribuição da população nas quatro províncias de Galiza, destaca-se o despovoamento das províncias de Lugo e Ourense com 12% da população galega em cada um deles, em comparação com 41% e 35% para A Coruña e Pontevedra respetivamente.

DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO DA GALIZA			
Província	nº Munic.	Nº habitantes %	Nº habitantes/ Munic.
A CORUÑA	93	1.110.419 (41%)	11.940
LUGO	67	325.001 (12%)	4.851
OURENSE	92	325.001 (12%)	3.533
PONTEVEDRA	61	947.919 (35%)	15.540
Total Galiza	**313**	**2.708.339**	**8.653**

Este elevado despovoamento e dispersão da população implica que a população média nos municípios de Lugo seja de 4.851 habitantes e de 3.533 nos de Ourense.

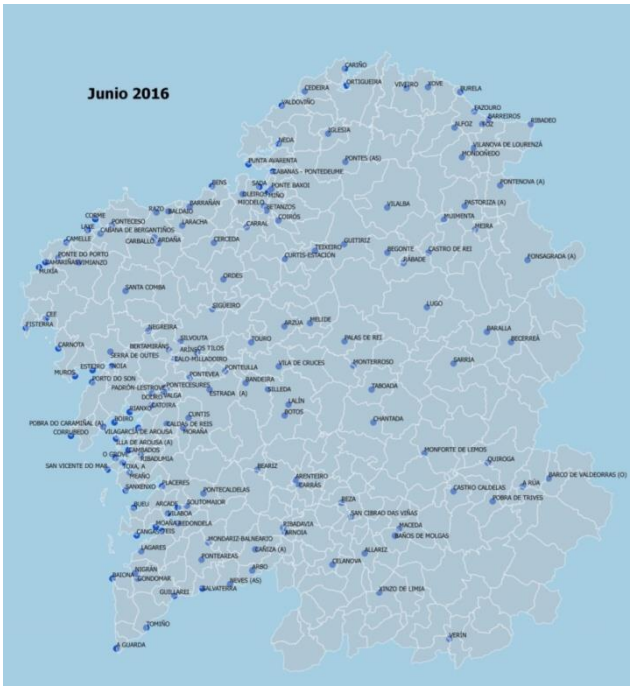
A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

A pequena dimensão dos municípios exige a instalação de um grande número de estações de tratamento de águas residuais urbanas (ETAR) de pequena dimensão:

O termo habitante equivalente é usado para comparar as descargas. É um parâmetro de comparação entre a descarga de uma população e outra. Por vezes, são utilizados os kg de CBO_5 ou CQO / unidade de tempo de uma descarga como valor de comparação. Mas o termo mais usado como um valor padrão é o termo de habitante equivalente. Na verdade, é apenas usado como referência, não há nenhuma contribuição adicional, mas serve de comparação fácil.

Quando se fala de uma população equivalente, é fácil relacioná-lo ou associá-lo a algo real. Enquanto que dizer 6 milhões de gramas de CBO_5 ou 6000 kg de CBO_5 sejam números que não fornecem nenhum valor de correlação, a menos que se esteja acostumado a lidar com esses termos, ao dizer 100.000 habitantes é fácil relacioná-lo com uma população conhecida.

Em junho de 2016, a Galiza tinha 5 ETAR em construção e 155 em operação (apenas considerando instalações de mais de 2.000 m^3/mês), distribuídas conforme refletido nas imagens seguintes:

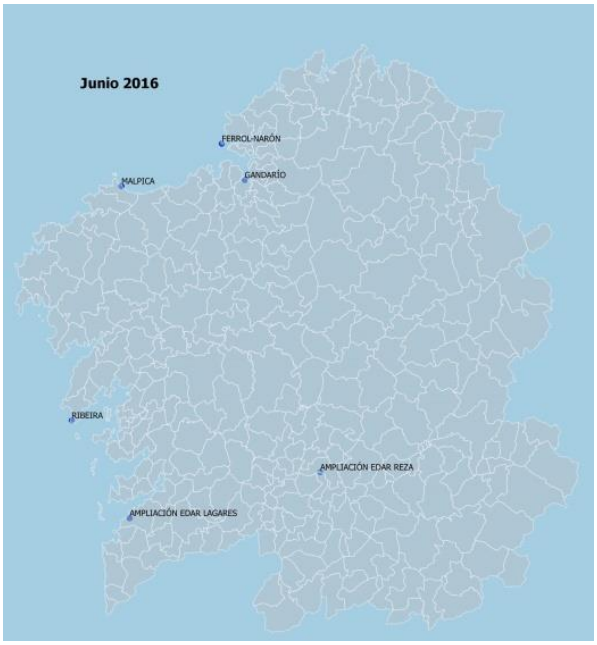


ETAR em funcionamento na Galiza

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Província	Caudal de água tratado		Distribuição das ETAR'S		
	hm^3/ano	%	nº	%	Habitantes equivalentes por ETAR
A CORUÑA	130	(37%)	65	(42%)	22.064
LUGO	45	(13%)	31	(20%)	13.488
OURENSE	26	(8%)	17	(11%)	16.580
PONTEVEDRA	147	(42%)	42	(27%)	33.267
Total Galiza	**348**		**155**		**22.783**

Dos 155, quase metade está situada na província da Corunha, embora seja tratado menos caudal que nas de Pontevedra, devido a que as desta última província sejam, em geral, de maior tamanho.



ETAR em construção

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

2.4.2 Estação de tratamento de águas residuais urbanas no Norte de Portugal.

Dispõe-se de dados de 23 Estações de tratamento situadas na região Norte de Portugal, com as seguintes caraterísticas:

ETAR PORTUGAL NORTE	Início funcionamento	População eq (h.e)	Caudal médio projeto (m^3/dia)	Caudal ponta projeto (m^3/h)	População servida h.e.	Caudal médio tratado (m^3/dia)
Sobreiras	2.003	200.000	54.000	-	145.288	34.573
Freixo	2.000	170.000	35.900	-	171.408	24.189
Barcelos	1.999	133.250	19.000	-	92.394	17.787
Serzedo	2.009	97.196	13.772	987	41.297	7.059
Sousa	2.012	89.913	13.855	1.027	74.313	5.418
Vila Real	2.004	84.321	12.281	512	69.240	6.246
Chaves	2.010	57.748	9.069	622	24.762	7.139
Viana Castelo	2.002	49.703	7.484	771	49.700	2.692
Ponte da Baia	2.014	45.127	5.943	441	23.347	4.183
Esposende	2.015	40.000	6.750	-	29.295	3.307
Penices	2.010	32.404	6.214	355	19.106	2.396
Gelfa	2.004	27.025	5.700	399	12.537	1.997
Mirandela	2.005	26.509	5.422	300	25.149	2.985
Marinhas	2.015	23.000	3.800	-	14.881	1.129
Santo Emilião	2.009	22.684	3.382	276	17.856	2.320
Água Longa	2.009	22.250	3.550	302	13.959	563
Peso da Régua	2.005	21.030	3.074	4.101	21.000	1.692
Lamego	2.004	19.300	4.811	421	11.719	15.122
Caminha	2.004	17.205	3.328	238	8.631	1.188
Cachão	2.012	10.000	349	107	929	181
Mosteiro	2.010	5.679	824	80	3.216	754
Vila Nova Cerveira	2.007	4.282	952	74	3.794	844
Campos Vila Nova Cerveira	2.007	3.794	1.114	108	7.741	998
TOTAL		**1.202.420**	**220.574**	**11.121**	**881.562**	**144.761**

2.4.3 Consumo energético das ETAR existentes

O tratamento de águas residuais é realizado através de uma combinação de tecnologias físicas, químicas e biológicas de tratamento que são aplicadas de acordo com as caraterísticas das águas residuais a tratar e segundo critérios de funcionalidade, custo e eficácia.

Dos custos de operação e manutenção das ETAR, o custo da energia é o mais elevado, já que atualmente mais de 56% dos custos totais de operação e manutenção (Aldabejo e Trapote, 2013).

Nas estações de tratamento de águas residuais, o consumo depende da dimensão da instalação, da carga contaminante que recebe, das tecnologias de tratamento utilizadas e dos limites de descarga, entre outros. Por sua vez, as instalações que eliminam nutrientes no processo de tratamento têm um maior consumo energético.

Apesar das inevitáveis diferenças, a similaridade de processos das diferentes ETAR permite e torna recomendável a elaboração de índices comparativos para avaliar a situação energética dos mesmos.

Dispõe-se de dados significativos de consumo energético anual de um total de 155 ETAR na Galiza e 23 em Portugal.

A variável que deve servir como variável independente (Albadalejo e Santos, 2015), e sobre a qual deve ser realizada a segmentação, é a de habitantes equivalentes, pois inclui, de forma universalmente reconhecida, tanto o caudal a tratar como a carga contaminante de entrada do mesmo. Utilizam-se os dados de h.e. reais e não de projeto, já que na maioria dos casos se observa um certo sobre dimensionamento das ETAR que faz com que o projetado não corresponda às cargas finalmente tratadas.

Na Galiza foram analisadas 155 ETAR, distribuídas por toda a Comunidade Autónoma, com uma população equivalente projetada de 3.545.300 h.e., quase 30% mais que a população regional. As mais antigas começaram a funcionar em 1990 e os mais recentes datam de 2005. Tendo em conta a carga contaminante real tratada, a divisão das ETAR em categorias é:

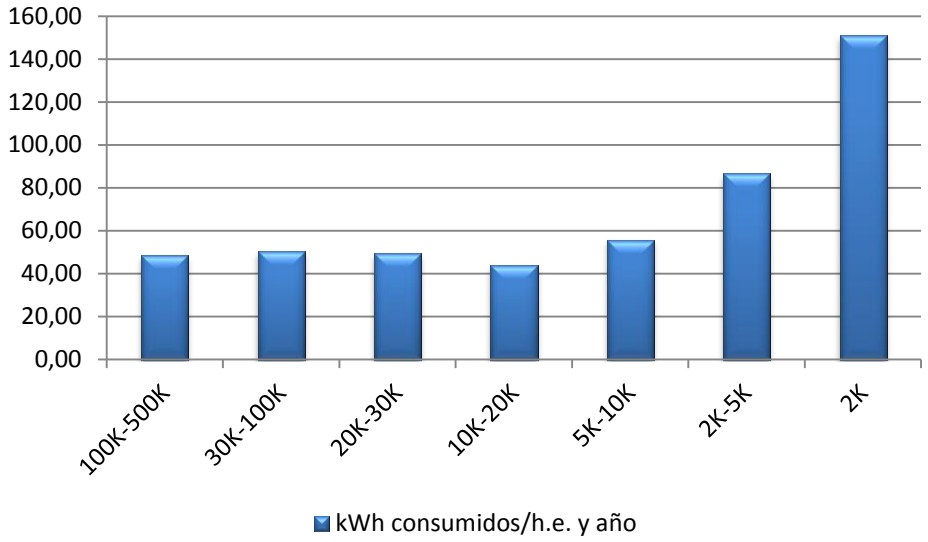
Categoria h.e. Tratado	Nº	%
100K-500K	3	1,94%
30K-100K	6	3,87%
20K-30K	9	5,81%
10K-20K	16	10,32%
5K-10K	26	16,77%
2K-5K	57	36,77%
2K	38	24,52%
Total Galiza	**155**	

Como esperado, a elevada dispersão da população galega traduz-se num grande número de ETAR de pequeno tamanho. Mais de 78% das estações analisadas estão abaixo de 10.000 h.e. reais.

Tomando dados reais de consumo energético e h.e. tratados dos anos 2014-2016, o consumo médio unitário das ETAR analisadas na Galiza variou entre 151,08 e 43,73 kWh/h.e. e ano, sendo as instalações com maior consumo unitário as mais pequenas, isto é, aquelas com uma carga de trabalho inferior a 2.000 h.e.

Categoria h.e. Tratado	kWh consumidos/h.e. e ano
100K-500K	48,46
30K-100K	50,49
20K-30K	49,30
10K-20K	43,73
5K-10K	55,74
2K-5K	86,54
2K	151,08

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.



Rácio kWh/h.e. reais. ETAR Galiza

O maior consumo das estações de tratamento pequenas deve-se ao seu projeto e à sua operação. Em geral, os projetos de uma estação de tratamento baseiam-se em critérios de processo e funcionamento mecânico (robustez). Ou seja, há uma tendência para sobredimensionar as estações, com instalações e equipamentos maiores e de maior potência do que o realmente necessário. Este sobredimensionamento resulta em que os sistemas das ETAR não funcionem nos seus pontos ideais de funcionamento, o que pode desencadear o consumo energético se não existir um bom controlo.

Nas grandes estações de tratamento, embora também exista um certo sobredimensionamento, existe um maior controlo dos sistemas e dispõe-se de métodos para racionalizar o consumo energético, o que explica a sua melhor resposta energética.

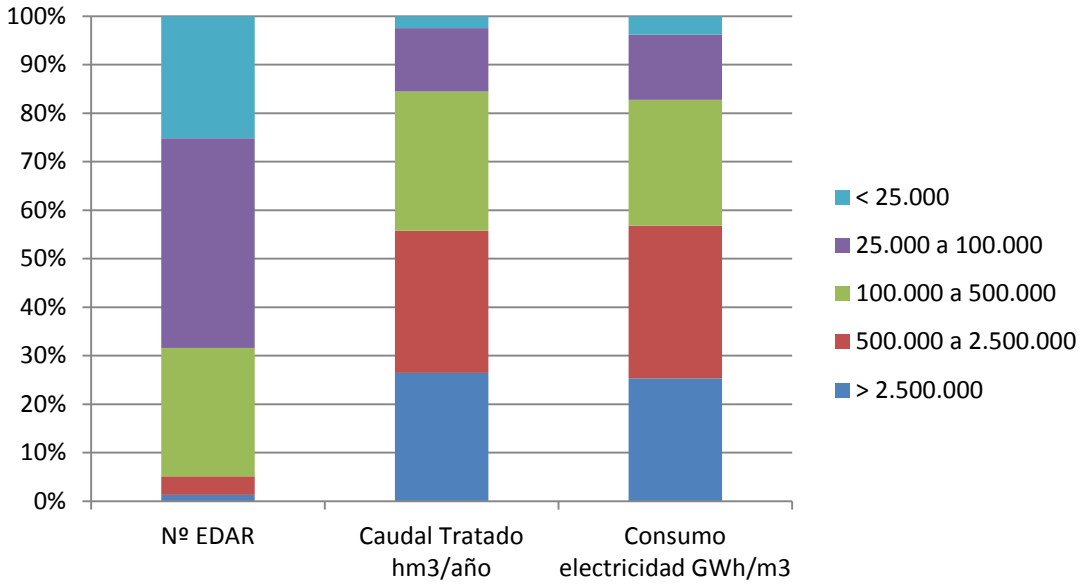
Uma vez segmentada a amostra por habitantes equivalentes, o parâmetro que melhor correlaciona o consumo energético é o kWh/m^3.

Em todas as ETAR analisadas, houve apenas consumo de eletricidade. De acordo com a carga tratada, as principais características das ETAR galegas são as seguintes:

Volume água tratada m^3/mês	Nº	População equivalente h.e.	Caudal tratado hm^3/ano	Consumo eletricidade GWh/ano	Consumo unitário kWh / h.e	Consumo médio KWh/m^3
> 2.500.000	2	1.000.000	91,96	32,55	32,55	0,354
500.000 a 2.500.000	6	874.266	102,20	40,47	46,29	0,396
100.000 a 500.000	41	1.061.753	99,85	33,30	31,36	0,334
25.000 a 100.000	67	492.210	45,33	17,26	35,06	0,381
< 25.000	39	103.145	8,70	4,91	47,56	0,564
Total Galiza	**155**	**3.531.374**	**348,04**	**128,48**	**36,38**	**0,369**

Como já indicado, a elevada dispersão da população galega significa que a maioria das ETAR se concentra na gama de tamanho médio-pequeno (> 100.000m^3 / mês), assumindo 68% das ETAR. No entanto, 84% do caudal é tratado nas maiores ETAR:

Volume água tratada m^3/mês	Nº ETAR	Caudal tratado hm^3/ano	Consumo eletricidade GWh/ano
> 2.500.000	1,3%	26,4%	25,3%
500.000 a 2.500.000	3,9%	29,4%	31,5%
100.000 a 500.000	26,5%	28,7%	25,9%
25.000 a 100.000	43,2%	13,0%	13,4%
< 25.000	25,2%	2,5%	3,8%

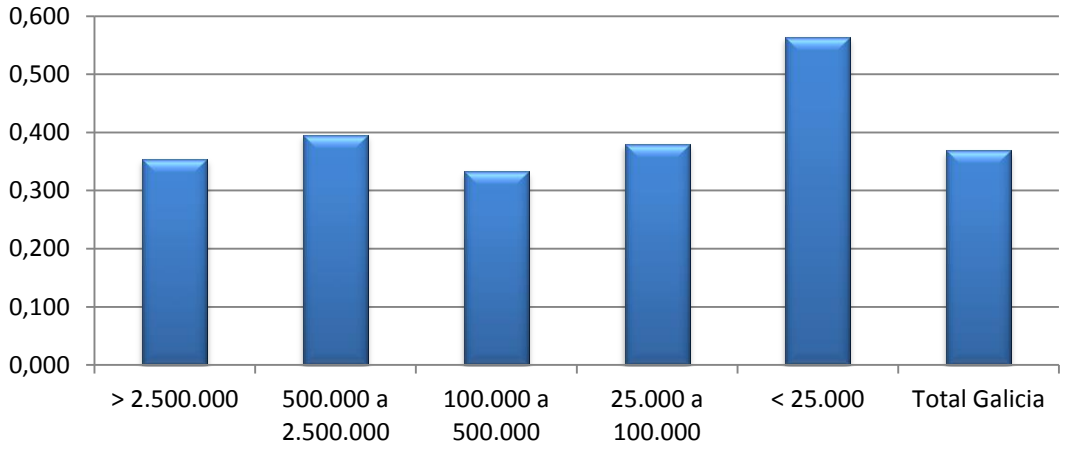


Distribuição das ETAR Galiza, cargas e caudais

Os principais consumos de energia numa ETAR são variáveis e dependem da carga de trabalho recebida. Assim, quanto maior o efluente, mais trabalho para as bombas, maior contaminação, maior funcionamento dos grupos de arejamento, etc. Existem consumo "fixos", independentes da carga de trabalho, como a iluminação da instalação, mas representam uma percentagem mínima do consumo final.

As ETAR analisadas servem 3.531.374 h.e. e consomem 128,48 GWh/ano em eletricidade, o que equivale a emissões atmosféricas de mais de 50.000[3] Tn de CO_2/ano. A maior taxa de consumo ocorre nas ETAR de menor tamanho:

[3] Rácio 390,01 gr CO_2/kWh



Consumo médio ETAR Galiza kWh/m³

Por tipologia, apresentam-se dois tipos de ETAR: Físico-Química e biológica, sendo as segundas mais numerosas, representando praticamente 97% do total.

Volume água tratada m³/mês	nº ETAR analisadas	ETAR Físico-Química	ETAR Biológica
> 2.500.000	2	0	2
500.000 a 2.500.000	6	0	6
100.000 a 500.000	41	0	41
25.000 a 100.000	67	5	62
< 25.000	39	2	37
Total Galiza	155	7	148

As 7 instalações físico-químicas são muito similares, contando com bombagem de entrada, um pré-tratamento, um processo de coagulação-floculação, desinfeção por ultravioleta e um tratamento na linha de lamas composto por espessador e filtro de banda.

No caso das 148 ETAR biológicas, existem diferenças mais pronunciadas nos tratamentos, embora a configuração mais comum seja a ETAR que conta com bombagem de entrada, pré-

tratamento, tratamento secundário por lamas ativadas, eliminação de nutrientes e desinfeção UV e linha de lamas com espessador e centrífuga.

Uma vez revistos os diferentes processos que ocorrem nas ETAR biológicas do estudo, a distribuição dos mesmos é a seguinte:

Etapa	%ETAR
1. Bombagem Água Bruta	52,03%
2. Pré-tratamento	100,00%
3. Tratamento primário	14,19%
4. Tratamento secundário	100,00%
Lamas ativadas	90,54%
Leitos inundados	6,08%
Outros	3,38%
5. Tratamento Avançado	93,92%
Desinfeção UV	56,12%
Outros	43,88%
6. Linha de Lamas	100,00%
Espessador + Centrífuga	54,73%
Espessador + Filtro de banda	40,54%
7. Outros	4,73%

Na região Portugal-Norte analisaram-se 23 ETAR, com uma população equivalente de 1.139.420 h.e., 30% da população total da região. Todas foram construídas entre 1999 e 2015.

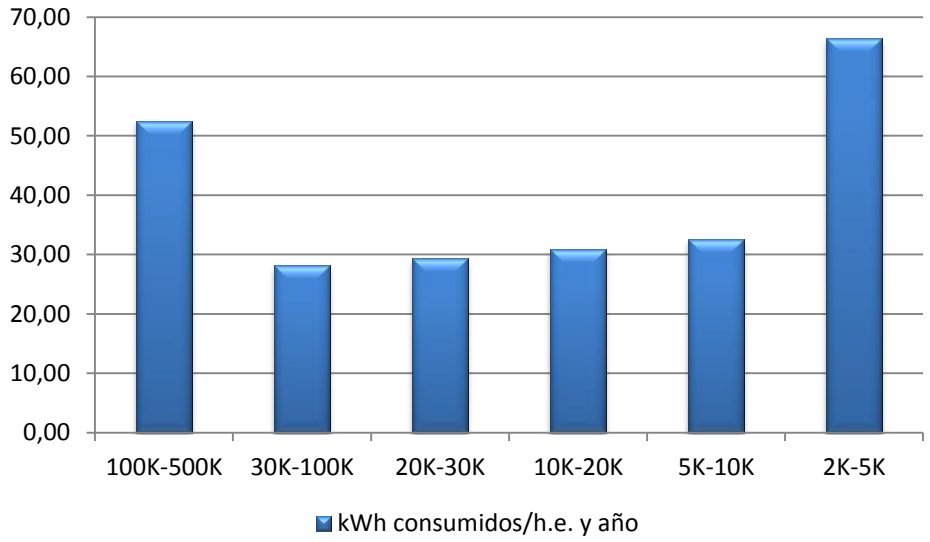
Categoria h.e. Tratado	Nº	%
100K-500K	2	8,70%
30K-100K	8	34,78%
20K-30K	3	13,04%
10K-20K	5	21,74%
5K-10K	2	8,70%
2K-5K	2	8,70%
2K	1	4,35%
Total Portugal-Norte	**23**	

Ao contrário do que sucedia na Galiza, neste caso, as ETAR de tamanho médio-grande têm mais peso, assumindo as que servem populações de mais de 20.000 h.e., 56,52% do total.

Os rácios de consumos por h.e. reais são:

Categoria h.e. Tratado	kWh consumidos/h.e. e ano
100K-500K	52,50
30K-100K	28,20
20K-30K	29,29
10K-20K	30,88
5K-10K	32,57
2K-5K	66,43
2K	570,36

Os rácios de consumo são inferiores aos apresentados pela ETAR galegas, embora ao tratar-se de uma amostra menor são também menos significativos. No caso das ETAR de menor tamanho, o consumo dispara, mas trata-se de uma única ETAR e poderia tratar-se de um resultado anómalo devido a situações pontuais produzidas durante o período de escolha de dados.



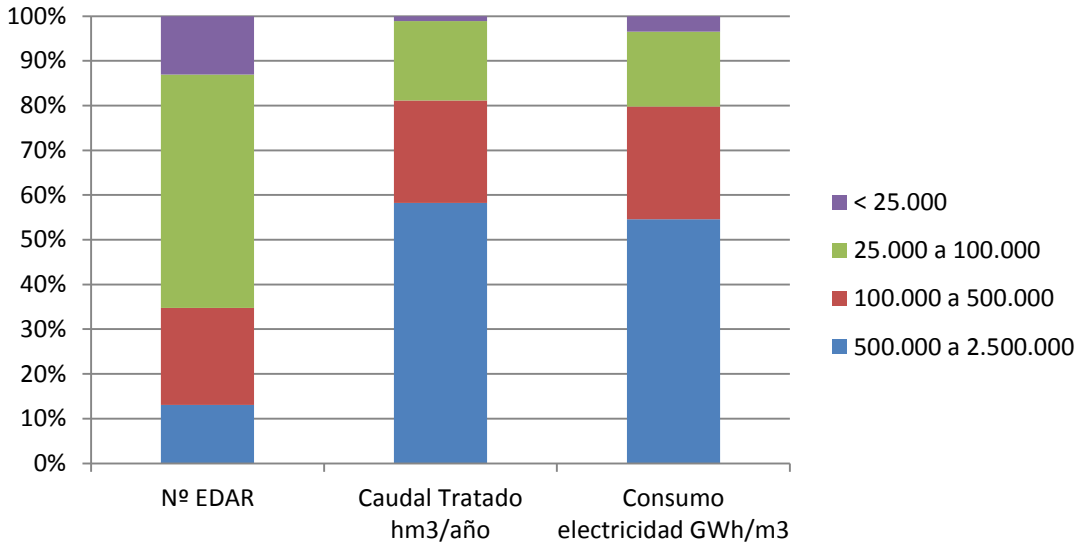
Rácio kWh/h.e. reais. ETAR Norte Portugal

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Em todas as ETAR analisadas, houve apenas consumo de eletricidade. De acordo com a carga tratada, as principais caraterísticas das ETAR portuguesas são as seguintes:

Volume água tratada m^3/mês	Nº	População equivalente h.e.	Caudal tratado hm^3/ano	Consumo eletricidade GWh/ano	Consumo unitário kWh / h.e	Consumo médio KWh/m^3
> 2.500.000	-	-	-	-	-	-
500.000 a 2.500.000	3,00	503.250	27,56	17,43	34,64	0,633
100.000 a 500.000	5,00	374.305	10,82	8,04	21,49	0,744
25.000 a 100.000	12,00	223.936	8,40	5,35	23,89	0,637
< 25.000	3,00	37.929	0,54	1,11	29,21	2,054
Total Portugal-Norte	**23,00**	**1.139.420**	**47,31**	**31,93**	**28,03**	**0,67**

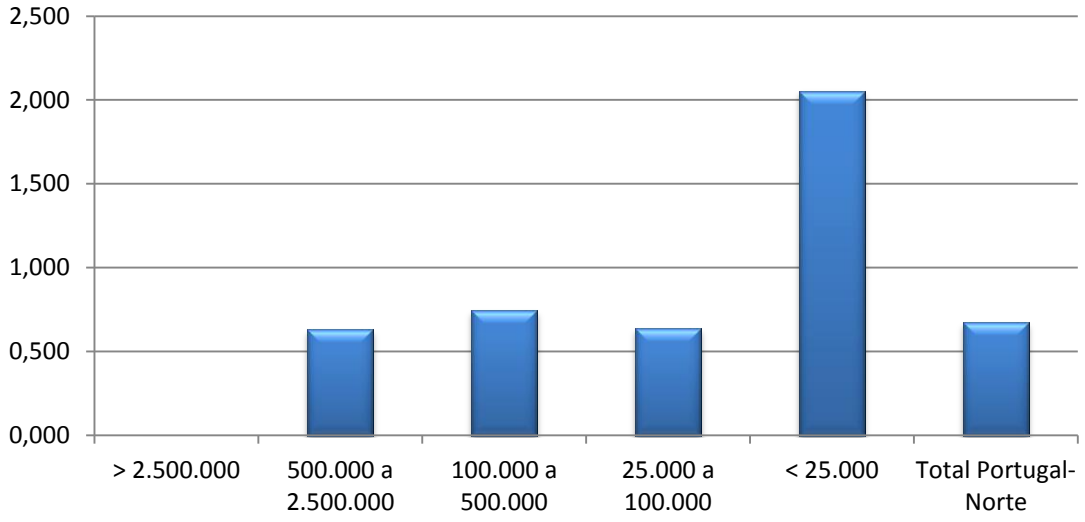
Volume água tratada m^3/mês	Nº ETAR	Caudal tratado hm^3/ano	Consumo eletricidade GWh/ano
> 2.500.000	-	-	-
500.000 a 2.500.000	13,0%	58,2%	54,6%
100.000 a 500.000	21,7%	22,9%	25,2%
25.000 a 100.000	52,2%	17,8%	16,8%
< 25.000	13,0%	1,1%	3,5%



Distribuição de ETAR Norte Portugal, cargas e caudais

As 23 ETAR portuguesas analisadas estão projetadas para servir 1.1139.420 h.e. e consomem cerca de 31,93 GWh/ano de eletricidade, o que equivale a emissões para a atmosfera de mais de 12.454[4] Tn de CO_2/ano. A maior taxa de consumo ocorre nas menores ETAR, embora, como já indicado, os dados de consumo da menor ETAR pareçam excessivos.

[4] Rácio 390,01 gr CO_2/kWh



Consumo médio ETAR Norte Portugal kWh/m³

Todas as ETAR portuguesas analisadas têm tratamento biológico. Uma vez revistos os diferentes processos que ocorrem na ETAR em estudo, a distribuição dos mesmos é a seguinte:

Etapa	%ETAR
1. Bombagem Água Bruta	43,48%
2. Pré-tratamento	100,00%
3. Tratamento primário	34,78%
4. Tratamento secundário	100,00%
Lamas ativadas	82,61%
Outros	17,39%
5. Tratamento Avançado	73,91%
Desinfeção UV	94,12%
Outros	5,88%
6. Linha de Lamas	100,00%
Espessador + Centrífuga	73,91%
Espessador + Filtro de banda	13,04%
7. Outros	13,04%

Ou seja, todas as ETAR estudadas possuem pré-tratamento, tratamento secundário (principalmente por lamas ativadas) e linha de lamas. 43,48% das ETAR dispõem de bombagem de entrada e 34,78% tratamento primário, consistindo principalmente de decantadores primários. 19 das ETAR utilizam lamas ativadas como um sistema de tratamento biológico, e 17 têm tratamento avançado, na maioria dos casos consistindo de um sistema de desinfeção por UV.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

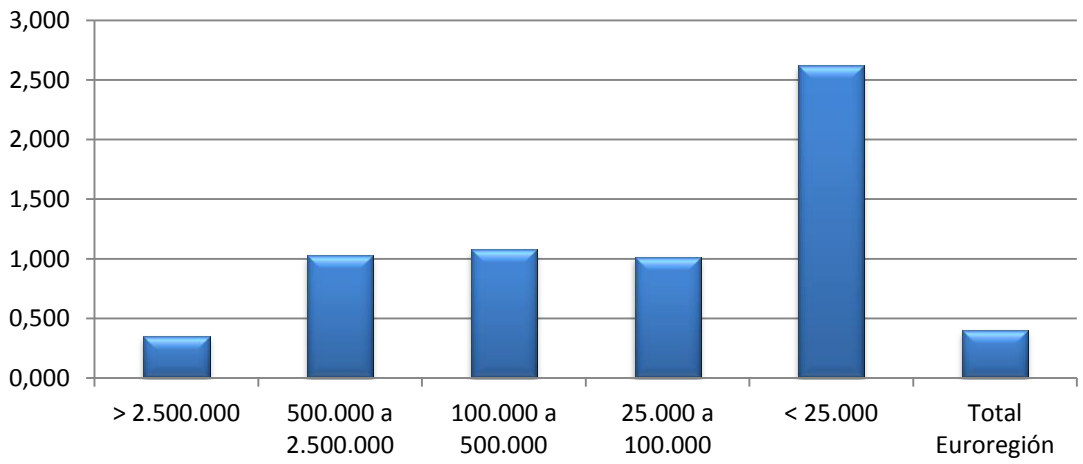
Como já foi indicado, o AQUALITRANS é um projeto transfronteiriço que procura enfrentar o problema do consumo de energia das ETAR de forma conjunta. O tipo de resíduo tratado em cada zona e as tecnologias utilizadas são praticamente as mesmas, o que facilita essa abordagem conjunta.

Se agruparmos os resultados de ambas as zonas (Galiza e Norte de Portugal) chegamos a uma visão geral mais ampla e mais refinada da realidade das ETAR na Eurorregião.

Assim, as principais características da ETAR analisadas são:

Volume água tratada m^3/mês	Nº	População equivalente h.e.	Caudal tratado hm^3/ano	Consumo eletricidade GWh/ano	Consumo unitário kWh / h.e	Consumo médio KWh/m^3
> 2.500.000	2	1.000.000	91,96	32,55	32,55	0,354
500.000 a 2.500.000	9	1.377.516	129,76	57,90	80,93	1,029
100.000 a 500.000	46	1.436.058	110,67	41,34	52,86	1,077
25.000 a 100.000	79	716.146	53,73	22,61	58,95	1,017
< 25.000	42	141.074	9,24	6,01	76,77	2,618
Total Eurorregião	**178**	**4.670.794**	**395,36**	**160,42**	**34,34**	**0,406**

O consumo médio é muito inferior ao produzido nas ETAR mais pequenas, uma vez que têm pouco peso no total dos valores agrupados.



Consumo médio ETAR Eurorregião kWh/m³

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Esta diferença no consumo unitário pode ser devida, como já se indicou, à combinação de dois fatores: por um lado, o sobredimensionamento das ETAR para assegurar a resposta correta em situações de carga de contaminantes muito superiores às normais e à falta de sistemas de controlo otimizados nas ETAR mais pequenas.

Duas tipologias de ETAR são apresentadas: Físico-Química e biológica, sendo a segunda a mais numerosa, representando praticamente 97% do total.

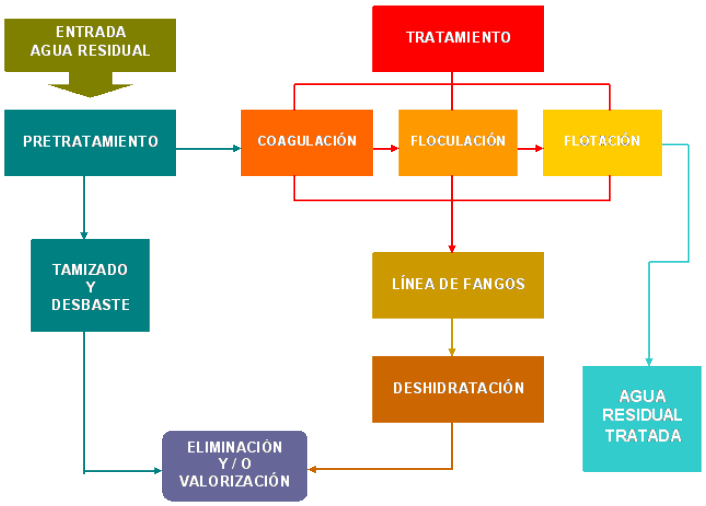
Volume água tratada m^3/mês	nº ETAR analisadas	ETAR Físico-Química	ETAR Biológica
> 2.500.000	2	0	2
500.000 a 2.500.000	9	0	9
100.000 a 500.000	46	0	46
25.000 a 100.000	79	5	74
< 25.000	42	2	40
Total Eurorregião	**178**	**7**	**171**

Principais consumos nas ETAR Físico Químicas

As ETAR Físico-Químicas são geralmente mais pequenas, com um consumo médio de 73,25 kWh / h.e., ligeiramente inferior à média da ETAR de menos de 100.000 h.e.

Nas 7 ETAR analisadas, todos na Galiza, os processos são basicamente os mesmos:

1. Bombagem de entrada
2. Pré-tratamento — Tamisadores Masko Zoll e tanque de homogeneização
3. Tratamento primário — Físico químico
4. Tratamento avançado — Desinfeção UV
5. Linha de Lamas — Espessador e filtro de banda



Esquema tratamento ETAR Físico-Química

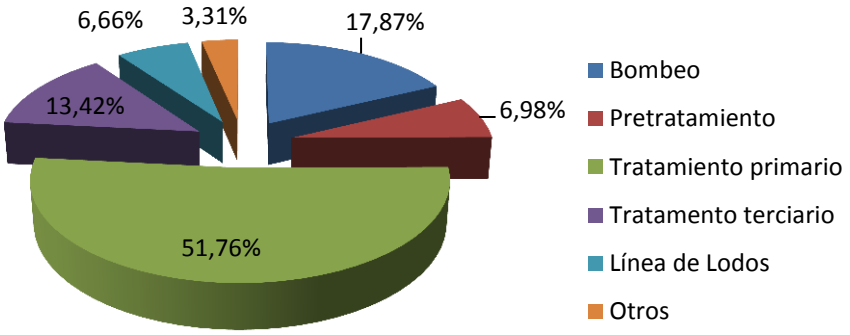
Fonte ETAR Burela

O principal consumo neste tipo de ETAR deve-se às bombas DAC, que são os equipamentos responsáveis pela produção da água supersaturada com ar pressurizado incorporado no tratamento primário, durante o processo de floculação, para facilitar a precipitação dos flocos.

Devido à localização destas ETAR, todas elas têm bombagem entrada para facilitar a entrada de águas residuais no processo. Devido às características dessas bombas e sua operação contínua, este é o segundo maior consumo que ocorre nestas instalações.

Todas estas ETAR também realizam um tratamento terciário que consiste em desinfeção por raios ultravioleta, minimizando a quantidade de microrganismos patogénicos na água. Embora a potência desses equipamentos de desinfeção não seja muito elevada, o seu funcionamento contínuo faz com que seu consumo seja representativo.

Outros consumos a serem considerados neste tipo de ETAR são os derivados do pré-tratamento, no qual as tamisadores rotativos, como a Masko-Zoll, são geralmente usadas para obter uma separação ótima dos sólidos em suspensão de tamanho maior, e a linha de lamas.



Distribuição de consumo por processos em ETAR físico-química

Fonte: Elaboração Própria[5]

Tamisadores Masko-Zoll

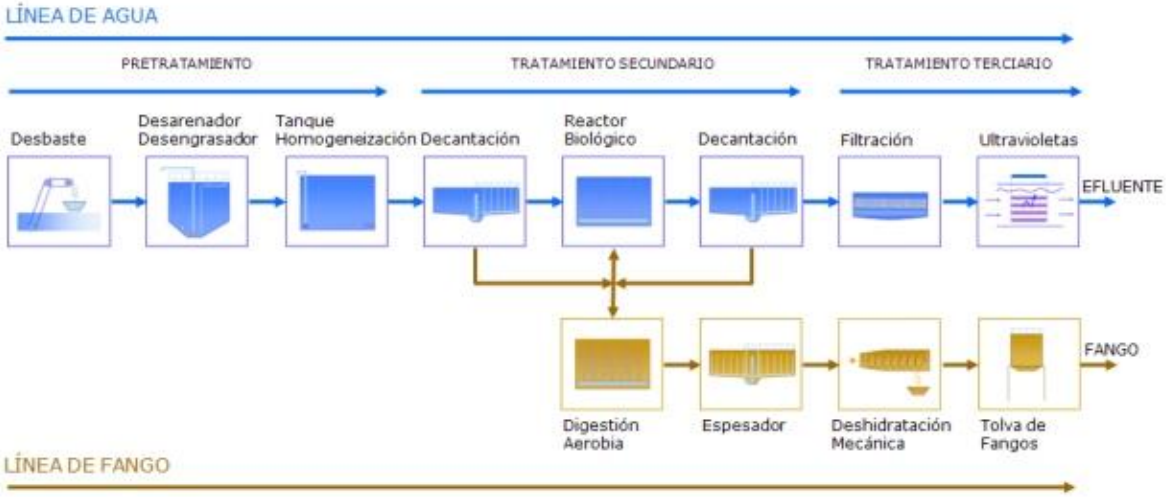
Bombas DAC

[5] Elaboração própria a partir de dados recolhidos nas auditorias realizadas

Tratamento Físico-químico

Principais consumos em ETAR Biológicas

Os consumos de 171 ETAR biológicas foram analisados. Neste caso, existem diferenças mais acentuadas nos tratamentos consumidores de eletricidade, embora a configuração mais comum seja a ETAR com bombagem de entrada, pré-tratamento, tratamento secundário de lamas ativadas, remoção de nutrientes e desinfeção UV e linha de lamas com espessador e centrífuga.



Exemplo de processos em ETAR biológica

Fonte: EPSAR. Generalitat Valenciana

Uma vez revistos os diferentes processos que ocorrem nas 171 ETAR biológicas do estudo, em Espanha e em Portugal, a distribuição dos mesmos é a seguinte:

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Etapa	%ETAR
1. Bombagem Água Bruta	50,88%
2. Pré-tratamento	100,00%
3. Tratamento primário	16,96%
4. Tratamento secundário	100,00%
Lamas ativadas	89,47%
Leitos inundados	10,53%
Outros	91,23%
5. Tratamento Avançado	60,26%
Desinfeção	39,74%
Outros	100,00%
6. Linha de Lamas	57,31%
Espessador + Centrífuga	36,84%
Espessador + Filtro de banda	5,85%
7. Outros	50,88%

Metade das ETAR analisadas tem uma bombagem de entrada, que facilita a entrada de água bruta na estação de tratamento, que pode compreender entre 15 e 20% do consumo final da estação.

Em todas existe um tratamento primário que remove grandes sólidos, areias e gorduras, através de barras, tamisadores e processos de desengorduramento e desengorduramento. Nesta fase, o principal consumo é devido aos motores para mover os filtros e os sopradores de desbaste. É um processo no qual o consumo de eletricidade não é tão forte quanto em outros, assumindo aproximadamente 4% da demanda total.

Uma pequena parte das ETAR tem um tratamento primário, geralmente decantado, com um consumo mínimo.

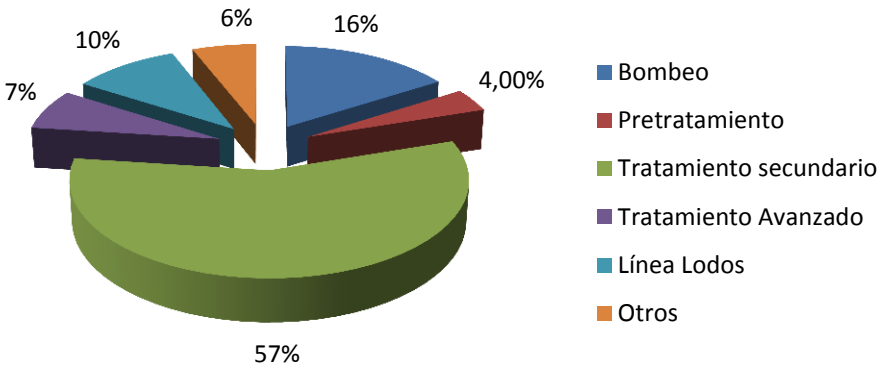
Em ETAR biológicas, o principal consumo de energia ocorre no tratamento secundário, principalmente devido ao equipamento que realiza a mistura e arejamento de água, os agitadores e sopradores. O consumo devido a esses equipamentos ultrapassa 57% do total produzido na estação. Ao mesmo tempo, dentro do tratamento biológico, o arejamento biológico é responsável por 67% do processo, o que equivale a 40% do consumo de energia de uma ETAR.

Quase 94% das ETAR têm um tratamento avançado para a eliminação de nutrientes. O consumo produzido no tratamento avançado é principalmente devido ao sistema de

desinfeção UV, e representa aproximadamente 7% do consumo total. Em quase metade dos casos, o tratamento terciário consiste unicamente na eliminação de nutrientes (Azoto e Fósforo), incorporando, por exemplo, reagentes para precipitá-los, sem incluir o tratamento da desinfeção.

Na linha de tratamento de lamas os equipamentos que apresentam maior consumo são as centrífugas e os diferentes equipamentos de bombagem. O consumo dos equipamentos de desodorização também é importante. No total, esse processo consome aproximadamente 10% da eletricidade demandada.

Finalmente, há outros equipamentos de consumo associados a processos auxiliares, iluminação da instalação, ar condicionado, sistemas de controlo, etc. Embora sejam em geral consumos de pequena monta, considerados globalmente atingem 6% da demanda total:



Distribuição de consumo por processos em ETAR biológica

Fonte: Elaboração Própria[6]

[6] Elaboração própria a partir de dados recolhidos nas auditorias realizadas

3 INSTALAÇÕES AUDITADAS

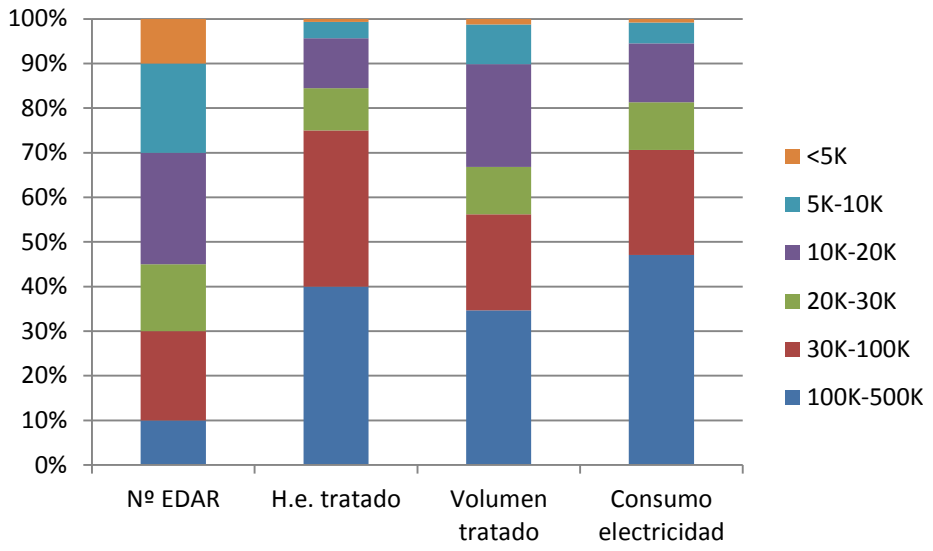
Para a elaboração deste relatório, foram realizadas auditorias energéticas em 10 ETAR selecionadas na Galiza e em Portugal. As ETAR estudadas foram selecionadas de forma a representarem as diferentes tipologias existentes.

As ETAR auditadas foram:

	ETAR	Localização	H.e. projeto	Tipologia
EDAR 1	A Pobra	Galiza	30.000	Biológica
EDAR 2	Ares	Galiza	52.000	Biológica
EDAR 3	Gondomar	Galiza	24.000	Biológica
EDAR 4	Nigrán	Galiza	70.000	Biológica
EDAR 5	Ribadeo	Galiza	37.500	Biológica
EDAR 6	Arcade	Galiza	8.621	Físico-química
EDAR 7	Cedeira	Galiza	10.395	Biológica
EDAR 8	Ortigueira	Galiza	5.000	Biológica
EDAR 9	Tomiño	Galiza	8.454	Biológica
EDAR 10	Vilaboa	Galiza	3.032	Físico-química
EDAR 11	Barcelos	Norte Portugal	133.250	Biológica
EDAR 12	Chaves	Norte Portugal	57.748	Biológica
EDAR 13	Freixo	Norte Portugal	170.000	Biológica
EDAR 14	Lamego	Norte Portugal	19.300	Biológica
EDAR 15	Penices	Norte Portugal	32.404	Biológica
EDAR 16	Ponte da Baia	Norte Portugal	45.127	Biológica
EDAR 17	Serzedo	Norte Portugal	97.196	Biológica
EDAR 18	Sobreiras	Norte Portugal	200.000	Biológica
EDAR 19	Sousa	Norte Portugal	89.913	Biológica
EDAR 20	Vila Real	Norte Portugal	84.321	Biológica

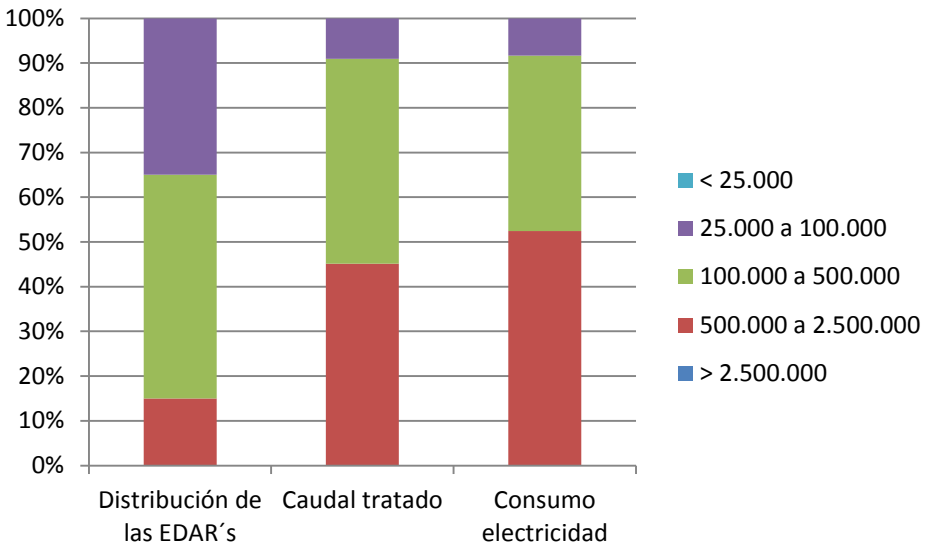
A fim de obter resultados que possam ser extrapolados para todas as ETAR, foi selecionada uma amostra representativa das principais configurações existentes, para que os resultados pudessem ser extrapolados para o total das ETAR existentes. Assim, foram selecionadas 2 ETAR físico-químicas e 18 biológicas.

Categoria h.e. Tratado	Nº ETAR Auditadas	H.e. tratados	Volume água tratada hm^3/mês	Consumo eletricidade GWh/ano
100K-500K	2	316.696	21.154	15,95
30K-100K	4	277.244	13.143	7,98
20K-30K	3	74.664	6.447	3,62
10K-20K	5	88.653	14.093	4,46
5K-10K	4	29.258	5.427	1,60
<5K	2	5.155	748	0,27
TOTAL	20	791.670	61.013	33,88



Distribuição ETAR auditadas por h.e. tratado

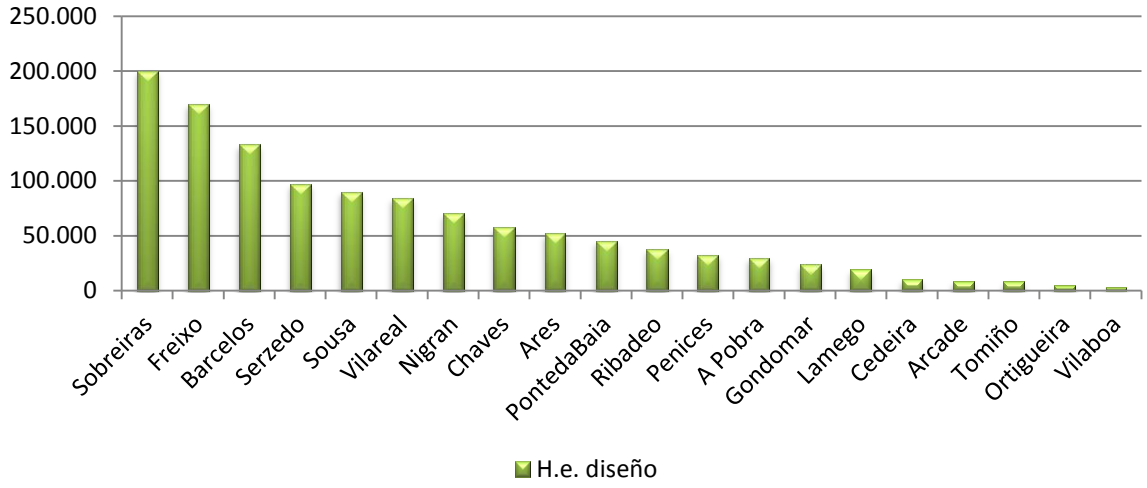
Volume água tratada m^3/mês	ETAR selecionadas	Caudal tratado hm^3/ano	Consumo eletricidade GWh/ano
> 2.500.000	-	-	-
500.000 a 2.500.000	13,0%	58,2%	54,6%
100.000 a 500.000	21,7%	22,9%	25,2%
25.000 a 100.000	52,2%	17,8%	16,8%
< 25.000	13,0%	1,1%	3,5%



Distribuição ETAR auditadas por caudal tratado

3.1 CARATERÍSTICAS DAS INSTALAÇÕES AUDITADAS

Em geral, são instalações de tamanho médio, sendo as maiores as de Sobreiras e Freixo em Portugal, e as menores de Vilaboa e Ortigueira, na Galiza:



Habitantes equivalentes de projeto em ETAR auditadas

As principais variáveis observadas nas diferentes auditorias são apresentadas abaixo:

	ETAR	H.e. reais	Volume tratado m^3/dia	kWh Consumidos	Emissões CO_2 Tn/ano
ETAR 1	A Pobra	26.555	6.496	1.470.066	573,34
ETAR 2	Ares	18.285	14.804	756.464	295,03
ETAR 3	Gondomar	19.615	10.083	791.258	308,60
ETAR 4	Nigrán	19.929	9.599	1.337.613	521,68
ETAR 5	Ribadeo	7.614	5.922	680.880	265,55
ETAR 6	Arcade	6.115	3.206	248.729	97,01
ETAR 7	Cedeira	6.097	3.220	346.763	135,24
ETAR 8	Ortigueira	2.508	860	179.458	69,99
ETAR 9	Tomiño	9.431	2.521	319.872	124,75
ETAR 10	Vilaboa	2.647	1.189	92.626	36,13
ETAR 11	Barcelos	92.394	17.543	1.482.530	578,20
ETAR 12	Chaves	24.762	7.041	769.671	300,18
ETAR 13	Freixo	171.408	23.858	4.543.230	1.771,91
ETAR 14	Lamego	11.719	1.764	763.529	297,78
ETAR 15	Penices	19.106	2.363	814.322	317,59
ETAR 16	Ponte da Baia	23.347	4.126	1.381.154	456,97
ETAR 17	Serzedo	41.297	6.962	2.875.507	1.121,48
ETAR 18	Sobreiras	145.288	34.099	11.405.659	4.448,32
ETAR 19	Sousa	74.313	5.344	1.452.719	406,04
ETAR 20	Vila Real	69.240	6.161	2.167.798	845,46
	TOTAL AUDITADO	**791.670**	**167.160**	**33.879.849**	**12.971**

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

3.1.1 Tipologia e processos

Dos 20 selecionados, dois têm um sistema de eliminação físico-química (Arcade e Vilaboa) e o restante tem um tratamento biológico secundário:

	Biológicas	Físico-química
Bombagem	12	2
Pré-tratamento	18	2
Tratamento primário	-	2
Tratamento secundário	18	-
Lamas ativadas	14	-
Leitos inundados	2	-
Reatores biológicos	2	-
Tratamento avançado	15	2
Eliminação de nutrientes	3	-
Eliminação de nutrientes + Desinfeção UV	8	-
Desinfeção UV	4	2
Linha de Lamas	18	2

A ETAR de Ponte da Baia e Sousa aproveita a lama gerada para a produção de biogás.

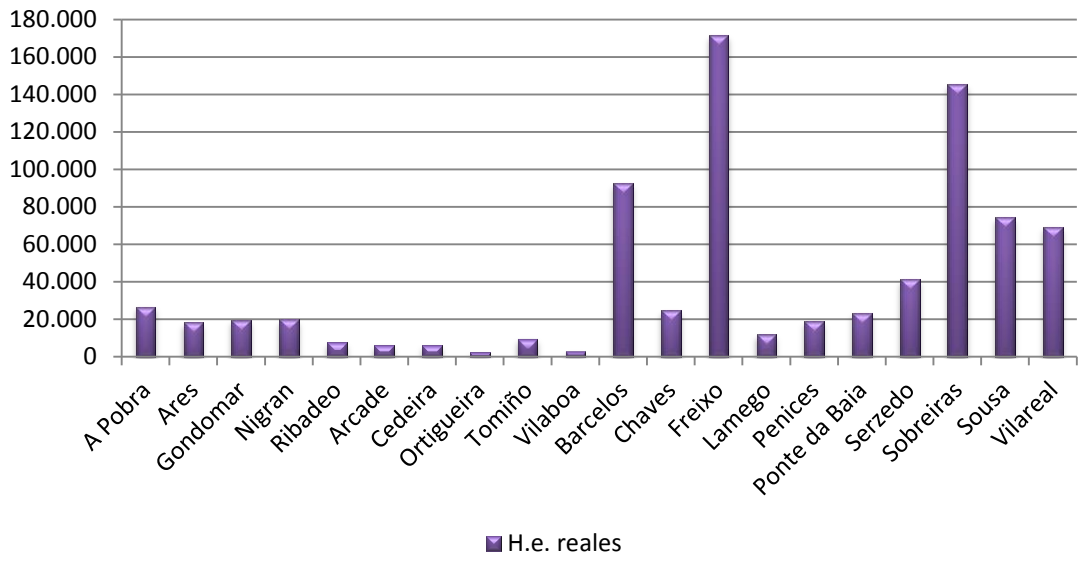
14 das ETAR auditadas dispõem de bombagem de entrada para facilitar a entrada de água bruta no processo de tratamento.

Em todas há um pré-tratamento para a eliminação de sólidos grosseiros, areias, graxas, etc.

No caso dos biológicos, 78% possuem um sistema de lamas ativadas com arejamento. Aproximadamente metade tem sistemas de leitos difusores e o restante com arejamento superficial.

75% das ETAR auditadas têm um tratamento avançado, na maioria dos casos com base num processo de desinfeção por UV.

3.1.2 Categoria de funcionamento



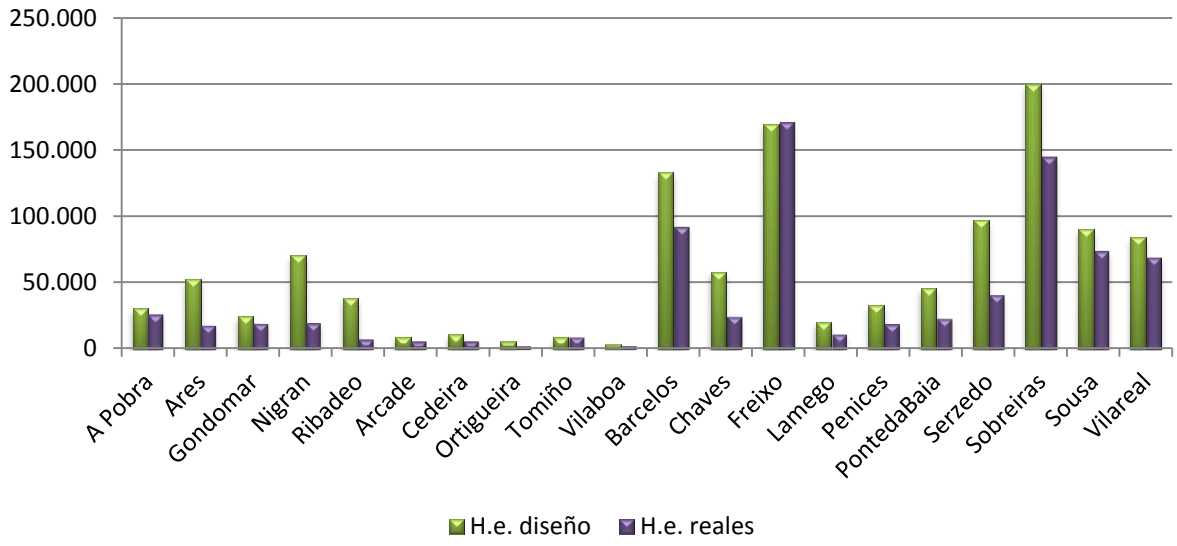
Habitantes equivalentes tratados/ano em ETAR auditadas

As ETAR com maior carga real de trabalho são as de Freixo e Sobreiras, em Portugal, que tratam mais de 170.000 e 140.000 h.e. respetivamente.

Se compararmos o h.e. de projeto e reais, notamos que as ETAR auditadas são em geral sobredimensionadas em relação à carga real com a qual elas trabalham:

ETAR	H.e. projeto	H.e. reais	he reais/he projeto
A Pobra	30.000	26.555	89%
Ares	52.000	18.285	35%
Gondomar	24.000	19.615	82%
Nigran	70.000	19.929	28%
Ribadeo	37.500	7.614	20%
Arcade	8.621	6.115	71%
Cedeira	10.395	6.097	59%
Ortigueira	5.000	2.508	50%
Tomiño	8.454	9.431	112%
Vilaboa	3.032	2.647	87%
Barcelos	133.250	92.394	69%
Chaves	57.748	24.762	43%
Freixo	170.000	171.408	101%

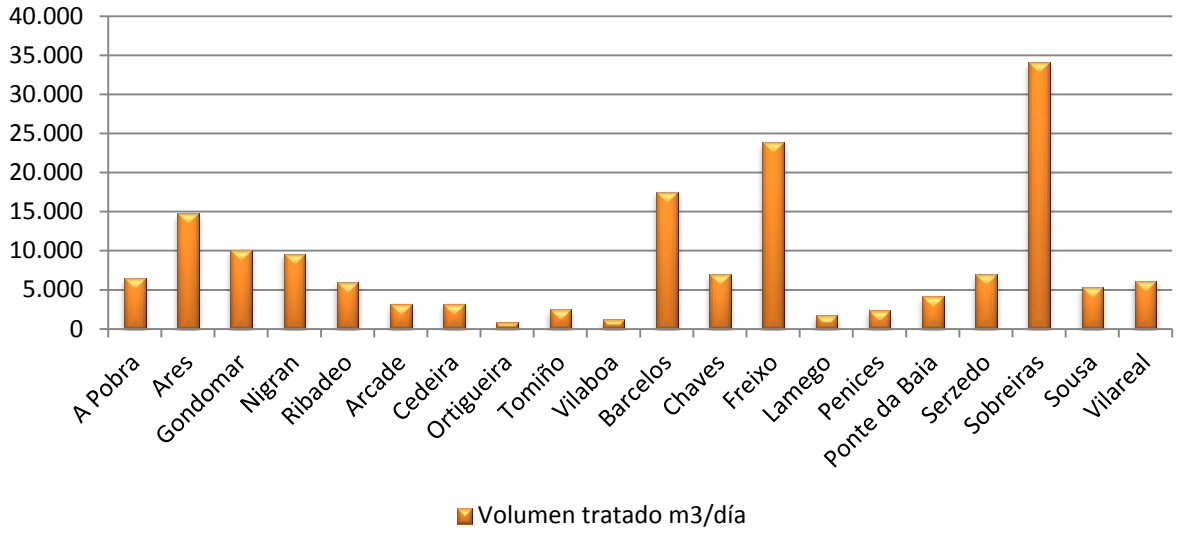
Lamego	19.300	11.719	61%
Penices	32.404	19.106	59%
Ponte da Baia	45.127	23.347	52%
Serzedo	97.196	41.297	42%
Sobreiras	200.000	145.288	73%
Sousa	89.913	74.313	83%
Vila Real	84.321	69.240	82%
TOTAL	**1.178.261**	**791.670**	



Comparativa h,.e. projeto e h.e. reais nas ETAR auditadas

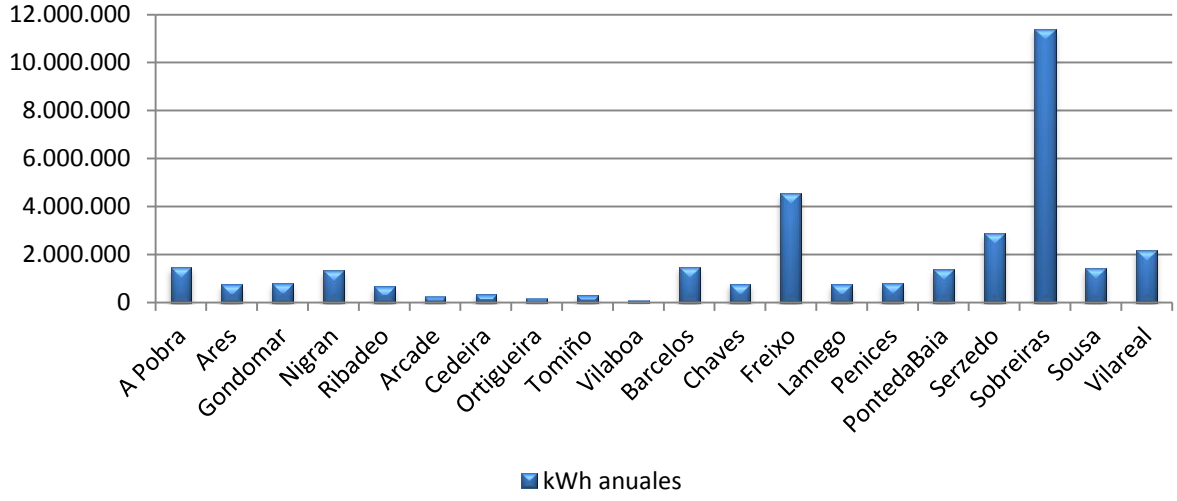
De todas as ETAR auditadas, apenas nas de Freixo e Tomiño, as duas quantidades são semelhantes.

Outro indicador que mostra o trabalho realizado em cada uma das ETAR é o volume de água tratado anualmente:



Observa-se que não existe relação proporcional entre os caudais tratados e h.e., devido à diferente composição das águas residuais que atingem cada ETAR.

Em relação ao consumo anual de energia:



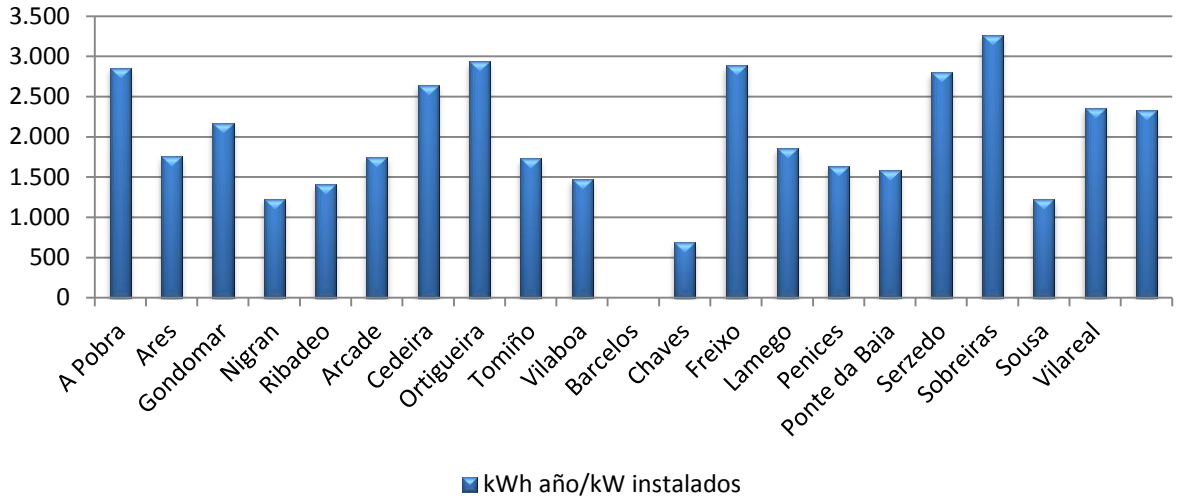
Consumo anual em kWh por ETAR auditada

3.1.3 Consumos energéticos, custos e emissões

Todas as ETAR auditadas consumiram apenas eletricidade, recebida pela rede geral de distribuição. Esta demanda de energia é proporcional à carga de trabalho da ETAR (h.e. e m^3 tratados), embora também dependa de outros fatores, como o grau de otimização e eficiência dos processos seguidos em cada um deles:

ETAR	kW instalados	kWh Consumidos	kWh ano/kW instalados
A Pobra	514,82	1.470.066	2.855
Ares	431,87	756.464	1.752
Gondomar	364,85	791.258	2.169
Nigran	1.089,23	1.337.613	1.228
Ribadeo	484,00	680.880	1.407
Arcade	142,05	248.729	1.751
Cedeira	131,22	346.763	2.643
Ortigueira	61,11	179.458	2.937
Tomiño	184,70	319.872	1.732
Vilaboa	62,98	92.626	1.471
Barcelos[7]	-	1.482.531	-
Chaves	1.114,55	769.671	691
Freixo	1.575,70	4.543.230	2.883
Lamego	411,76	763.529	1.854
Penices	496,66	814.322	1.640
Ponte da Baia	874,69	1.381.154	1.579
Serzedo	1.026,23	2.875.507	2.802
Sobreiras	3.497,30	11.405.659	3.261
Sousa	1.187,96	1.452.719	1.223
Vila Real	918,85	2.167.798	2.359
TOTAL	**14.570,53**	**33.878.849**	**2.325**

[7] Não há dados de potência da ETAR Barcelos



Rácio anual kWh/kW por ETAR auditada

O custo do fornecimento de energia dependerá do volume demandado, da potência contratada, do preço acordado com o profissional de marketing e da existência de descontos ou multas. O custo apresentado inclui todos estes aspetos, mas não o IVA, uma vez que, na maioria dos casos, as ETAR são geridas por empresas que podem deduzi-lo.

Para determinar as emissões de CO_2, o rácio de todas as ETAR foi de 0,39001 kgCO_2 / kWh consumido:

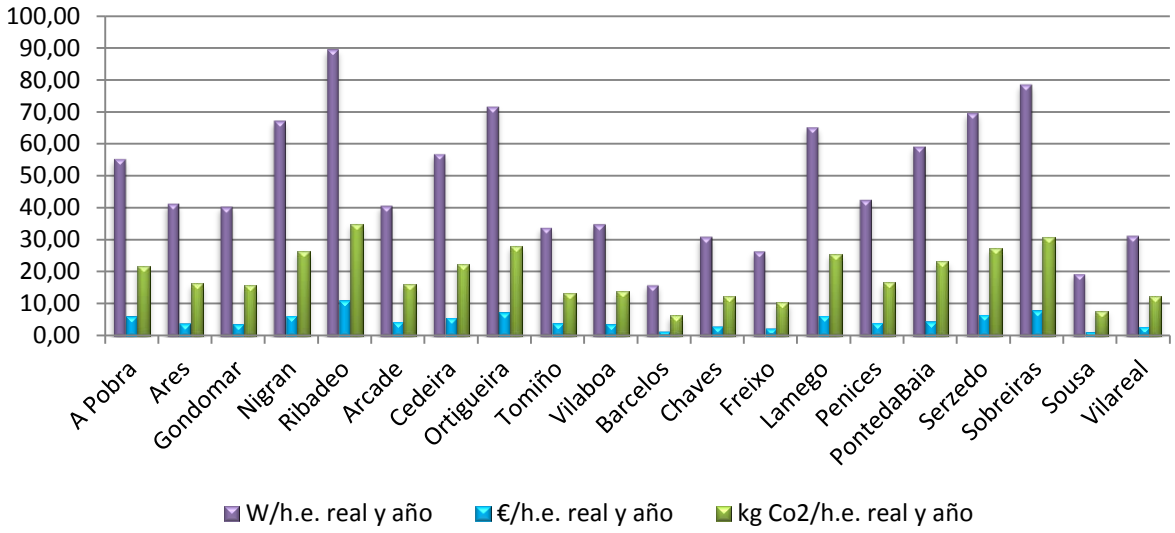
ETAR	H.e. reais	m^3/ano	kWh/ano	€/ano	Tn CO_2/ano
A Pobra	26.555	2.371.074	1.470.066	161.942	573,34
Ares	18.285	5.403.314	756.464	72.326	295,03
Gondomar	19.615	3.680.270	791.258	74.137	308,60
Nigran	19.929	3.503.635	1.337.613	124.811	521,68
Ribadeo	7.614	2.161.524	680.880	83.139	265,55
Arcade	6.115	1.170.205	248.729	27.318	97,01
Cedeira	6.097	1.175.320	346.763	34.496	135,24
Ortigueira	2.508	313.848	179.458	18.186	69,99
Tomiño	9.431	920.300	319.872	38.720	124,75
Vilaboa	2.647	433.928	92.626	9.915	36,13
Barcelos	92.394	6.403.243	1.482.531	145.741	578,20
Chaves	24.762	2.570.102	769.671	77.133	300,18
Freixo	171.408	8.708.157	4.543.230	426.026	1.771,91
Lamego	11.719	643.868	763.529	73.349	297,78
Penices	19.106	862.406	814.322	79.895	317,59

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Ponte da Baia	23.347	1.506.000	1.381.154	106.137	538,66
Serzedo	41.297	2.541.133	2.875.507	272.449	1.121,48
Sobreiras	145.288	12.445.960	11.405.659	1.146.035	4.448,32
Sousa	74.313	1.950.464	1.452.719	101.263	566,57
Vila Real	69.240	2.248.636	2.167.798	203.492	845,46
TOTAL	**791.670**	**61.013.387**	**33.879.849**	**3.276.510**	**13.213,48**

Se analisarmos as principais variáveis como rácios em relação a h.e. tratado:

ETAR	H.e. reais	kW/h.e. reais e ano	€/h.e. reais y ano	kg CO_2/h.e. reais e ano
A Pobra	26.555	55,36	6,10	21,59
Ares	18.285	41,37	3,96	16,14
Gondomar	19.615	40,34	3,78	15,73
Nigran	19.929	67,12	6,26	26,18
Ribadeo	7.614	89,42	10,92	34,87
Arcade	6.115	40,84	4,47	15,93
Cedeira	6.097	56,87	5,66	22,18
Ortigueira	2.508	71,55	7,25	27,91
Tomiño	9.431	33,92	4,11	13,23
Vilaboa	2.647	34,99	3,75	13,65
Barcelos	92.394	16,05	1,58	6,26
Chaves	24.762	31,08	3,11	12,12
Freixo	171.408	26,51	2,49	10,34
Lamego	11.719	65,15	6,26	25,41
Penices	19.106	42,62	4,18	16,62
Ponte da Baia	23.347	59,16	4,55	23,07
Serzedo	41.297	69,63	6,60	27,16
Sobreiras	145.288	78,50	7,89	30,62
Sousa	74.313	19,55	1,36	7,62
Vila Real	69.240	31,31	2,94	12,21
	MÉDIA	**42,80**	**4,14**	**16,69**

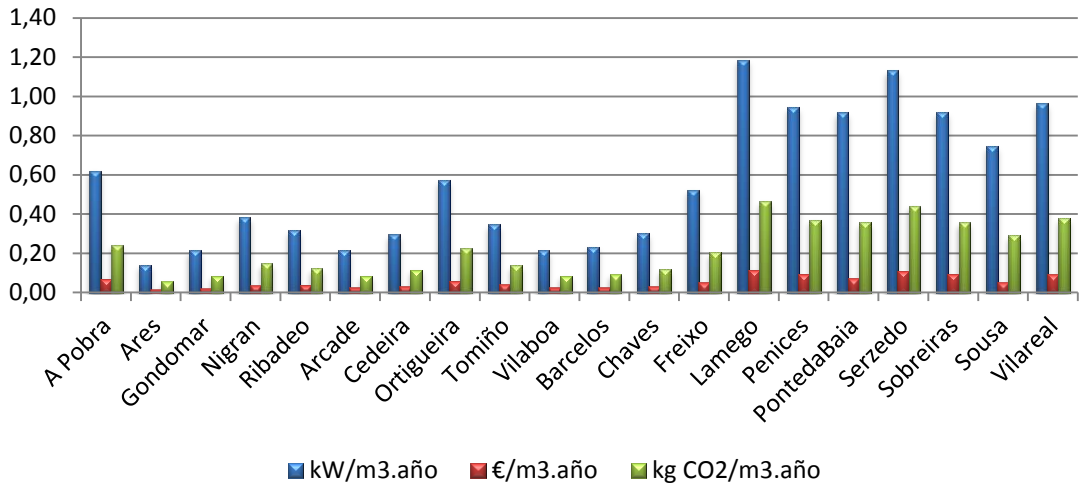


Rácios de consumo por h.e por ETAR auditada

E quanto ao m^3 tratado de água:

ETAR	m^3/dia	kW/m^3 ano	€/ m^3 ano	kg CO_2/ m^3 ano
A Pobra	2.371.074	0,62	0,07	0,24
Ares	5.403.314	0,14	0,01	0,05
Gondomar	3.680.270	0,22	0,02	0,08
Nigran	3.503.635	0,38	0,04	0,15
Ribadeo	2.161.524	0,32	0,04	0,12
Arcade	1.170.205	0,21	0,02	0,08
Cedeira	1.175.320	0,30	0,03	0,12
Ortigueira	313.848	0,57	0,06	0,22
Tomiño	920.300	0,35	0,04	0,14
Vilaboa	433.928	0,21	0,02	0,08
Barcelos	6.403.243	0,23	0,02	0,09
Chaves	2.570.102	0,30	0,03	0,12
Freixo	8.708.157	0,52	0,05	0,20
Lamego	643.868	1,19	0,11	0,46
Penices	862.406	0,94	0,09	0,37
Ponte da Baia	1.506.000	0,92	0,07	0,36
Serzedo	2.541.133	1,13	0,11	0,44
Sobreiras	12.445.960	0,92	0,09	0,36
Sousa	1.950.464	0,74	0,05	0,29
Vila Real	2.248.636	0,96	0,09	0,38
	MÉDIA	**0,56**	**0,05**	**0,22**

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.



Rácios de consumo por m³ por ETAR auditada

3.2 METODOLOGIA DO ESTUDO ENERGÉTICO

A auditoria energética é um processo de inspeção e análise sistemáticas do uso e consumo de energia num local, edifício, sistema ou organização com o objetivo de identificar e informar sobre os fluxos de energia e o potencial para melhorar a eficiência energética.

O objetivo do estudo energético será obter um conhecimento adequado do perfil de consumo de energia da organização, permitindo determinar e quantificar as possibilidades de economia de energia, bem como a viabilidade económica das diferentes alternativas de economia, facilitando a adoção de decisões de investimento.

As estações foram auditadas de acordo com a metodologia estabelecida no documento A2.2.1. Metodologia de Planos de Melhoria para os requisitos técnicos exigidos para auditorias energéticas de acordo com as normas UNE EN 16247. Foram analisados:

- Faturação energética: neste caso, as ETAR auditadas só tinham consumo de eletricidade. As diferentes variáveis que afetam a compra de eletricidade foram estudadas: taxas contratadas, potências, preços de energia, etc.

- Resultados das medições realizadas: durante as auditorias, foram realizadas diferentes medições: analisador de rede, alicate amperímetro, câmara termográfica ... para obter uma imagem real do estado atual das instalações e o seu consumo.
- Análise das instalações: com base nas visitas feitas, o inventário de equipamentos e os períodos de funcionamento dos mesmos, o consumo foi estabelecido devido a cada equipamento e processo dentro da instalação.

As três análises anteriores permitem ver e avaliar o consumo de energia e os gastos de cada instalação e localizar as possíveis ineficiências ou oportunidades de melhoria.

A partir delas, foram identificadas diferentes propostas de melhoria para otimizar a operação energética das instalações. Essas propostas de melhoria implicam uma redução significativa tanto do gasto económico como do consumo de energia, com a consequente redução das emissões associadas às atividades de tratamento de águas residuais.

É incluído um resumo dos resultados obtidos no processo de cada auditoria como um documento anexado. A sua análise e extrapolação para o resto das ETAR da Eurorregião permitirá estabelecer o potencial de poupança de energia real, que beneficiará os utilizadores, operadores e o ambiente de toda a área.

3.3 FATURAÇÃO ENERGÉTICA

Para analisar a faturação de energia foram usadas faturas para pelo menos uma anuidade completa. O seu tratamento e análise concentrou-se principalmente em:

- Evolução do consumo de energético a partir de faturas e curvas de carga nos pontos em que esteja disponível.

  Isso resultou num perfil de consumo do edifício analisado, sendo capaz de conhecer e capturar o regime operacional dos equipamentos principais e a evolução temporal do consumo de energia.
- Ajuste da taxa contratada. Os termos de faturação foram analisados: tipo de tarifa, potências contratadas, penalidade por reativa e a sua adequação ao perfil de consumo das instalações.

As taxas observadas nessas auditorias foram:

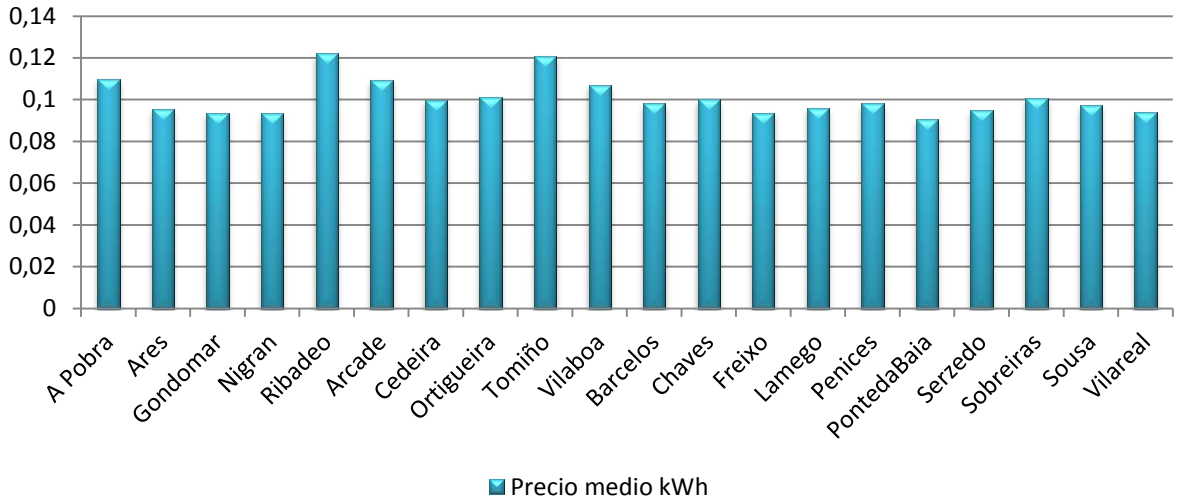
Tarifa	Caraterísticas	Nº ETAR
3.0A (Espanha)	Baixa tensão com P> 15 kW Com discriminação horária: 3 períodos com 3 preços diferentes	4
3.1A (Espanha)	Alta tensão (V<36kV) com P≤450kW Com discriminação horária: 3 períodos com 3 preços diferentes	4
6.1A (Espanha)	Alta tensão (V<30kV) com P>450kW Com discriminação horária: 6 períodos com 6 preços diferentes	2
Tetra-Horária (Portugal)	Média Tensão (1 kV a 45 kV) Com discriminação horária: 4 períodos com 4 preços diferentes	10

Todas as estações auditadas têm tarifas com discriminação de tempo, adaptadas às exigências de fornecimento e potência contratada.

As tarifas com discriminação horária apresentam diferentes preços de potência e energia em cada um dos períodos considerados. Normalmente, as horas centrais dos dias são as mais caras, enquanto os períodos noturnos e dias não úteis são os mais económicos, podendo haver diferenças de preços em cada período superiores a 40%.

Em todas as ETAR analisadas, a tarifa selecionada foi considerada adequada.

Os preços médios de energia foram estabelecidos a partir dos dados de faturação disponíveis. Esses preços incluem energia ativa, potência, possíveis sobretaxas para consumo de energia reativa ou excesso de potência, descontos comerciais e outros conceitos, mas não incluem o IVA, já que na maioria dos casos a energia é faturada às empresas.



Preço médio €/kWh por ETAR auditada

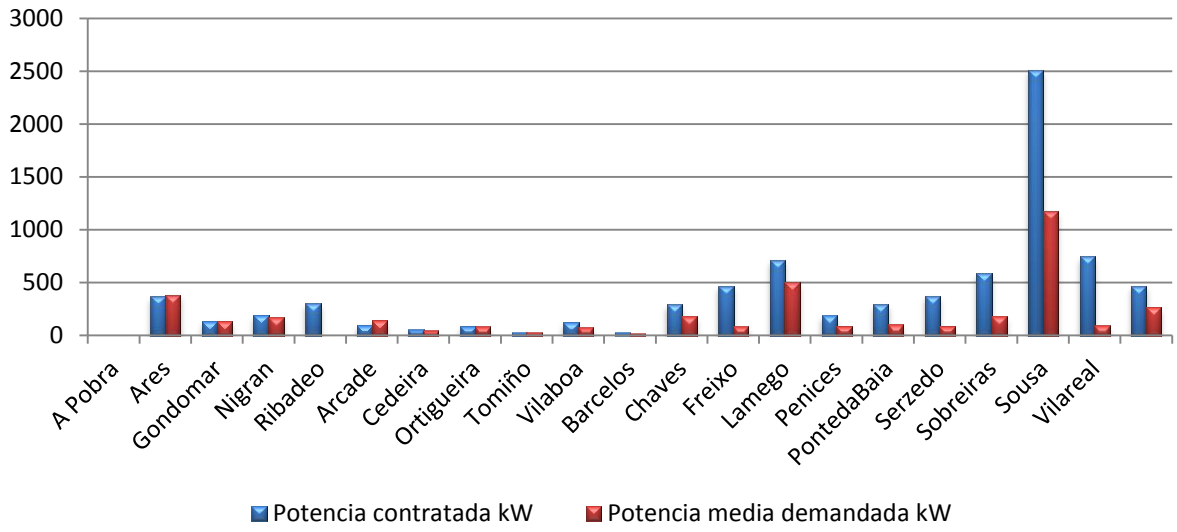
Os preços variam entre 12,21 e 9,06 cêntimos€, sendo o preço médio de 0,1008 cênt€/kWh consumido.

A potência contratada deve estar diretamente relacionada à necessidade de potência das instalações. Ao tratarem-se de tarifas com discriminação horária, podem ser contratadas diferentes potências para cada período, ajustando-se assim às diferentes demandas:

ETAR	Potência contratada kW	Potência média demandada kW	P demanda/P contrato
A Pobra	368	382,33	103,89%
Ares	133,6	135,10	101,12%
Gondomar	190	166,42	87,59%
Nigrán	300	0,00	0,00%
Ribadeo	98	141,42	144,30%
Arcade	53	46,92	88,53%
Cedeira	87	80,58	92,62%
Ortigueira	27,7	30,33	109,49%
Tomiño	125	76,75	61,40%
Vilaboa	23	17,83	77,52%
Barcelos	292,95	177,00	60,42%
Chaves	465	86,00	18,49%
Freixo	710	499,00	70,28%
Lamego	186	88,00	47,31%

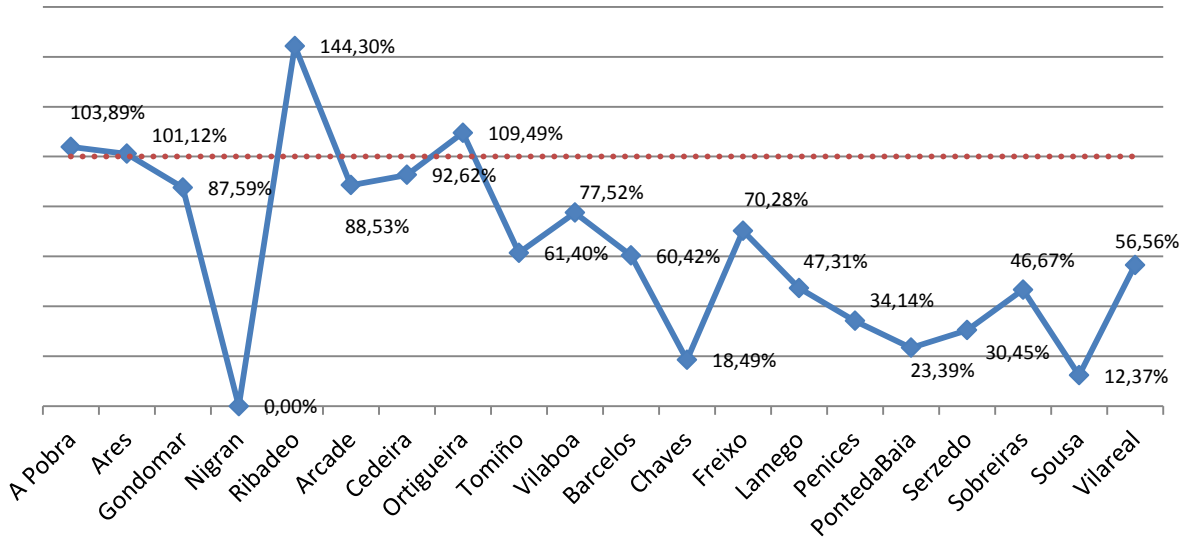
A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Penices	292,95	100,00	34,14%
Ponte da Baia	372	87,00	23,39%
Serzedo	581,25	177,00	30,45%
Sobreiras	2511	1172	46,67%
Sousa	744	92,00	12,37%
Vila Real	465	263,00	56,56%



Comparativa entre Potência contratada e Potência média demandada em período de ponta

A tabela anterior foi feita a partir das potências contratadas e exigidos nos períodos de pico. Não há dados verificados da ETAR de Nigrán. Em geral, a maioria das ETAR tem excesso de potência contratada. Desta forma, são evitadas possíveis penalidades para a superação da potência contratada, mas, devido aos procedimentos de faturação estabelecidos, paga-se por uma potência muito superior à realmente necessária.



Rácio Potência demandada /Potência contratada em período de ponta

12 da ETAR auditadas exigem uma potência inferior a 85% da contratada, o que pode supor um custo extra importante.

No caso das tarifas espanholas, por exemplo, o cálculo da potência a ser faturada é calculado da seguinte maneira:

1. Se a potência máxima demandada, registada no período de faturação, estiver entre 85 e 105% relativamente à contratada, a referida potência registada será a potência a faturar (Pfi).
2. Se a potência máxima demandada, registada no período de faturação, for superior a 105% da potência contratada, a potência a ser faturada no período considerado (Pfi) será igual ao valor registado mais o dobro da diferença entre o valor registado e o valor correspondente a 105% da potência contratada.
3. Se a potência máxima demandada no período de faturação for inferior a 85% da potência contratada, a potência a ser faturada (Pfi) será igual a 85% da referida potência contratada.

Por conseguinte, aplicando estas regras às potências observadas na tabela anterior, podemos salientar o facto de, por exemplo, a ETAR de Sousa estar a pagar 632 kW em vez dos 92 que consome.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

3.4 EQUIPAMENTOS INSTALADOS E CONSUMOS ENERGÉTICOS

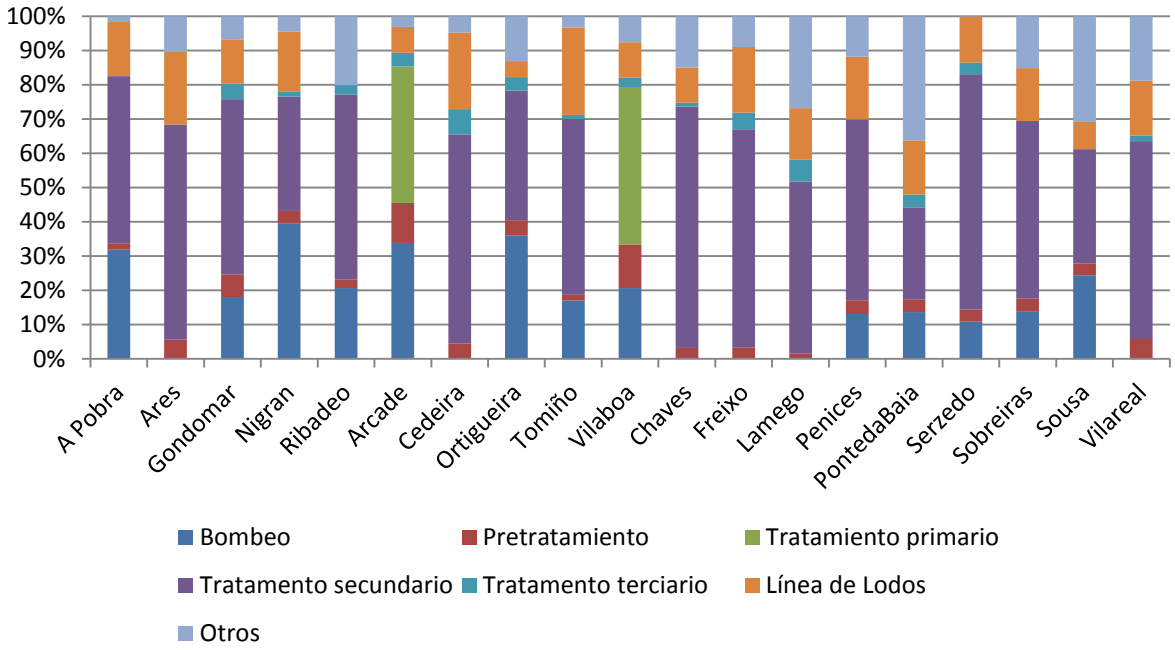
A partir das informações fornecidas pelos diferentes organismos responsáveis pela ETAR, pelas medições efetuadas e pelas visitas feitas pelos auditores, foi estabelecido o consumo elétrico esperado dos diferentes equipamentos e processos existentes.

3.4.1 Potência instalada

Estão disponíveis os dados de potência de 19 das 20 ETAR auditadas:

ETAR	Bombagem	Pré-trat.	Trat. 1ª	Trat. 2º	Trat. 3º	Lamas	Outros	TOTAL
A Pobra	164,00	9,60	0,00	251,20	0,00	80,98	9,04	514,82
Ares	0,00	24,51	0,00	270,74	0,00	91,82	44,80	431,87
Gondomar	66,00	24,12	0,00	186,25	16,70	47,18	24,60	364,85
Nigrán	429,40	41,14	0,00	363,09	15,00	191,02	49,58	1.089,23
Ribadeo	100,00	12,29	0,00	261,22	13,10	0,00	97,39	484,00
Arcade	48,00	16,65	56,49	0,00	5,76	10,65	4,50	142,05
Cedeira	0,00	5,90	0,00	80,00	9,75	29,31	6,26	131,22
Ortigueira	22,00	2,70	0,00	23,17	2,37	2,87	8,00	61,11
Tomiño	31,40	3,20	0,00	94,90	2,00	47,10	6,10	184,70
Vilaboa	13,00	8,00	28,96	0,00	1,71	6,52	4,79	62,98
Chaves	0,00	36,17	0,00	784,06	13,20	113,65	167,47	1.114,55
Freixo	0,00	53,60	0,00	1.002,40	75,50	301,70	142,50	1.575,70
Lamego	0,00	6,42	0,00	206,81	25,88	62,23	110,42	411,76
Penices	64,98	20,20	0,00	262,04	0,00	90,84	58,60	496,66
Ponte da Baia	119,20	32,66	0,00	234,67	32,98	137,64	317,54	874,69
Serzedo	111,00	37,01	0,00	704,32	34,80	138,08	1,02	1.026,23
Sobreiras	480,00	135,4	0,00	1.812,80	0,00	538,10	531,00	3.497,30
Sousa	290,40	40,79	0,00	395,34	0,00	94,66	366,77	1.187,96
Vila Real	0,00	53,11	0,00	530,59	14,91	147,05	173,19	918,85
TOTAL	**1.939,38**	**563,47**	**85,45**	**7.463,60**	**263,66**	**2.131,40**	**2.123,57**	**14.570,53**

No total, representam mais de 14,57 MW de potência instalada. O tratamento secundário é responsável por cerca de metade da potência total instalada. Os processos que possuem maior potência instalada são a bombagem de entrada e a linha de tratamento de lamas:



Distribuição de potências instaladas por processo em % nas instalações auditadas

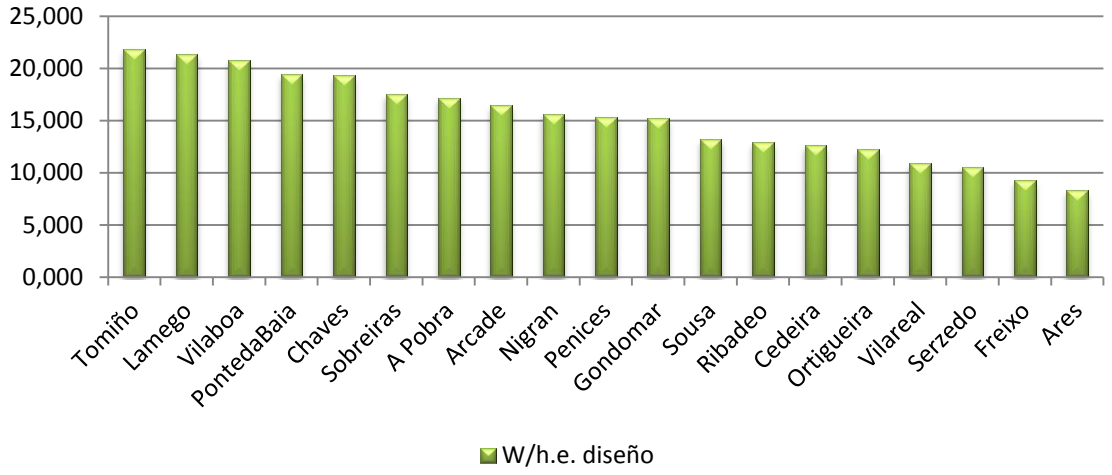
Os processos de tratamento de restos biológicos são aqueles que supõem uma maior percentagem de potência instalada. Numa ETAR biológica, o tratamento secundário representa 51,5% da potência total instalada. No caso das duas ETAR físico-químicas, observa-se como é o tratamento primário, no qual, por meio da floculação, é possível eliminar esses restos, o que representa 42,875% do total.

A potência média instalada por h.e. projetados é 15,25 h.e.

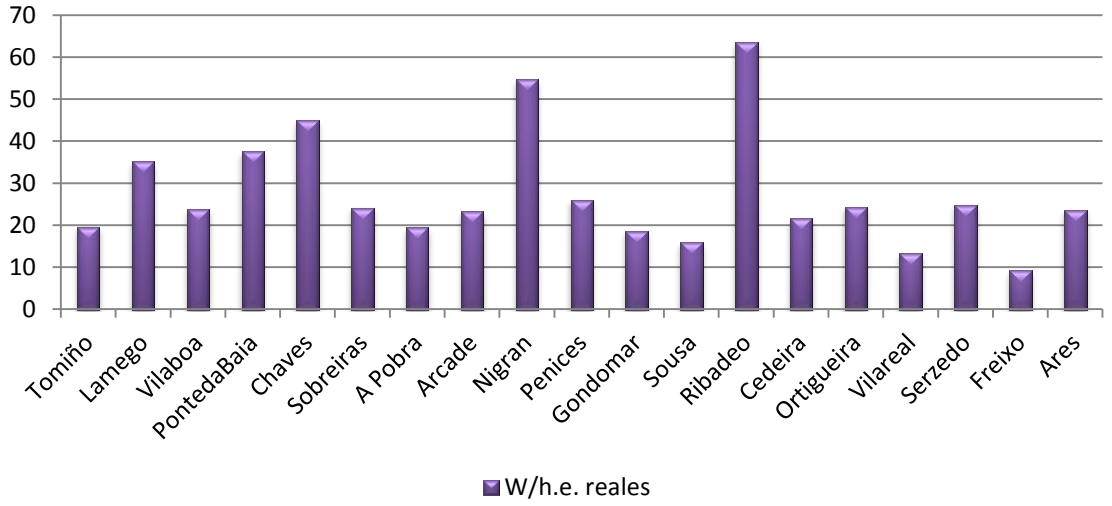
ETAR[8]	H.e. projeto	H.e. reais	Pot instalada (kW)	W/h.e. reais	W/h.e. projeto
A Pobra	30.000	26.555	515	17,16	19,39
Ares	52.000	18.285	432	8,31	23,62
Gondomar	24.000	19.615	365	15,20	18,60
Nigran	70.000	19.929	1.089	15,56	54,66
Ribadeo	37.500	7.614	484	12,91	63,56
Arcade	8.621	6.115	142	16,48	23,23
Cedeira	10.395	6.097	131	12,62	21,52
Ortigueira	5.000	2.508	61	12,22	24,37
Tomiño	8.454	9.431	185	21,85	19,58
Vilaboa	3.032	2.647	63	20,77	23,79
Chaves	57.748	24.762	1.115	19,30	45,01
Freixo	170.000	171.408	1.576	9,27	9,19
Lamego	19.300	11.719	412	21,33	35,14
Penices	32.404	19.106	497	15,33	25,99
Ponte da Baia	45.127	23.347	875	19,38	37,46
Serzedo	97.196	41.297	1.026	10,56	24,85
Sobreiras	200.000	145.288	3.497	17,49	24,07
Sousa	89.913	74.313	1.188	13,21	15,99
Vila Real	84.321	69.240	919	10,90	13,27

As ETAR de Ares e Chaves não possuem bombagem de entrada nem tratamento terciário, pelo que seria lógico supor que a sua taxa de potência instalada seria inferior à média. No entanto, embora isso ocorra em Ares, com o menor rácio de todos os auditados, Chaves tem uma relação de 19,3 kW / h.e., superior à maioria das instalações:

[8] Não há dados de potência instalada na ETAR Barcelos



Rácio Potência instalada/h.e. projeto



Rácio Potência instalada/h.e. reais

Em relação à potência instalada por h.e. reais, a média é muito maior, mais de 27,54 kW / h.e., 80% maior que h.e. projetados.

3.4.2 Sistemas de iluminação

Todas as instalações auditadas possuem sistemas de iluminação tanto dentro dos edifícios como nas áreas externas.

Na maioria dos casos, as luminárias correspondem aos seguintes tipos:

- Iluminação de oficinas interiores: as áreas de operação e controle das ETAR têm principalmente luminárias fluorescentes
- iluminação interior de zonas de processo: lâmpadas estanques e luminárias de campânula, com tecnologia fluorescente ou de iodetos metálicos
- Exterior: focos de iodetos metálicos e luminárias VSAP

Em nenhuma das instalações se observaram sistemas de controle de ignição ou iluminação nos sistemas externos. Geralmente têm on / off pelo relógio astronómico para a iluminação externa.

O consumo de energia na iluminação é responsável por uma média de 2,04% do consumo total da instalação.

Telas impermeáveis. ETAR Arcade

Iluminação exterior. ETAR Tomiño

3.4.3 Sistemas de Climatização

Somente as maiores instalações, que possuem um número considerável de pessoal, possuem sistemas de climatização propriamente ditos. Na maioria dos casos, existem apenas equipamentos elétricos portáteis. O consumo devido a estes equipamentos é praticamente irrelevante, assumindo na maioria das plantas entre 0 e 0,8% do total. Em média, o consumo nas 20 ETAR de climatização é de 1,27% do total.

Ar condicionado. ETAR A Pobra

Radiador. ETAR Ares

3.4.4 Bombagem de entrada

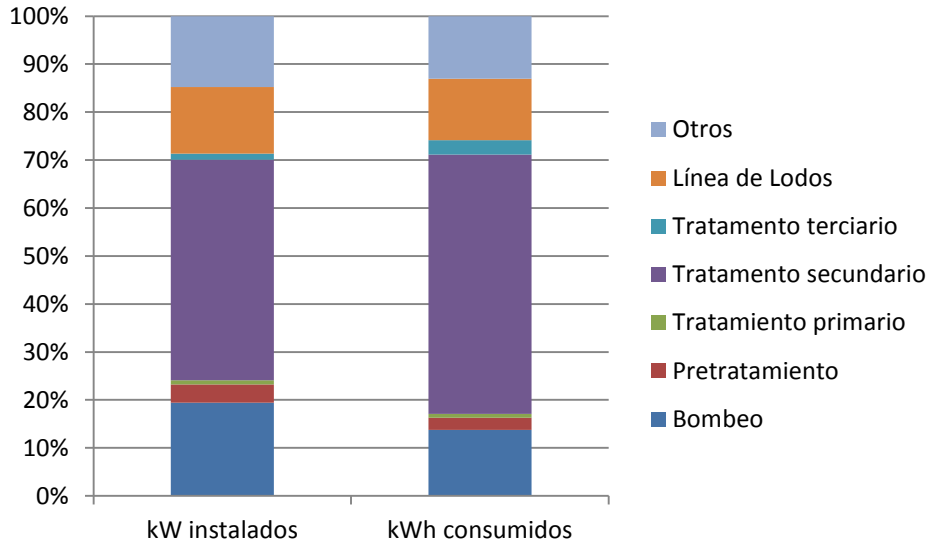
A bombagem de entrada é instalada quando as condições de localização da ETAR e a chegada do efluente tornam necessária a captação de água bruta desde a entrada até ao pré-tratamento. A potência necessária nas bombas pode ser considerável, pois, além de bombear água suja, elas podem ter que enfrentar uma altura manométrica significativa.

Das 20 ETAR auditadas, 13 tinham bombagem de entrada, 2 físico-químicas e 11 biológicas. A potência instalada nesses casos é elevada, com uma média de 149,18kW, o que representa 19,42% do total de potência instalada nas instalações que possuem bombagem.

A bombagem de entrada nessas 13 estações representa um consumo anual de 3.167.972 kWh, 13,74% do consumo anual total.

A distribuição de potências e consumo nas instalações com bombagem de entrada é a seguinte:

	Bombagem	Pré-trat.	Trat. 1ª	Trat. 2ª	Trat.3ª	Lamas	Outros
kW instalados	19,42%	3,84%	0,86%	45,95%	1,25%	13,88%	14,81%
kWh consumidos	13,74%	2,58%	0,77%	54,04%	3,01%	12,79%	13,07%



Distribuição P(kW) e consumo (kWh/ano) ETAR com bombagem de entrada

Como já foi indicado, nas ETAR com bombagem de entrada, essa parte do processo representa uma parte importante da potência instalada e do consumo anual.

Bombagem de entrada. ETAR A Pobra

No total, o consumo devido a este processo é de 3.167.972 kWh / ano, o que representa 9,35% do consumo total da ETAR auditada, com um custo anual de € 306.375 e emissões associadas de CO_2 de 1.235 Tn / ano.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Potência instalada kW	Consumo kWh/ano	Custo €/ano	Emissões Tn CO_2/ano
1.939,38	3.167.972	319.381,27 €	1.235,54

3.4.5 Pré-tratamento

Todas as ETAR auditadas registam consumos no pré-tratamento. Não há dados de potência instalada em dois deles: Barcelos e Sobreiras.

O pré-tratamento remove os sólidos de grande tamanho, pedras e areia, óleos, gorduras, e em geral todos os elementos inertes que causam um grande desgaste nas tubagens, bombas e outros equipamentos, também reduzindo o rendimento de toda a instalação.

As principais operações de pré-tratamento são: Separação de grandes sólidos (Tanque de materiais grosseiros); Gradagem; Tamisagem; Desarenamento; Desengorduramento e pré-arejamento. Na maioria dos casos, esses processos são resolvidos passando-se as águas residuais através de um sistema de grades, rototamisadores e desengorduradores-desarenadores. Os principais consumos advirão do movimento dos rototamisadores e dos sistemas de injeção de ar para desengorduramento.

Tamisadores Masko-Zoll. ETAR Arcade

Pré-tratamento. ETAR Cedeira

Pré-tratamento. ETAR A Pobra

A potência instalada no processo de pré-tratamento é baixa, com uma média de 23,78kW, o que representa 3,87% da potência total instalada nas estações para as quais há dados disponíveis. Com relação ao consumo, representa 3,82% do consumo anual total, cerca de 1.294.970 kWh.

Potência instalada kW	Consumo kWh/ano	Custo €/ano	Emissões Tn CO_2/ano
563,47	1.294.970	130.553,29 €	505,05

3.4.6 Tratamento primário

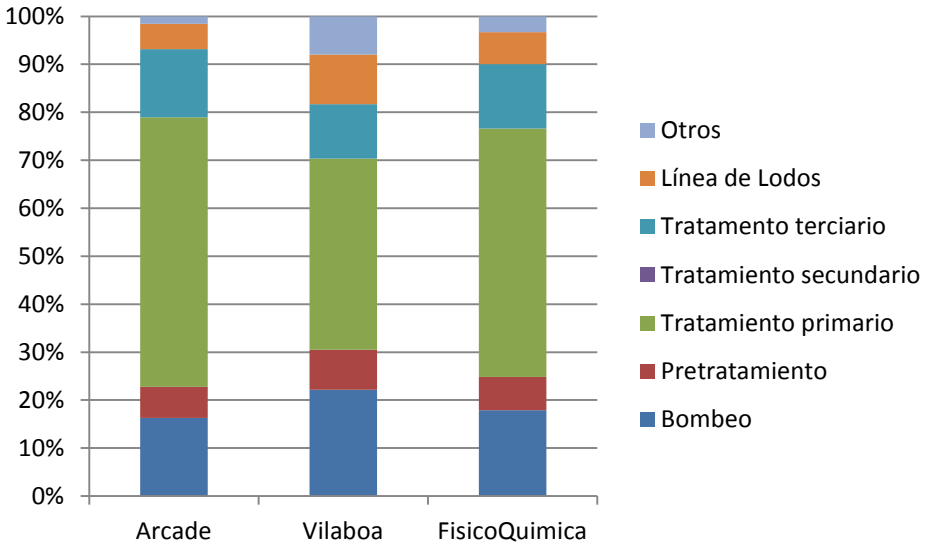
O tratamento primário tem um consumo significativo nas instalações físico-químicas, em que o material biológico é eliminado durante esse processo, por meio de sistemas combinados de coagulação-floculação e flotação.

Nestas instalações, o principal consumo ocorre durante este tratamento, principalmente devido ao funcionamento das bombas de pressão, que fornecem ar à mistura durante a floculação.

As duas instalações físico-químicas analisadas têm um sistema de tratamento muito semelhante, embora Arcade trate mais do que o dobro do caudal, o que se traduz numa potência instalada e um consumo muito superior. No entanto, as percentagens de distribuição de potência e consumo são muito semelhantes.

Bombas DAC. ETAR Arcade

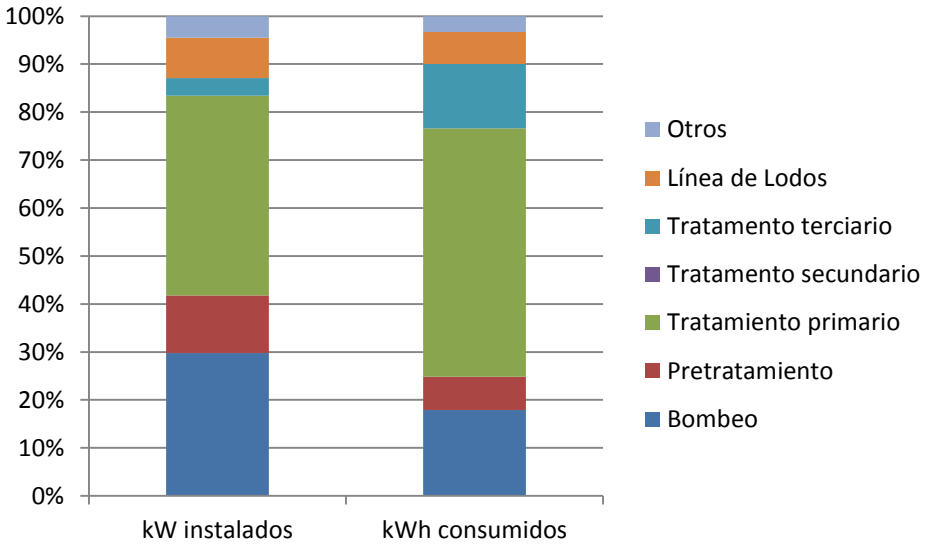
Floculação. ETAR Vilaboa



Distribuição de consumos em kWh nas instalações físico-químicas auditadas

A distribuição de potência e consumos nas instalações físico-químicas, com tratamento primário, é a seguinte:

	Bombagem	Pré-tratam.	Tratam. 1ª	Tratam. 2ª	Tratam.3ª	Linha de Lamas	Outros
kW instalados	29,75%	12,02%	41,68%	0,00%	3,64%	8,37%	4,53%
kWh consumidos	17,87%	6,98%	51,76%	0,00%	13,42%	6,66%	3,31%



Distribuição P(kW) e consumo (kWh/ano) ETAR físico-química

Potência instalada kW	Consumo kWh/ano	Custo €/ano	Emissões Tn CO_2/ano
85,45	176.699	17.811,01 €	68,90

3.4.7 Tratamento secundário

Foram auditadas 18 ETAR biológicas, isto é, estações em que a eliminação da matéria orgânica é realizada através de processos biológicos no tratamento secundário.

O mais comum foram as lamas ativadas (14 ETAR), um processo biológico que consiste no desenvolvimento de uma cultura bacteriana dispersa na forma de um flóculo num tanque agitado, arejado e alimentado com água residual, que é capaz de metabolizar como nutrientes os contaminantes biológicos presentes nessa água.

A agitação evita sedimentos e homogeneíza a mistura dos flocos bacterianos com a água residual. O objetivo da aeração necessária é fornecer o oxigénio necessário tanto para as bactérias quanto para o restante dos microrganismos aeróbicos.

Os principais consumos, neste caso, vêm dos agitadores, responsáveis pelo movimento da mistura, e dos sopradores, que fornecem à água o ar necessário para produzir o processo biológico.

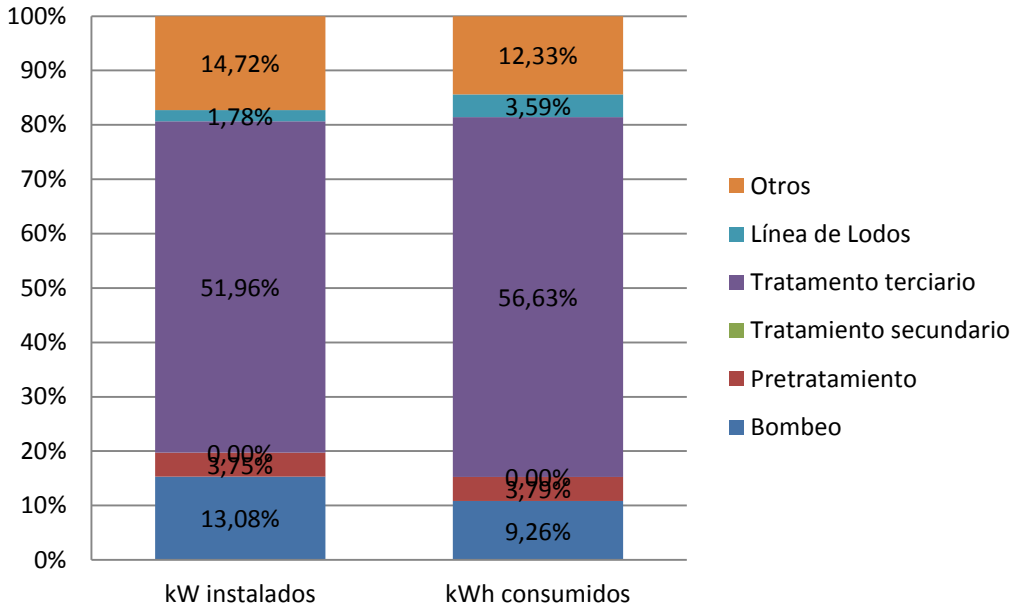
Depósito. ETAR Cedeira

Agitador ETAR Tomiño

Sopradores. ETAR Nigrán

O tratamento secundário destas ETAR envolve 7.463,60kW instalados, 51,96% da capacidade instalada nas instalações biológicas.

No total, o consumo do tratamento secundário das instalações auditadas representou mais de 18.993.325 kWh / ano, 56,63% do consumo total de ETAR.



Distribuição P(kW) e consumo (kWh/ano) ETAR biológica

Potência instalada kW	Consumo kWh/ano	Custo €/ano	Emissões Tn CO_2/ano
7.463,60	18.993.326	1.914.825,18 €	7.407,59

3.4.8 Tratamento terciário

O tratamento terciário constitui um complemento ao tratamento de águas residuais, obtendo assim a regeneração das mesmas. É usado principalmente quando as descargas são feitas em áreas sensíveis, onde devem ter baixo teor de azoto e fósforo, entre outros compostos que podem levar a um aumento descontrolado de microrganismos.

13 das instalações auditadas possuem algum tipo de sistema de tratamento terciário, sendo as mais comuns a desinfeção por lâmpadas UV, combinadas ou não com outros processos de eliminação de N e P.

O principal método de geração de radiação ultravioleta é a luz de arco de mercúrio de baixa pressão. Este método tem a vantagem de 85% da luz emitida ser monocromática, com um comprimento de onda de 253,7 nm. Para produzir UV, a luz é carregada pelo contato com um

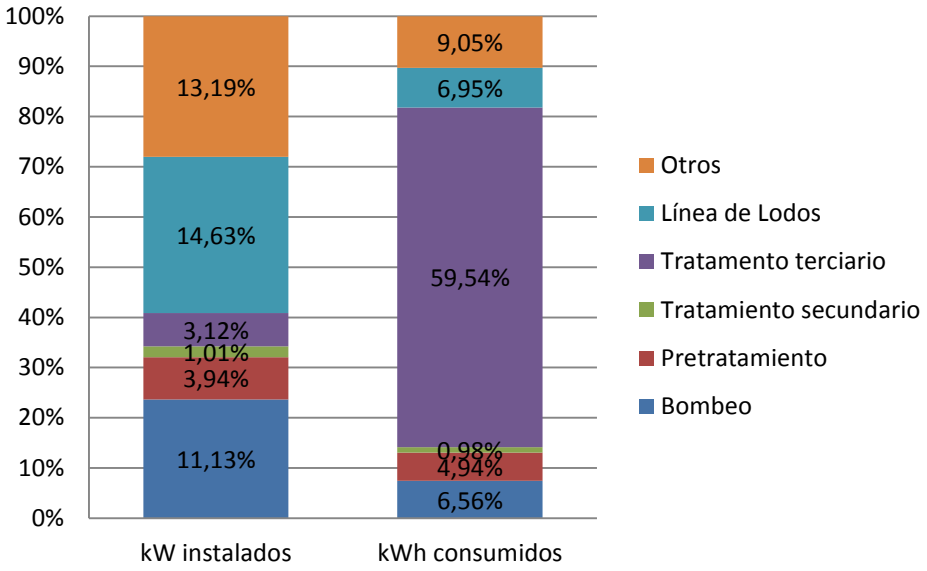
arco elétrico que produz a excitação do vapor contido na luz. É nesse processo que a principal demanda de energia é produzida.

A potência instalada nesse processo não é elevada, com 3,12% do total. Mas sendo equipamentos com um período de funcionamento elevado, maior em muitos casos às 12 horas / dia, o consumo compreende uma percentagem superior ao total, 6,95%. O peso do consumo de energia deste processo é maior nas instalações físico-químicas (representando 13,42% do total) do que nas biológicas (3,59%).

A distribuição de potências e consumo nas instalações com tratamento terciário é a seguinte:

	Bombagem	Pré-trat.	Trat. 1ª	Trat. 2ª	Trat.3ª	Lamas	Outros
kW instalados	11,13%	3,94%	1,01%	3,12%	14,63%	13,19%	11,13%
kWh consumidos	6,56%	4,94%	0,98%	59,54%	6,95%	9,05%	6,56%

Desinfeção UV. ETAR Nigrán



Distribuição P(kW) e consumo (kWh/ano) ETAR com tratamento terciário

Potência instalada kW	Consumo kWh/ano	Custo €/ano	Emissões Tn CO_2/ano
263,66	1.250.187	126.038,46 €	487,59

3.4.9 Linha de Lamas

Neste processo são realizadas as ações de tratamento e secagem de lamas, tanto as lamas primárias depositadas nos tanques de decantação primária quanto no excesso de lamas produzido no tratamento biológico. Todas as ETAR têm sistemas de tratamento e extração de lamas.

O principal consumo de energia ocorre durante as operações de secagem de lamas, principalmente por meios mecânicos, como centrífugas ou filtros de banda. Em alguns casos, o sistema de desodorização, incluído nesse processo, também representa uma percentagem importante de consumo.

Centrífuga. ETAR Cedeira

Desodorização. ETAR Ares

No total, o tratamento de lamas corresponde a 12,27% do consumo das instalações.

Potência instalada kW	Consumo kWh/ano	Custo €/ano	Emissões Tn CO_2/ano
2.131,40	4.158.696	419.261,79 €	1.621,93

3.4.10 Total de processos

O principal consumo da ETAR ocorre durante o processo de tratamento de água, sendo os consumos devido a iluminação e climatização pouco representativos, representando 2,38%.

Dos diferentes processos de tratamento, o principal consumo ocorre no tratamento secundário (no primário, no caso de ETAR físico-químicos), devido ao funcionamento dos sopradores e dos agitadores.

	Potência instalada kW	Consumo kWh/ano	Custo €/ano	Emissões Tn CO_2/ano
Bombagem de entrada	1.939,38	3.167.972	319.381,27 €	1.235,54
Pré-tratamento	563,47	1.294.970	130.553,29 €	505,05
Tratamento 1º	85,45	176.699	17.811,01 €	68,9

Tratamento 2º	7.463,60	18.993.326	1.914.825,18 €	7.407,59
Tratamento 3º	263,66	1.250.187	126.038,46 €	487,59
Linha de Lamas	2.131,40	4.158.696	419.261,79 €	1.621,93
Outros[9]	2.123,57	4.836.999	487.648,38 €	1.886,49
TOTAL	**14.570,53**	**33.878.849**	**3.415.519,38 €**	**13.213,09**

3.4.11 Gestão energética

O consumo de energia das instalações não é monitorizado em tempo real, não há sistema de monitorização para ajudar a analisar os caudais de energia na instalação.

Neste tipo de instalação, com um peso tão importante da faturação elétrica nos custos operacionais, recomenda-se um sistema de monitorização em tempo real, com o qual é possível analisar, comparar e estabelecer relações entre os dados obtidos, bem como estudar desvios no consumo ao longo da vida da instalação.

3.5 PERFIL ENERGÉTICO

Uma vez analisada a demanda de energia e o funcionamento dos diferentes equipamentos e processos de consumo, foi possível estabelecer o perfil energético das instalações auditadas, ou seja, quanto e onde é a energia elétrica consumida numa ETAR.

Os consumos foram diferenciados entre biológico e físico-químico, e em função dos h.e. tratados:

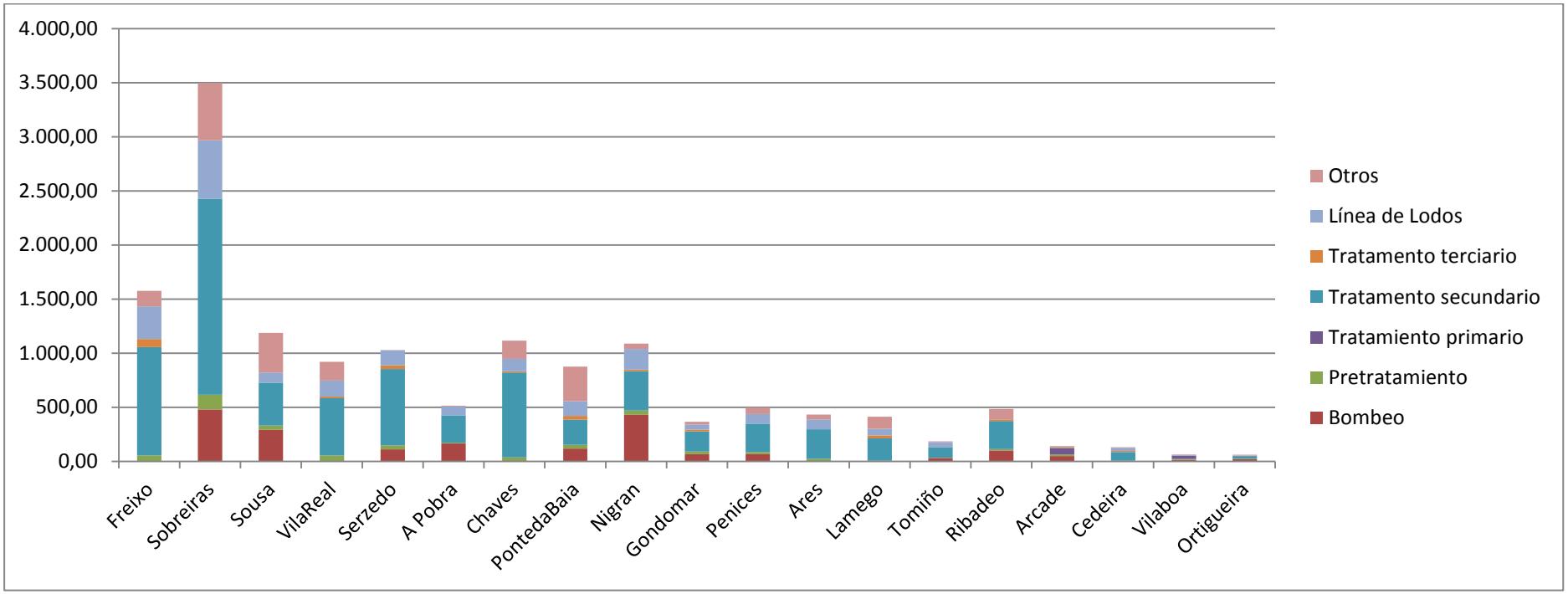
[9] Inclui iluminação, climatização e equipamentos auxiliares de processo

3.5.1 Consumos das instalações auditadas

POTÊNCIA INSTALADA kW

	ETAR	Total	Bombagem	Pré-trat.	Trat. 1º	Trat. 2º	Trat. 3º	Lamas	Outros
	Freixo	1.575,70	0,00	53,60	0,00	1.002,40	75,50	301,70	142,50
	Sobreiras	3.497,30	480,00	135,40	0,00	1.812,80	0,00	538,10	531,00
100K-500K	**Total**	**5.073,00**	**480,00**	**189,00**	**0,00**	**2.815,20**	**75,50**	**839,80**	**673,50**
	Barcelos	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sousa	1.187,96	290,40	40,79	0,00	395,34	0,00	94,66	366,77
	Vila Real	918,85	0,00	53,11	0,00	530,59	14,91	147,05	173,19
	Serzedo	1.026,23	111,00	37,01	0,00	704,32	34,80	138,08	1,02
30K-100K	**Total**	**3.133,04**	**401,40**	**130,91**	**0,00**	**1.630,25**	**49,71**	**379,79**	**540,98**
	A Pobra	514,82	164,00	9,60	0,00	251,20	0,00	80,98	9,04
	Chaves	1.114,55	0,00	36,17	0,00	784,06	13,20	113,65	167,47
	Ponte da Baia	874,69	119,20	32,66	0,00	234,67	32,98	137,64	317,54
20K-30K	**Total**	**2.504,06**	**283,20**	**78,43**	**0,00**	**1.269,93**	**46,18**	**332,27**	**494,05**
	Nigran	1.089,23	429,40	41,14	0,00	363,09	15,00	191,02	49,58
	Gondomar	364,85	66,00	24,12	0,00	186,25	16,70	47,18	24,60
	Penices	496,66	64,98	20,20	0,00	262,04	0,00	90,84	58,60
	Ares	431,87	0,00	24,51	0,00	270,74	0,00	91,82	44,80
	Lamego	411,76	0,00	6,42	0,00	206,81	25,88	62,23	110,42
10K-20K	**Total**	**2.794,37**	**560,38**	**116,39**	**0,00**	**1.288,93**	**57,58**	**483,09**	**288,00**
5K-10K	Tomiño	184,70	31,40	3,20	0,00	94,90	2,00	47,10	6,10

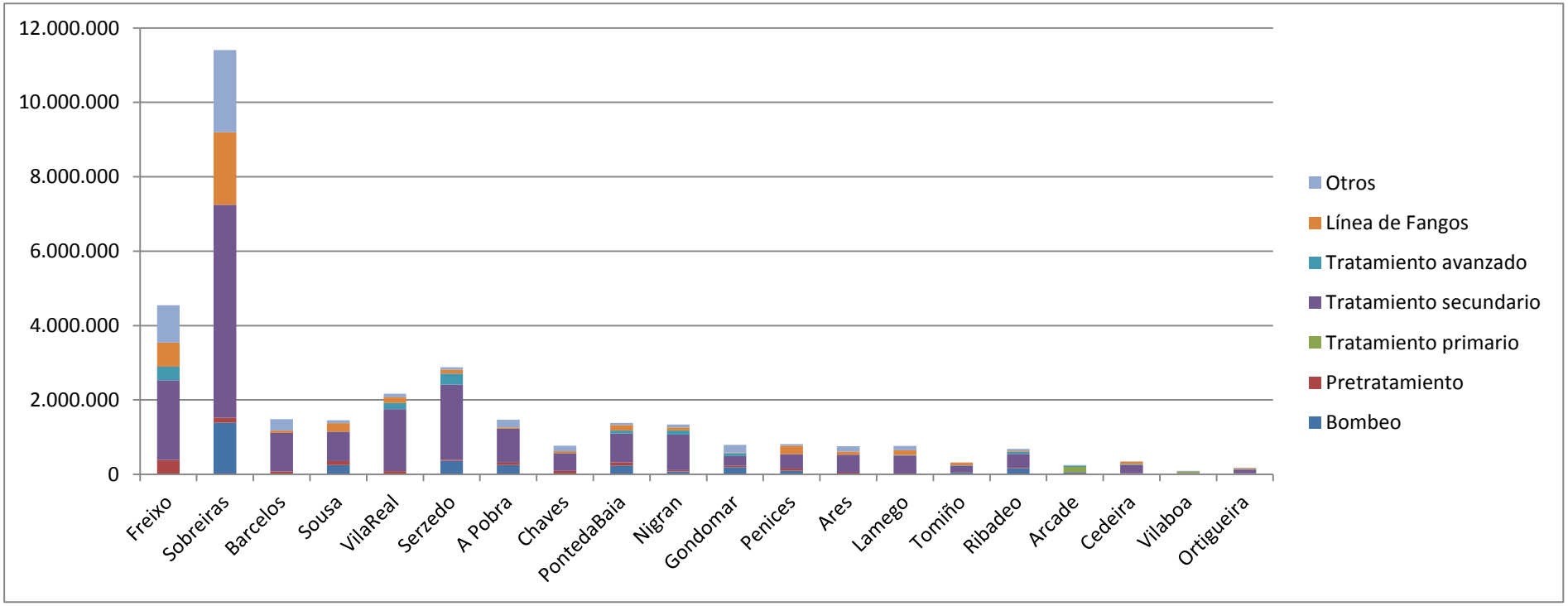
	Ribadeo	484,00	100,00	12,29	0,00	261,22	13,10	0,00	97,39
	Arcade	142,05	48,00	16,65	56,49	0,00	5,76	10,65	4,50
	Cedeira	131,22	0,00	5,90	0,00	80,00	9,75	29,31	6,26
	Total	**941,97**	**179,40**	**38,04**	**56,49**	**436,12**	**30,61**	**87,06**	**114,25**
	Vilaboa	62,98	13,00	8,00	28,96	0,00	1,71	6,52	4,79
	Ortigueira	61,11	22,00	2,70	0,00	23,17	2,37	2,87	8,00
<5K	**Total**	**124,09**	**35,00**	**10,70**	**28,96**	**23,17**	**4,08**	**9,39**	**12,79**
TOTAL ETAR AUDITADAS		**14.570,53**	**1.939,38**	**563,47**	**85,45**	**7.463,60**	**263,66**	**2.131,40**	**2.123,57**


4.000,00
3.500,00
3.000,00
2.500,00
2.000,00
1.500,00
1.000,00
500,00
0,00
Freixo
Sobreiras
Sousa
VilaReal
Serzedo
A Pobra
Chaves
PontedaBaia
Nigran
Gondomar
Penices
Ares
Lamego
Tomiño
Ribadeo
Arcade
Cedeira
Vilaboa
Ortigueira
Otros
Línea de Lodos
Tratamento terciario
Tratamento secundario
Tratamiento primario
Pretratamiento
Bombeo

CONSUMO ANUAL kWh

	ETAR	Total	Bombagem	Pré-trat.	Trat. 1º	Trat. 2º	Trat. 3º	Lamas	Outros
	Freixo	4.543.230	0	381.587	0	2.150.252	357.174	653.693	1.000.524
	Sobreiras	11.405.659	1.387.423	139.015	0	5.715.141	0	1.953.815	2.210.265
100K-500K	**Total**	**15.948.889**	**1.387.423**	**520.602**	**0**	**7.865.393**	**357.174**	**2.607.508**	**3.210.789**
	Barcelos	1.482.531	0	76.017	0	1.032.919	0	69.828	303.767
	Sousa	1.452.719	251.383	105.961	0	789.973	0	229.233	76.169
	Vila Real	2.167.798	0	83.462	0	1.666.861	164.666	156.856	95.953
	Serzedo	2.875.507	366.421	25.221	0	2.025.813	290.304	105.423	62.325
30K-100K	**Total**	**7.978.555**	**617.804**	**290.661**	**0**	**5.515.566**	**454.970**	**561.340**	**538.214**
	A Pobra	1.470.066	247.850	65.088	0	912.827	0	33.644	210.657
	Chaves	769.671	0	90.422	0	477.679	0	54.677	146.893
	PontedaBaia	1.381.154	238.675	79.969	0	781.289	77.836	144.322	59.063
20K-30K	**Total**	**3.620.891**	**486.525**	**235.479**	**0**	**2.171.795**	**77.836**	**232.643**	**416.613**
	Nigran	1.337.613	79.919	31.954	0	954.033	109.250	86.459	75.998
	Gondomar	791.258	191.727	40.481	0	262.954	75.909	11.193	208.994
	Penices	814.322	102.321	53.685	0	382.746	0	232.263	43.307
	Ares	756.464	0	43.877	0	486.816	0	82.845	142.926
	Lamego	763.529	0	9.461	0	496.236	15.660	125.743	116.429
10K-20K	**Total**	**4.463.186**	**373.967**	**179.458**	**0**	**2.582.785**	**200.819**	**538.503**	**587.654**
	Tomiño	319.872	41.793	11.114	0	173.978	12.019	75.388	5.580
	Ribadeo	680.880	162.679	13.804	0	368.677	67.200	28.711	39.809
5K-10K	Arcade	248.729	40.488	16.105	139.760	0	35.320	13.113	3.943

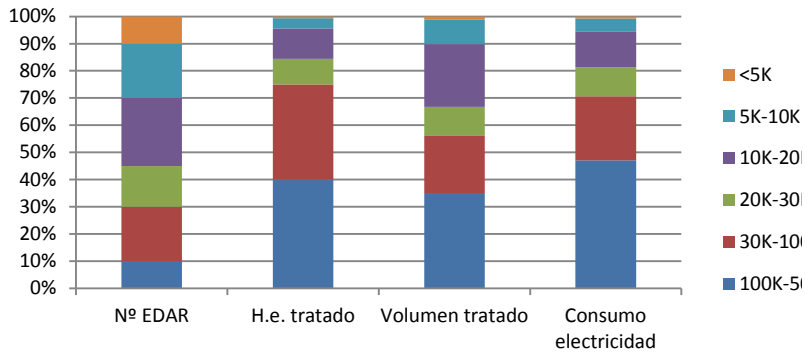
	Cedeira	346.763	9.782	16.370	0	226.300	18.814	67.478	8.019
	Total	**1.596.244**	**254.742**	**57.393**	**139.760**	**768.955**	**133.353**	**184.690**	**57.351**
	Vilaboa	92.626	20.510	7.738	36.909	0	10.486	9.622	7.361
	Ortigueira	179.458	36.783	3.639	0	88.832	15.549	24.390	10.265
<5K	**Total**	272.084	57.293	11.377	36.909	88.832	26.035	34.012	17.626
TOTAL ETAR AUDITADAS		**14.570,53**	**33.879.849**	**3.177.754**	**1.294.970**	**176.669**	**18.993.326**	**1.250.187**	**4.158.696**



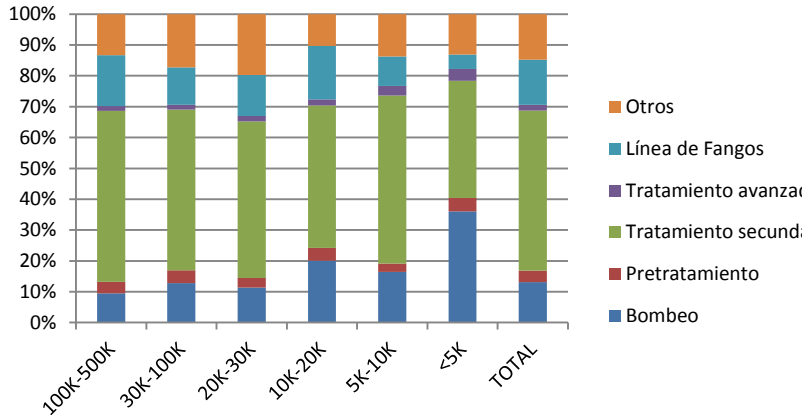
A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

PERFIL ENERGÉTICO ETAR BIOLÓGICA

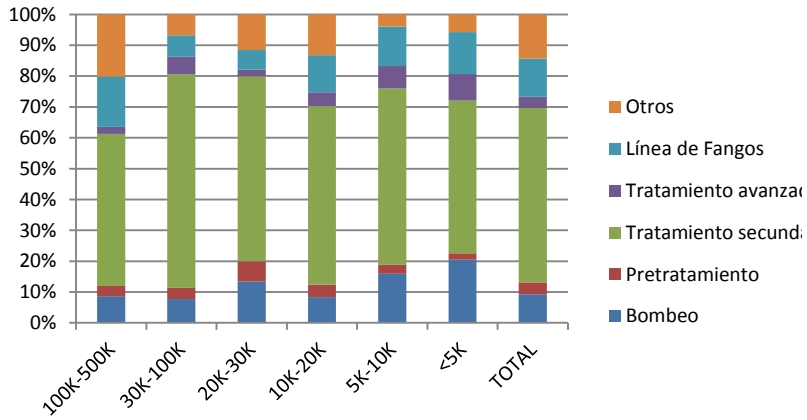
Categoria h.e. Tratado	Nº ETAR Auditadas	HE tratados	Água tratada hm^3/ano	Consumo GWh/ano
100K-500K	2	316.696	21,154	15,95
30K-100K	4	277.244	13,143	7,98
20K-30K	3	74.664	6,447	3,62
10K-20K	5	88.653	14,093	4,46
5K-10K	3	23.142	5,427	1,60
<5K	1	2.508	0,748	0,27
TOTAL	18	782.908	61,013	33,88



Categoria	Distribuição de potências instaladas por processos					
	Bombagem	Pré-tra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lamas	Outros
100K-500K	9,46%	3,73%	55,49%	1,49%	16,55%	13,28%
30K-100K	12,81%	4,18%	52,03%	1,59%	12,12%	17,27%
20K-30K	11,31%	3,13%	50,71%	1,84%	13,27%	19,73%
10K-20K	20,05%	4,17%	46,13%	2,06%	17,29%	10,31%
5K-10K	16,43%	2,67%	54,52%	3,11%	9,55%	13,72%
<5K	36,00%	4,42%	37,92%	3,88%	4,70%	13,09%
TOTAL	13,08%	3,75%	51,96%	1,78%	14,72%	14,72%



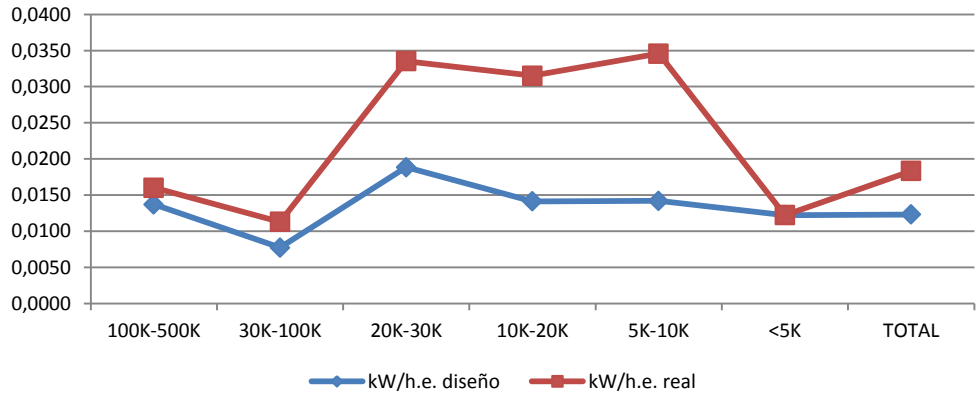
Categorias	Distribuição de consumo anual por processos					
	Bombagem	Pré-tra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lamas	Outros
100K-500K	8,70%	3,26%	49,32%	2,24%	16,35%	20,13%
30K-100K	7,74%	3,64%	69,13%	5,70%	7,04%	6,75%
20K-30K	13,44%	6,50%	59,98%	2,15%	6,43%	11,51%
10K-20K	8,38%	4,02%	57,87%	4,50%	12,07%	13,17%
5K-10K	15,90%	3,06%	57,06%	7,28%	12,73%	3,96%
<5K	20,50%	2,03%	49,50%	8,66%	13,59%	5,72%
TOTAL	9,29%	3,79%	56,63%	3,59%	12,33%	14,36%

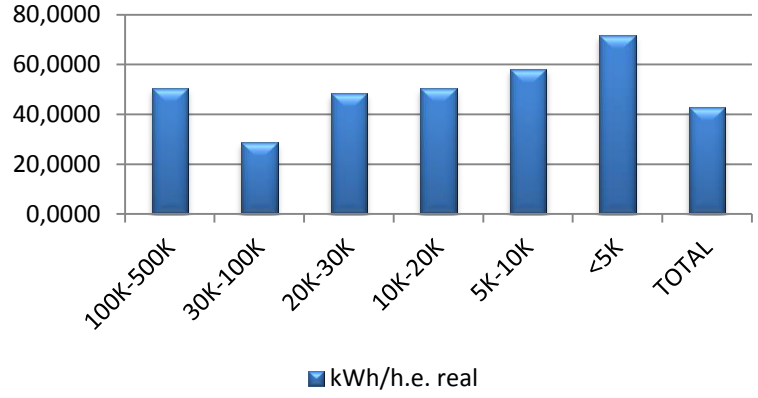


RÁCIOS DE CONSUMO

Categoria h.e. Tratado	Potência instalada		Consumo		Custo		Emissões	
	kW/h.e. projeto	kW/h.e. real	kWh/h.e. real	kWh/m^3 tratado	€/h.e. real	€/m^3 tratado	kg CO_2/h.e. real	kg CO_2/m^3 tratado
100K-500K	0,0137	0,0160	50,3603	0,7539	5,0771	0,0760	19,6410	0,2940
30K-100K	0,0077	0,0113	28,7781	0,6070	2,9013	0,0612	11,2237	0,2367
20K-30K	0,0188	0,0335	48,4956	0,5616	4,8891	0,0566	18,9138	0,2190
10K-20K	0,0141	0,0315	50,3442	0,3167	5,0755	0,0319	19,6347	0,1235
5K-10K	0,0142	0,0346	58,2271	0,3165	5,8702	0,0319	22,7092	0,1234
<5K	0,0122	0,0122	71,5542	0,5718	7,2138	0,0576	27,9069	0,2230
TOTAL	**0,0123**	**0,0183**	**42,8384**	**0,5645**	**4,3188**	**0,0569**	**16,7074**	**0,2202**

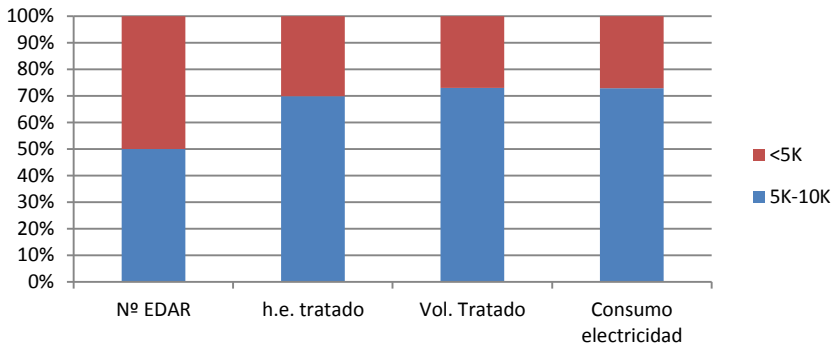
A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.





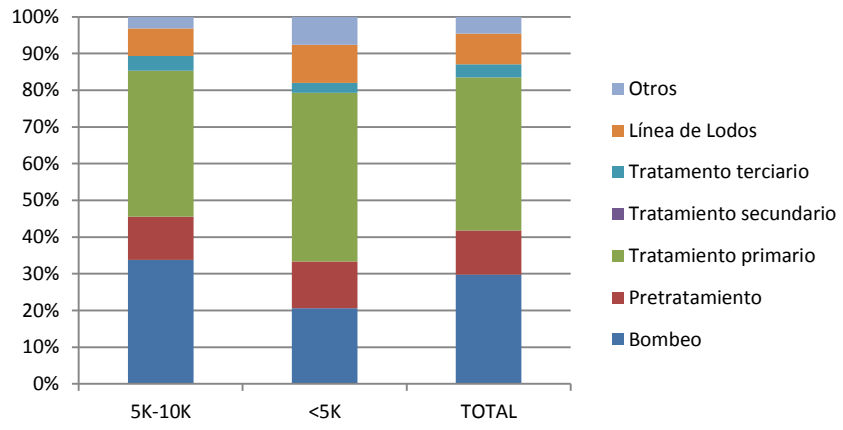
PERFIL ENERGÉTICO ETAR FÍSICO-QUÍMICA

Categoria h.e. Tratado	Nº ETAR Auditadas	HE tratados	Água tratada hm^3/ano	Consumo GWh/ano
5K-10K	1	6.115	1,170	0,249
<5K	1	2.647	0,434	0,093
TOTAL	2	8.762	1,604	0,341

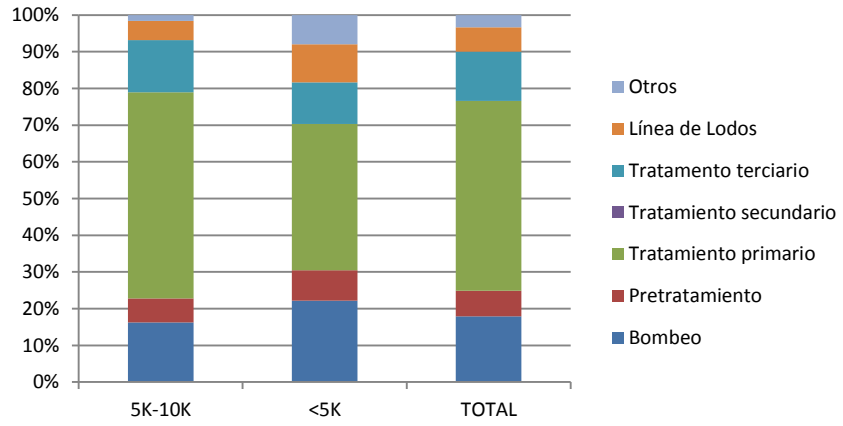


A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Categoria	Distribuição de potências instaladas por processos					
	Bombagem	Pré-tra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lamas	Outros
5K-10K	33,79%	11,72%	39,77%	0,00%	4,05%	7,50%
<5K	20,64%	12,70%	45,98%	0,00%	2,72%	10,35%
TOTAL	29,75%	12,02%	41,68%	0,00%	3,64%	8,37%

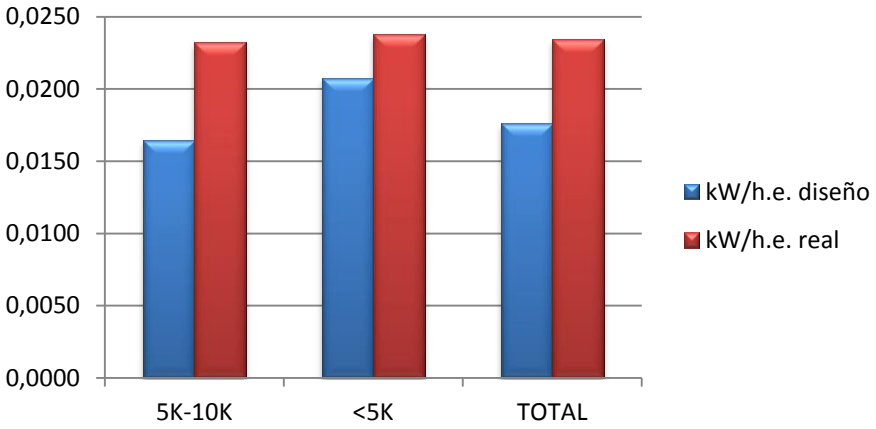


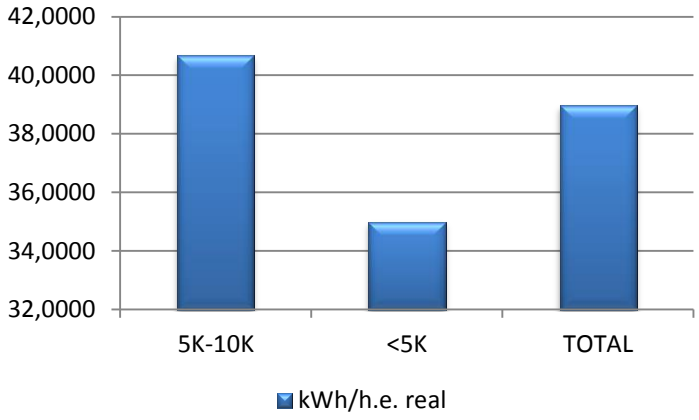
Categoria	Distribuição de consumo anual por processos					
	Bombagem	Pré-tra.	Trat. 2º	Trat. 3º	Lamas	Outros
5K-10K	16,28%	6,47%	56,19%	0,00%	14,20%	5,27%
<5K	22,14%	8,35%	39,85%	0,00%	11,32%	10,39%
TOTAL	17,87%	6,98%	51,76%	0,00%	13,42%	6,66%



RÁCIOS DE CONSUMO

Categoria h.e. Tratado	Potência instalada		Consumo		Custo		Emissões	
	kW/h.e. projeto	kW/h.e. real	kWh/h.e. real	kWh/m^3 tratado	€/h.e. real	€/m^3 tratado	kg CO_2/h.e. real	kg CO_2/m^3 tratado
5K-10K	0,0165	0,0232	40,6732	0,2126	4,1005	0,0214	15,8630	0,0829
<5K	0,0208	0,0238	34,9928	0,2135	3,5278	0,0215	13,6476	0,0833
TOTAL	**0,0176**	**0,0234**	**38,9572**	**0,2128**	**3,9275**	**0,0215**	**15,1937**	**0,0830**





A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

4 MEDIDAS DE MELHORIA APLICADAS E POTENCIAL DE POUPANÇA

Para estabelecer o potencial de poupança de energia nas ETAR da Eurorregião, foi aplicada a seguinte metodologia:

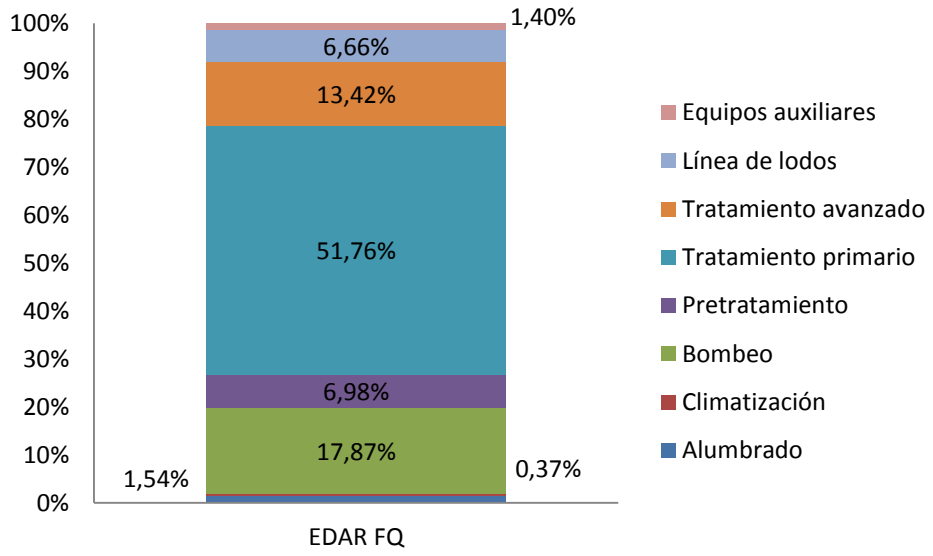
1ª Análise dos consumos das 178 ETAR de que estão disponíveis dados, determinando o consumo total:

Volume mensal de água tratada (m^3/mês)	Totais		ETAR Físico-Química		ETAR Biológica	
	Nº	Consumo GWh/ano	Nº	Consumo GWh/ano	Nº	Consumo GWh/ano
> 2.500.000	2	32,55	0	0	2	32,55
500.000 a 2.500.000	9	57,90	0	0	9	57,90
100.000 a 500.000	46	41,34	0	0	46	41,34
25.000 a 100.000	79	22,61	5	1,40	74	21,20
< 25.000	42	6,01	2	0,25	40	5,76
Total Eurorregião	**178**	**160,42**	**7**	**1,65**	**171,00**	**158,76**

2º Estabelecimento de um perfil de consumo de ETAR. Com base nos dados das instalações auditadas, foi estabelecida a percentagem de consumo de energia associada aos diferentes processos de ETAR, diferenciando entre ETAR físicas e químicas:

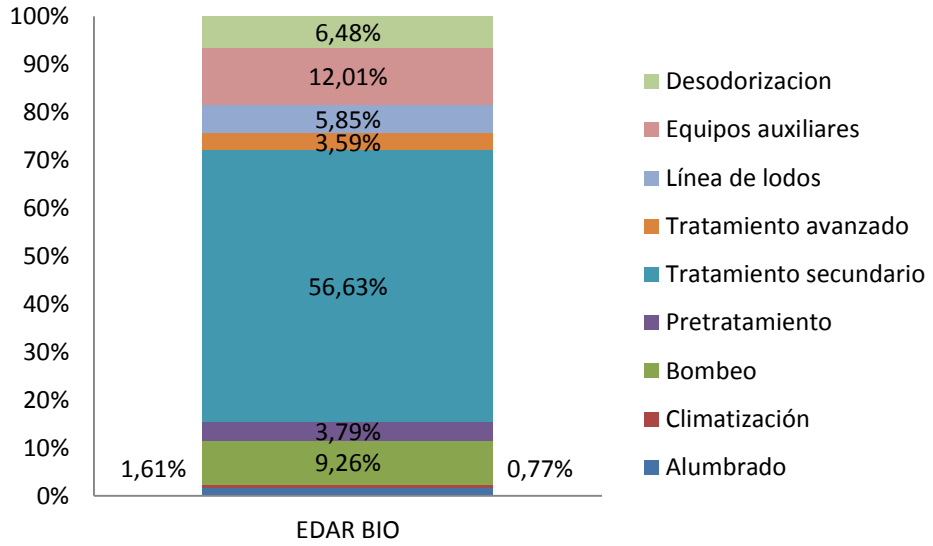
ETAR Físico-química

Processo	Distribuição consumos
Iluminação	1,54%
Climatização	0,37%
Bombagem	17,87%
Pré-tratamento	6,98%
Tratamento primário	51,76%
Tratamento avançado	13,42%
Linha de Lamas	6,66%
Equipamentos auxiliares	1,40%



ETAR biológica

Processo	Distribuição consumos
Iluminação	1,61%
Climatização	0,77%
Bombagem	9,26%
Pré-tratamento	3,79%
Tratamento primário	0,00%
Tratamento secundário	56,63%
Tratamento avançado	3,59%
Linha de Lamas	5,85%
Equipamentos auxiliares	12,01%
Desodorização	6,48%



3ª Distribuição do consumo global por processos para os dois tipos de ETAR, levando em consideração os perfis estabelecidos:

Processo	Consumo kWh/ano		
	ETAR FQ	ETAR BIO	TOTAL
Iluminação	23.621	2.563.986	2.587.607
Climatização	5.603	1.218.960	1.224.563
Bombagem	273.401	14.719.418	14.992.819
Pré-tratamento	106.868	6.022.017	6.128.884
Tratamento primário	791.855	0	791.855
Tratamento secundário	0	89.981.666	89.981.666
Tratamento avançado	205.309	5.705.805	5.911.113
Linha de Lamas	101.901	9.302.451	9.404.353
Equipamentos auxiliares	21.443	19.083.863	19.105.306
Desodorização	0	10.291.835	10.291.835
TOTAL	**1.530.000**	**158.890.000**	**160.420.000**

4ª Aplicação das melhorias propostas nas auditorias. Para avaliar o potencial das melhorias descritas nas auditorias realizadas, foi levado em consideração:

1. Tipologia da ETAR. Os fatores físico-químicos e biológicos serão considerados separadamente
2. Nível de afetação: global ou por processos

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

3. Percentagem de ETAR que poderia admitir essa melhoria, ou seja, que eles têm o processo afetado.
4. Estimativa da percentagem de ETAR em que seria aplicável, a partir da análise de inventário e dos resultados das auditorias.
5. Percentagem de poupança alcançada nas auditorias do consumo / processo total afetado
6. Para avaliação das poupanças económicas obtidas, foi utilizado o preço médio de 0,1008 cênt€/kWh consumido.
7. Para avaliação das emissões de CO_2 evitadas, foi utilizada a referência de 0,39001 kg CO_2/kWh.

4.1 MEDIDAS SOBRE FATURAÇÃO ELÉTRICA

Essas medidas não significam uma redução no consumo de energia da instalação, mas otimizam o gasto de energia e otimizam sua viabilidade.

4.1.1 Otimização da potência contratada

Descrição: O termo de potência tem um peso considerável na fatura elétrica, portanto é necessário adaptar a potência contratada à potência efetivamente exigida pela instalação. Muitas ETAR contrataram uma potência que não atende às suas reais necessidades, e tanto o excesso quanto o defeito de potência contratada podem incorrer em custos ou penalidades desnecessárias. É importante comparar a potência contratada com a potência do maxímetro, que indica a potência máxima registada para o período correspondente durante o mês indicado, para que seja detetado se existe um potencial de poupança pela adaptação das potências contratadas ao perfil de consumo.

Poupanças alcançadas: 151.298 €/ano

4.1.2 Deslocação de atividades para períodos mais económicos

Descrição: Devido à potência necessária, praticamente todas as ETAR possuem tarifa de energia elétrica com discriminação horária, ou seja, com diferentes preços dependendo da hora do dia e / ou do período do ano em que é consumido.

Sempre que a atividade produtiva permitir, seria interessante que as tarefas cujo consumo supõe um peso importante sobre o total da instalação sejam realizadas nos períodos tarifários mais baratos.

Sendo um processo contínuo que depende da entrada de água bruta, a maioria das atividades realizadas na estação de tratamento não tem flexibilidade para ser programada. O único processo que poderia ser transferido para um período tarifário mais conveniente é aquele relacionado à desidratação das lamas. Esse tratamento pode ser automatizado e programado para ser realizado em períodos em que a energia é mais económica.

Poupanças alcançadas: 91.176 €/ano

4.1.3 Outras medidas analisadas

Em geral, nos estudos, observou-se que a gestão da faturação é realizada com correção suficiente. Mesmo assim, em certos casos, pode ser necessário atuar nos diferentes aspetos do custo da energia, além do próprio consumo:

Negociação do preço da energia ativa: o mercado elétrico é liberalizado e os benefícios de solicitar ofertas de diferentes fornecedores para ajustar os preços de fornecimento não devem ser ignorados, obtendo-se poupanças que atingem 5% do custo total.

Compensação de energia reativa. O consumo de energia reativa acima de certos limites supõe uma penalidade económica na fatura, além de ser perniciosa para a própria instalação. Embora a maioria das instalações possua equipamentos de compensação, recomenda-se manter um controle constante que permita localizar rapidamente se ocorrem penalizações por este motivo e atuar para evitá-las, seja instalando baterias de condensadores ou outros equipamentos, como variadores de frequência ou autotransformadores.

4.2 MEDIDAS SOBRE EQUIPAMENTOS INSTALADOS

4.2.1 Uso de tecnologias de iluminação eficientes

Descrição: A maioria das ETAR tem instalados sistemas de iluminação fluorescentes (interiores) e de iodetos metálicos ou de vapor de sódio (exteriores). Em geral, eles não têm nenhum sistema de controlo de acendimento ou de luminosidade.

A melhoria consiste em substituir o equipamento atual por luminárias de tecnologia LED. As luminárias LED têm um rácio lm/W muito melhor do que os iodetos e incandescentes tradicionais, o que significa que, para obter a mesma intensidade luminosa, a potência instalada é menor. Além disso, eles não precisam de equipamentos arrancadores que consumam potência adicional, apenas o consumo do driver, que pode ser estabelecido em menos de 1 W por luminária. Tudo isso se traduz na poupança de energia consequente.

Por outro lado, o fator de potência no LED é quase 1, portanto não há consumo de energia reativa. Outra das vantagens dos LEDs face aos balastros é a sua durabilidade. As lâmpadas fluorescentes têm uma vida útil de 10.000 horas, enquanto os LEDs excedem 30.000 horas.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Todas	Iluminação	100%	90%	45%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período de retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
1.054.721	106.332,46 €	411,34	631.151,78 €	5,94

4.2.2 Monitorização energética em tempo real

Descrição: Nenhuma das ETAR auditadas tinha um sistema de monitorização de energia em tempo real, embora seja realizado um controlo de consumo e demanda usando sistemas SCADA.

Os sistemas de gestão de consumos permitem a gestão, monitorização e controlo do consumo de energia e faturação. A estrutura principal destas plataformas consiste em: contadores, um sistema de comunicação que pode ser com cabo ou sem fios, concentrador dos dados registados e um servidor onde todas as informações registadas pelos contadores são processadas e armazenadas. A visualização da informação pode ser feita através de um PC, computador portátil, telemóvel, etc. que pode ser conectado ao servidor via Ethernet, Wifi, GPRS / 3G.

A poupança energética obtida por esses sistemas deve-se à melhoria da gestão da faturação, verificação de erros de faturação, deteção de excesso de reativa e excesso de potência, além de detetar e notificar a variação do consumo de energia (eletricidade, gás, diesel, etc.) em relação aos valores normais. A isso devemos acrescentar também que a natureza e o tamanho da instalação afeta significativamente os consumos, pelo que as poupanças obtidas são muito variáveis indo de 3% a 15%. Para o caso específico de estudo é estimada um potencial de poupança de 3%.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Todas	Global	100%	90%	3%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período de retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
4.331.340	436.667,01 €	1.689,23	222.037,20 €	0,51

4.2.3 Substituição de bombas de entrada por bombas mais eficientes

Descrição: A bombagem de entrada representa 9,35% do consumo total das ETAR na Eurorregião, ou seja, perto dos 15 GWh / ano.

Dependendo do projeto da ETAR e do estado das bombas, é comum encontrar sistemas de bombagem sobredimensionados ou obsoletos, nos quais as bombas trabalham fora do seu ponto de eficiência ideal, produzindo um excesso de consumo.

Além disso, devido à idade de algumas das instalações, os motores utilizados para ativar as bombas são da classe IE2 ou inferiores. A mudança de motores para motores de maior eficiência, supõe uma diminuição no consumo energético dos mesmos, ao melhorar a sua eficiência. Embora seja um investimento importante, o elevado número de horas / ano de funcionamento dessas bombas permite a redução de custos para compensar o investimento realizado.

Em qualquer caso, esta medida é recomendada especialmente no caso em que seja necessário proceder à troca do grupo de bombagem por avaria ou fim de vida útil, de modo a que sejam selecionados grupos com as caraterísticas ajustadas ao trabalho real a ser realizado e com as tecnologias mais eficientes disponíveis.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Todas	Bombagem	52,81%	75%	8,44%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período de retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
501.064	50.515,08 €	195,42	586.299,64 €	11,61

4.2.4 Submersão ótima dos rotores de arejamento

Descrição: O fornecimento de ar é um processo crítico no tratamento de águas residuais. Os sistemas de arejamento de uma ETAR podem consumir até 70% da energia de uma ETAR. Os sistemas de arejamento mais utilizados são os sistemas de superfície e de difusão. Enquanto nos de superfície o ar é dissolvido na água por equipamentos parcialmente submersos que agitam as águas residuais, nos de difusão o ar é injetado desde o fundo do tanque de arejamento formando bolhas que ajudam a difundir o ar na água residual e quebrar a estratificação da coluna de água.

Os sistemas de superfície implicam um menor investimento e menor custo de manutenção, os de difusão são mais eficientes energeticamente e apresentam menores custos operacionais. Os rácios de consumo energético são geralmente entre 1,8-2,0 kg O_2 / kWh para sistemas de superfície e entre 3-5 kg O_2 / kWh para sistemas de difusão.

Os arejadores mecânicos de superfície agitam fortemente as águas residuais transferindo oxigénio do ar, aumentando a interface água-atmosfera. Uma tipologia muito difundida de arejadores mecânicos são aqueles conhecidos como rotores, utilizados em canais de oxidação onde, além de fornecerem arejamento mecânico, conferem uma velocidade horizontal, necessária para manter o fluído em movimento e as partículas em suspensão.

A transferência de oxigénio em sistemas com rotores pode ser regulada de várias maneiras; conectando ou desconectando unidades, ajustando a profundidade de imersão ou modificando a velocidade do rotor alterando os polos ou alterando a frequência. Deve-se notar que a frequência de projeto dos rotores, à qual eles normalmente operam, é a frequência ótima do ponto de vista energético.

Em relação à profundidade de imersão, deve-se ressalvar que existe uma faixa de imersão na qual a eficiência (kgO_2 / kWh) é ótima. Após a realização de um ensaio nos rotores de uma das ETAR, consistindo num ensaio a 3 alturas do portão 0 cm, +5 cm e +10 cm, com instruções de arranque e paragem entre 0,8 e 2,5 mg / l de O_2, foi observado que a energia para arejamento é significativamente menor à medida que a submersão é aumentada e um rendimento máximo é obtido no nível de + 5cm, o que melhora o rendimento do arejamento superficial em 11%.

A imersão dos rotores pode ser controlada por meio de um vertedor ajustável de operação automática controlado por um sensor de nível ultrassónico, mantendo a submersão no seu nível ótimo, independentemente do caudal de entrada.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Biológica	Trat. secundário	44,78%	75%	2,86%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período de retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
862.178	86.921,03 €	336,25	195.075,00 €	2,24

4.2.5 Controlo avançado do processo de arejamento

Descrição: Melhoria do controlo do oxigénio dissolvido do processo de arejamento por um controlo baseado na monitorização de amónia e nitrato.

O controle do processo de arejamento é crítico para a operação eficiente das estações de tratamento de águas residuais, uma vez que tanto a excesso de arejamento quanto a carência de arejamento têm efeitos prejudiciais. A energia desperdiçada no arejamento em excesso aumenta rapidamente com o aumento das concentrações de OD. A concentração de OD necessária para manter a atividade biológica estável é específica para cada estação de tratamento, mas geralmente varia de 1,0 a 2,0 miligramas por litro (mg / l) (+-0,5). O operador do processo deve selecionar o ponto de ajuste da concentração ideal de oxigénio em cada uma das áreas arejadas com base na sua experiência. Operar a concentrações de OD próximas à saturação aumentam a resistência do oxigénio dissolvido à solução. Isso reduz a eficiência da transferência de oxigénio e aumenta a energia gasta, além de acarretar outros

problemas operacionais, como aumento de espuma por organismos filamentosos, impactos negativos na parte anóxica devido à presença de oxigénio, etc.

A automação do processo de arejamento é fundamental e economiza uma energia considerável, ajustando-se rapidamente às condições variáveis exigidas no reator. O oxigénio necessário para manter os processos biológicos (isto é, a demanda de oxigénio) é proporcional à carga orgânica e de amoníaco-amónia nas águas residuais. Sistemas automatizados típicos usam leituras de concentração de oxigénio dissolvido em tempo real a partir das sondas de OD localizadas dentro dos reatores. O controlador de processo fornece uma saída de controle para o sistema de arejamento que responde ajustando o rotor, a frequência do ventilador ou a posição das válvulas de controle para fornecer a quantidade de ar necessária para manter o objetivo de OD. Um sistema de controle simples usa uma sonda OD e um objetivo de concentração de OD para todos os reatores. Uma estratégia de controle mais complexa envolve sondas individuais de OD e válvulas de controle para cada reator, que é mais eficiente no uso de energia.

Existem diferentes estratégias de controle aprimorado para sistemas de arejamento, que, utilizando pressão de ar, dados de caudal, dados estatísticos melhoram significativamente a eficiência de sistemas de controle baseados em oxigénio dissolvido, entre eles os sistemas de controle do sistema de arejamento das estações de tratamento a partir do controle de concentrações de amónia e nitrato com base em lógica difusa.

Durante os ciclos de arejamento, as taxas de caudal de ar são continuamente ajustadas para atingir uma taxa ótima de oxidação de amónia, o sistema estabelece um ponto de ajuste de amónia que é continuamente medido no efluente, a fim de evitar que seja fornecida uma maior quantidade de oxigénio do que o que as bactérias podem usar.

Quando a amónia excede em concentração o ponto de ajuste, o sistema de arejamento atuará proporcionando uma quantidade maior de oxigénio, ao contrário, quando a concentração de amónia for menor que o setpoint definido pelo sistema o fornecimento de ar diminuirá, ambas as ações serão sujeitas a limites que garantam o correto funcionamento do reator.

O objetivo deste sistema, baseado na lógica difusa, é cumprir em todos os momentos os limites de amónia no efluente, minimizando o consumo de energia.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Biológica	Trat. secundário	89,47%	75%	13,84%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período de retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
8.141.206	820.761,30 €	3.175,08	2.065.500,00 €	2,52

4.2.6 Regulação do processo de desinfeção UV

Descrição: A radiação ultravioleta em certos comprimentos de onda (normalmente entre 220 e 320 nanómetros) podem penetrar nas paredes celulares dos microrganismos e modificar o seu material genético. Isto limita a sua capacidade de reprodução e, portanto, previne as infeções. A radiação UV é gerada fazendo passar uma carga elétrica através de vapor de mercúrio dentro de uma lâmpada.

A eficiência dos processos UV dependem dos seguintes fatores:

- Intensidade da luz ultravioleta.
- Tempo de contato.
- Qualidade da água residual (turbidez).

O ponto fraco da radiação ultravioleta é a turbidez, se esta é elevada, a luz será incapaz de penetrar nos sólidos e a eficácia do processo será reduzida.

As necessidades energéticas para a radiação ultravioleta dependem do número, tipo e configuração das lâmpadas utilizadas. Outros fatores que a afetam o fornecimento da radiação UV são a temperatura, idade da lâmpada e a sujidade da mesma.

Normalmente, o controlo das lâmpadas UV se faz em função do caudal. O parâmetro essencial é a dose de radiação ultravioleta, a qual se baseia na intensidade e no tempo de

retenção. Os sistemas de desinfeção UV com capacidade de regulação podem adaptar-se às variações do caudal e qualidade da água, ajustando o funcionamento das lâmpadas e consequentemente os seus consumos.

Os 56,74% das ETAR da Eurorregião possuem de um sistema de desinfeção UV e possuem com um sistema de desinfeção UV com capacidade de regulação, no entanto, essa regulação na maioria das vezes não se encontra operacional. Para aplicação da melhoria se necessitará uma revisão pelo fabricante para ajustar o sistema e verificar previamente que os balastros existentes são eletrónicos.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Todas	Trat. terciário	89,47%	75%	13,84%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
8.141.206	820.761,30 €	3.175,08	2.065.500,00 €	2,52

4.2.7 Limpeza dos difusores e do circuito de arejamento ao reator biológico

Descrição: A diminuição da perda de carga no circuito de arejamento implica diminuir a energia necessária para a correta oxigenação do reator. Se trata de um circuito por onde circula uma quantidade de ar muito significativa e de forma continua, qualquer aumento na eficiência deste processo se repercutirá significativamente na fatura energética.

A acumulação de matéria orgânica e inorgânica na superfície dos difusores pode colmatar os seus poros, este fato produz um aumento das perdas de carga no difusor e afeta negativamente no rendimento de transferência de oxigénio na instalação. Para compensar

esta situação, existe um aumento do número de horas de funcionamento dos equipamentos de arejamento e por consequência um incremento do consumo energético.

Por outro lado, os próprios tubos que transportam o ar aos difusores podem colmatar parcialmente com as lamas, fato este, que produz o mesmo efeito anteriormente descrito. Ambas situações podem representar um aumento importante nos custos de operação da instalação.

Se se conseguir diminuir a perda de carga no circuito, diminuir-se-á a pressão de saída dos compressores e deste modo o trabalho que estes têm que realizar, o que influenciará diretamente na potência necessária no eixo e consequentemente na potência elétrica requerida pelo motor.

Para um caudal de ar constante a variação da pressão na linha é diretamente proporciona ao consumo especifico dos compressores.

A limpeza dos difusores com ácido fórmico é uma operação normal, se efetua em diferentes etapas até que verifique uma diminuição da pressão no coletor de ar. A limpeza interior dos tubos é recomendada quando se deteta lamas nas purgas realizadas nos tubos.

Ações deste tipo, limpeza química acompanhada de limpeza mecânica dos coletores, produziram poupanças energéticas muito significativas em diferentes ETAR, desde 3 a 12%.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Biológica	Trat. secundário	44,74%	90%	3%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
1.086.884	109.574,94 €	423,89	75.735,00 €	0,69

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

4.2.8 Substituição dos compressores por tecnologias mais eficientes

Descrição: Os compressores consome cerca de 40% da eletricidade total requerida pela instalação, devido a esse fato a sua otimização acarreta uma importante poupança energética

Um adequado arejamento e uma ótima seleção de compressores, são duas das considerações mais importantes que se devem ter em conta na hora de reduzir o consumo energético numa ETAR. Existem numerosos tipos e configurações de compressores, mas basicamente, se podem dividir em 2 grandes grupos: de deslocamento positivo (impulsionados por lóbulos ou por parafuso) ou centrífugos (impulsionados por impulsores).

A energia consumida pelos mesmos é função do caudal que impulsam, da respetiva pressão e do rendimento dos equipamentos. Devido à crescente importância que a eficiência energética está adquirindo no projeto dos equipamentos, nos últimos anos se desenvolveram novas tecnologias como por exemplo os turbocompressores com levitação magnética, com rendimento superiores, os quais permitem o arejamento nas estações de tratamento com custos energéticos mais reduzidos. É importante ressalvar que não existe uma tecnologia de arejamento que seja ideal para todas as situações, dependerá das condições do consumo, do perfil de caudais, das pressões de trabalho, etc.

A maioria das ETAR possuem de compressores de êmbolos rotativos, uma das tipologias menos eficientes:

Tecnologias	Eficiência Sistema (%)
Compressores rotativos lobulares	43-50
Compressores de parafuso	53-65
Compressores centrífugos multiestágios/velocidade fixa	60-68
Compressores centrífugos levitação (magnéticos/ar)	66-73

Se propõem a substituição dos equipamentos atuais por outros mais eficientes. Para este estudo escolheu-se por considerar como melhoria a substituição por compressores de parafuso, que pressupõe uma melhoria entre os 8 a 16% relativamente à eficiência atual.

Outro erro habitual é de se encontrar compressores sobredimensionados em relação ao caudal e pressão necessários.

Durante a fase de projeto se tende a sobredimensionar com o objetivo de proporcionar versatilidade para futuras sobrecargas, para reduzir riscos no cálculo e na seleção ou para proporcionar maior robustez ao sistema. Às vezes, para ajustar o caudal se recorre ao uso de dispositivos de estrangulamento, de bypass ou de paragens intermitentes, métodos estes muito pouco eficientes do ponto viste energético. Em determinadas ocasiões a aplicação de variadores de frequência podem ajudar a ajustar o caudal para as condições desejadas, mas nem sempre se pode alcançar um ponto de ótimo de funcionamento.

Em todo o caso, esta medida se recomenda especialmente no caso que seja necessário proceder a substituição do equipamento por avaria ou devido ao fim de vida útil, de forma a que os equipamentos selecionados possuam as caraterísticas ajustadas ao trabalho real a realizar e com as tecnologias mais eficientes atualmente disponíveis.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Biológica	Trat. secundário	89,47%	50%	15,01%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
6.043.622	609.291,93 €	2.357,02	2.529.662,73 €	4,15

4.2.9 Instalação de motores mais eficientes

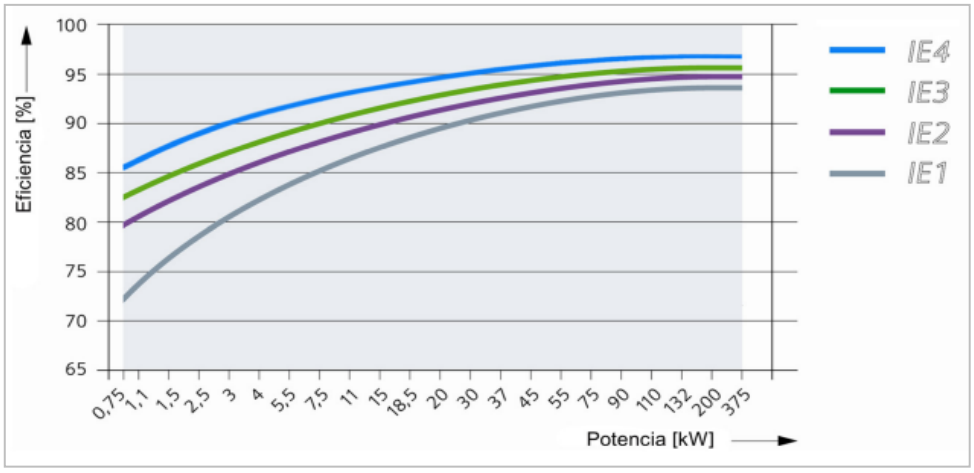
Descrição: Uma grande parte dos equipamentos das ETAR utilizam motores para seu funcionamento. As bombas, os ventiladores, os circuladores, agitadores, etc. são

equipamento acionados por motores elétricos, que funcionam de forma contínua ou quase contínua neste tipo de instalações industriais.

A IEC (Comissão Eletrotécnica Internacional) publicou normas IEC 60034-30 para a harmonização das classes das eficiências dos motores, estabelecendo as classes IE (International Efficiency) para motores desde 0,75 até 375 kW.

A classificação estabelecida é a seguinte:

- IE1: eficiência padrão (comparável com antiga EFF2).
- IE2: alta eficiência (comparável com antiga EFF1).
- IE3: eficiência premium.
- IE4: eficiência super premium.



Na maioria dos casos, os equipamentos disponíveis nas ETAR são da classe IE2. A substituição dos motores por motores de maior eficiência, representa uma diminuição do consumo energético dos mesmos e devido ao elevado número de horas/ano de funcionamento, em muitas ocasiões esta redução de custos compensa o investimento realizado. Desde 01/01/2017 (de acordo com Regulamento (CE) 640/2009), só é permitido instalar motores IE3 em potência desde 0,75 a 375 kW ou como alternativa motores IE2 acionados por variadores de frequência.

Tem de se ter em linha de conta que as maiores diferenças na eficiência se fazem sentir nas potências mais baixas, de modo que, para que a melhoria da eficiência nos motores seja economicamente interessante se recomenda a substituição por motores de alta eficiência nos seguintes casos:

- Motores entre 0,75-15kW com classe eficiência IE1 e mais de 4.000h de funcionamento.
- Motores de mais de 15kW com classe eficiência IE1 e mais de 5.000h de funcionamento.
- Motores com classe de eficiência IE2 e mais de 8.000h de funcionamento

Em geral, devido ao importante investimento a realizar, esta medida é recomendável especialmente em casos de substituição de motores existentes de pequeno e de médio tamanho. Os principais motivos a ter linha de conta na hora de avaliar a necessidade de substituir um motor são:

- Avaria ou fim de vida útil.
- Sobredimensionamento. Em muitos casos, mais especificamente nas ETAR com grande frequência, se utilizam critérios de robustez para o dimensionamento dos equipamentos, que estão ligados diretamente ao aumento da ineficiência energética devido a que o motor trabalha fora do seu regime de nominal um grande número de horas. O rendimento de um motor baixa consideravelmente quando a sua a carga é inferior a 50%.
- Antiguidade. Um motor antigo em operação sofre uma perda do seu desempenho inicial, com o consequente aumento do consumo de energia. Normalmente, os motores antigos realizam manutenção a qual envolve o seu rebobinamento. Considera-se que após 2 ou 3 rebobinagens a eficiência de um motor pode diminuir em 2%.
- Eficiência. Atendendo a critérios de melhoria do rendimento energético do motor

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Todas	Global	100%	50%	0,75%

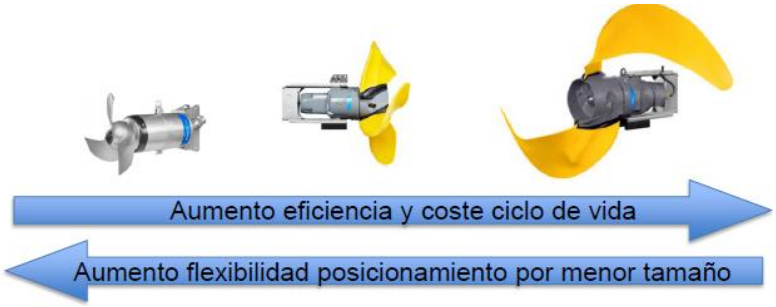
Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
597.817	60.269,31 €	233,15	575.299,35 €	9,55

4.2.10 Instalação de agitadores mais eficientes

Descrição: O tratamento biológico necessita de um sistema de arejamento e de agitação que produza oxigénio necessário para a atividade bacteriana das bactérias, evitar a sedimentação dos flóculos e permita a homogeneização das lamas ativadas.

Os agitadores são, em conjunto com compressores, um dos principais consumidores da ETAR. É importante, portanto otimizar seu funcionamento, optando-se por tecnologias mais eficientes.

Nos casos dos agitadores submersíveis, a potência dissipada na agitação vai depender da velocidade de rotação da hélice e, do mesmo modo, do diâmetro da mesma. A poupança energética vai depender do agitador selecionado:



	Compactos	Alta Eficiencia	Banana
Empuje 50Hz (N)	80 - 6400	140 - 6150	410 - 4500
Maxima Eficiencia (N/kW) – ISO 21630	150-250	600-1500	600-1330
Diametro pala (m)	0.21 - 0.77	1.4-2.5	1.4 - 2.5

Comparação da eficiência dos agitadores. Fonte FLYGT

Os agitadores tipo Banana têm a maior eficiência energética, devido às dimensões das suas pás, no entanto requerem maior espaço para a sua montagem.

Esta medida é especialmente interessante na ETAR com sistemas de difusores utilizados para a homogeneização da água residual.

A implementação de agitadores mais eficientes também pode ser avaliada quando se observa um consumo excessivo dos atuais ou quando estes se encontram no seu final de vida útil.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Biológica	Trat. Secundário	44,74%	50%	27,38%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
5.511.894	555.685,42 €	2.149,64	5.447.385,94 €	9,80

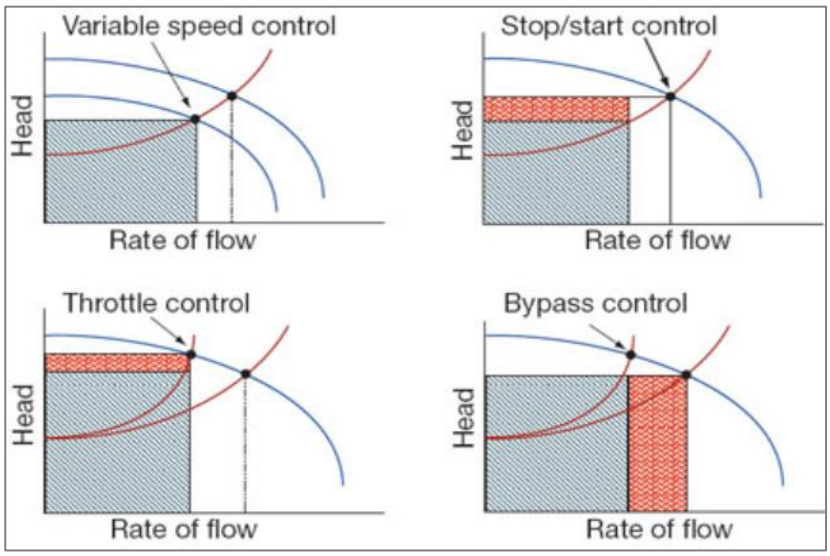
4.2.11 Instalação de variadores de frequência nas bombas e motores

Descrição: Os variadores de frequência podem ser utilizados numa grande gama de aplicações, sendo as mais comuns aquelas aonde é necessária uma velocidade variável na operação.

Uma grande parte dos motores acoplados aos equipamentos de uso industrial foram projetados para funcionar a velocidade constante, este fato não implica qualquer problema quando as condições de operação são constantes, mas em situações nas quais se verificam condições variáveis, a eficiência energética do sistema pode ser reduzida.

Nas ETAR existem equipamentos como bombas, ventiladores e sopradores, etc. que as vezes são projetados para funcionar à velocidade constante, de modo que se for necessário a variação do seu caudal se deverá realizar o ajuste do fluxo por meio de dispositivos de estrangulamento, circuitos de *bypass* ou mediantes paragens contínuas. Estes métodos

aumentam as perdas de carga ou consomem energia desnecessária, com a utilização de um variador de frequência acoplado ao motor se poderá evitar estas perdas. Além disso nas ETAR é também comum que haja motores trabalhando a uma velocidade superior à necessária para sua correta operação. Em ambos casos, o uso de variadores, é recomendado para a redução do gasto energético. Na seguinte figura se representa graficamente a energia requerida (azul) e a energia desperdiçada (vermelho) para diferentes estratégias de controlo para o ajuste do caudal.



Estratégias de ajuste do fluxo com variador de frequência, arranque/paragem, estrangulamento ou bypass

Existem duas situações em que esta medida poder aplicada:

a) Motores acoplados a bombas, ventiladores ou ventiladores cuja regulação de caudal se realiza mediante estrangulamento, bypass ou mediante arranque/paragem.
b) Motores cuja velocidade se pode diminuir sem afetar a sua operação.

Em geral, as ETAR já possuem de variadores de frequência nos motores e bombas de maior potência. No entanto, muito dos motores pequenos não possuem, contudo dever-se-á ter em linha conta que embora estes tenham uma potência baixa, o funcionamento contínuo de alguns destes faz com que os seus consumos sejam representativos e devido a esse fato a instalação destes equipamentos neste tipo de motores poderá ser interessante em termos económicos.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Todas	Global	100%	20%	2,36%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
758.555	76.474,23 €	295,84	438.321,98 €	5,73

4.2.12 Substituição dos arejadores de pré-tratamento

Descrição: Um dos objetivos do pré-tratamento é separar as gorduras, óleos e espumas da água residual. Com as águas residuais domesticas, a eliminação das gorduras se torna essencial quando não existe sedimentação primária, a separação das gorduras geralmente se combina com a eliminação das areias e é realizada por injeção de ar, para não emulsionar as gorduras e melhorar a flutuabilidade.

Existem tecnologias que melhoram a eficiência do processo de separação através da injeção de bolhas de diâmetro mais pequeno do que os arejadores convencionais, melhorando assim a eficiência da separação das gorduras e óleos. Com o diâmetro de bolha atingido por estas tecnologias (<200µm em 60% das bolhas), a bolha, conserva a sua trajetória até à superfície, com uma velocidade ascensional baixa e opera em condições pouco turbulentas. Além disso, o consumo energético diminui consideravelmente, ao ser necessária menos potência instalada para realizar o processo.

Poupanças alcançadas:

Tipo ETAR	Processo afetado	% ETAR admissíveis	% Aplicabilidade	% Poupança alcançada
Biológicas	Pré-tratamento	88,24%	30%	46,92%

Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
747.878	75.397,87 €	291,67	253.480,74 €	3,36

4.2.13 Outras medidas analisadas

Além das propostas anteriormente referidas, as auditorias energéticas realizadas identificaram opções de melhoria e de poupança em outros pontos do processo de tratamento, no entanto devido a complexidade das mesmas não se pode realizar corretamente a sua avaliação exata de poupança esperada e dos custos para a executar.

Entre as medidas propostas estão:

Substituição de difusores de bolha grossa por difusores de bolha de fina mais eficientes: Um dos sistemas mais difundidos para o arejamento dos reatores são os sistemas de arejamento mediante difusores. A aplicação de difusores com um tamanho de bolha menor supõe um aumento na capacidade de dissolver o oxigénio na água, ter uma maior superfície efetiva e, portanto, uma maior eficiência. Uma má eficiência na difusão do ar gera maiores consumos energéticos.

É importante ter em conta que o tipo de difusor influencia a frequência de limpeza e a pressão necessária para impulsar o ar, tamanhos pequenos do poro implica maior tendência ao fouling (obstrução). Por isso, se recomenda o uso de difusores de bolha grossa em aplicações mais exigentes, como lamas e águas residuais industriais.

A substituição das membranas dos difusores por umas membranas bolha fina, que gerem maior SOTE (Standard Oxygen Transfer Efficiency) e que, portanto, exigem de menor caudal de ar, pode-se conseguir poupanças até 30% no consumo do tratamento secundário.

Instalação de estruturas que permitam a ventilação natural dos espaços, de forma a minimizar os tempos de funcionamento do sistema de desodorização. Este processo, incluído dentro da linha de tratamento de lamas, em algumas ETAR pode corresponder a cerca de 10% do consumo total da instalação, devido a esse fato será muito importante estudar quaisquer opções de melhoria. Outra proposta apresentada para minimizar o funcionamento destes equipamentos é o seccionamento da área de atuação. Normalmente o sistema de desodorização se encontra dimensionado em termos de capacidade de ventilação para uma determinada áreas de atuação. Embora, existam situações em que toda esta área não necessita de se efetuar renovações, apenas uma parte. Para isso, o sistema de condutas deverá estar preparado para permitir um seccionamento das zonas que necessitam renovação de ar das outras que não necessitem.

Com a aplicação desta medida, o sistema de desodorização se tornará mais eficiente em termos de procedimento. Se aliarmos a esta medida a instalação de variadores de frequência nos motores dos ventiladores, os quais modularão o funcionamento destes adaptando-se as necessidades reais de trabalho, poder-se-á obter melhorias em termos de eficiência energética.

4.3 IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

4.3.1 Instalações fotovoltaicas

Descrição: Os painéis solares fotovoltaicos convertem diretamente a radiação solar em energia elétrica limpa, renovável, sem emissões, ruido ou poluição. A energia solar fotovoltaica é uma tecnologia madura, com centenas de GW de potência instalada a nível mundial e compete a nível de custos de produção com as fontes de geração tradicionais. Não tem componentes móveis e por tanto requere o mínimo de manutenção.

As ETAR são estações particularmente interessantes para instalação deste tipo de tecnologias pois têm consumos permanentes durante todo o dia e durante todos os dias do ano, de

modo que, com uma instalação solar corretamente dimensionada, se poderá aproveitar toda a energia produzida pela instalação fotovoltaica, maximizando assim os benefícios obtidos.

As instalações propostas são instalações de autoconsumo, ou seja, em que toda energia gerada é consumida diretamente nos diferentes processos da estação. A instalação mantém a conexão a rede geral, portanto, não é necessária a instalação de baterias e assegura o fornecimento elétrico permanente.

Para a avaliação do potencial se considerou uma instalação de 15 kW, uma vez que geralmente uma ETAR não possui de muita superfície livre para a instalação de painéis solares.

Se considerou geralmente 1.250 horas de sol pico, de acordo com os cálculos realizados em diferentes pontos da Eurorregião com a ferramenta PVGIS, desenvolvida pela Comissão Europeia.

Poupanças alcançadas:

Produção anual			Investimento	Período retorno
kWh	€	Tn CO_2	€	Anos
2.336.250	235.530,64 €	911,14	2.242.800,00 €	9,52

4.3.2 Instalação de turbinas hidráulicas

O aproveitamento da energia potencial e cinética da água para sua transformação em energia elétrica é uma pratica vulgarmente utilizada. Em muitas estações existem desníveis entre cotas donde esta energia pode ser transformada em energia elétrica através da utilização de uma turbina. Se trata de uma energia limpa, com custos de operação baixos e com uma alta disponibilidade, embora os custos de manutenção podem ser elevados devido a esse fato é necessário realizar um estudo de viabilidade detalhado para cada caso.

Existem duas localizações donde se pode instalar este tipo de equipamento:

- Na entrada da ETAR, sempre que esta localizada a uma menor cota que a rede de saneamento. Neste caso, devido a ser águas ainda não tratadas, será necessário

escolher uma turbina projetada para águas brutas e será necessário também realizar um pré-tratamento antes da turbina.

- Na saída da ETAR, no efluente, quando existe uma diferença de cotas entre a entrada da ETAR e a saída, uma vez que se trata de água já tratada as exigências da turbina são menores.

Em qualquer caso, o aproveitamento desta energia hidráulica depende das caraterísticas construtivas e da localização da ETAR, pelo que à priori não é uma opção que possa aplicar de uma forma geral.

Entre as ETAR auditadas apenas a de Ares, ou seja, 5% da amostra- tem uma localização interessante do ponto de vista de aproveitamento de energia hidráulica, devido a sua elevada cota relativamente ao seu ponto de descarga, que permitirá a instalação de uma turbina para o aproveitamento da energia potencial da água tratada antes da sua emissão para o mar.

As poupanças alcançadas e o custo da instalação vão depender do caudal aproveitável, das obras a realizar e dos equipamentos a instalar, o que impossibilita quantificar através de suposições.

Contudo, tanto no caso da ETAR de Ares como de outras fora do estudo, naquelas em que estes sistemas foram instalados as poupanças atingidas se encontram entre 15 a 30% do consumo total da ETAR, devido a esse fato recomenda-se a realização de um estudo detalhado desta possibilidade de poupança sempre que as caraterísticas da estação o permitam, ou seja, que exista uma diferença de cotas considerável tanto na entrada como na saída de caudais.

4.4 POTENCIAL DE POUPANÇA NA EURORREGIÃO

O potencial de poupança foi estabelecido nas 178 ETAR da Eurorregião, assumindo as poupanças parciais de cada uma das medidas quantificadas na fase anterior.

Não se considerou as poupanças derivadas daquelas medidas dependentes de uma análise mais profunda da sua viabilidade.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Para a avaliação económica do ponto de partida e das poupanças alcançadas, se considerou um custo de energia para o ano 0 de 0,1008157€/kWh.

Para a avaliação ambiental do ponto de partida e das poupanças alcançadas se utilizou como fator 0,39001 kg CO_2/kWh.

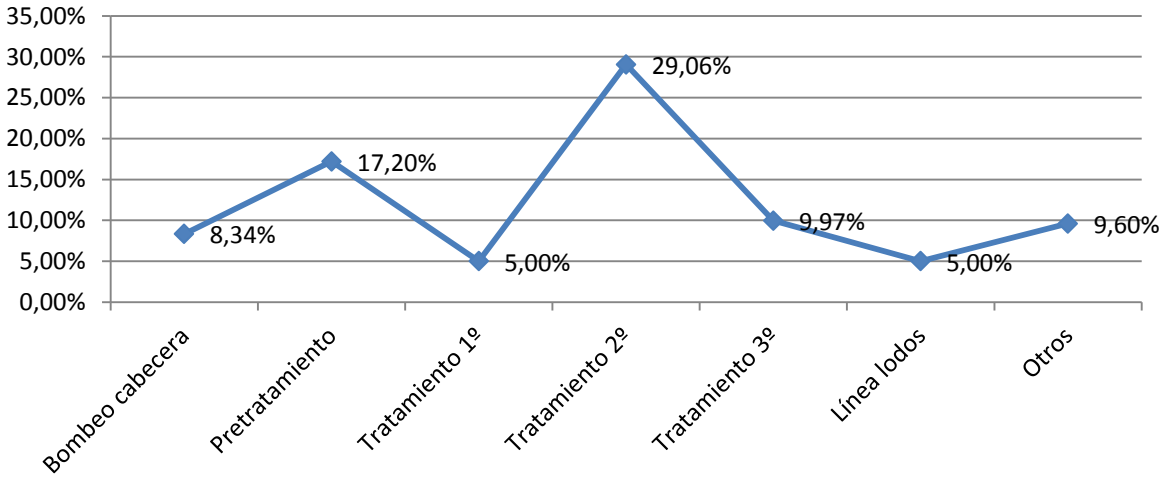
SITUAÇÃO ATUAL			
	kWh/ano	€/ano	Tn CO_2/ano
TOTAL	160.420.000	16.172.852,25 €	62.565,40
SITUAÇÃO ATUAL			
TOTAL	32.266.891	3.495.482,15 €	12.584,12
Sobre o total	**20,11%**	**21,61%**	**20,11%**

RESUMO DAS MEDIDAS AVALIADAS

		Poupanças anuais alcançadas			Investimento	Retorno
		kWh	€	Tn CO2	€	Anos
1	Iluminação LED	1.054.721	106.332,46 €	411,34	631.151,78 €	5,94
2	Monitorização Energética em tempo real	4.331.340	436.667,01 €	1.689,23	222.037,20 €	0,51
3	Bombagem de entrada. Substituição por bombas mais eficientes	501.064	50.515,08 €	195,42	586.299,64 €	11,61
4	Submergência ótima dos rotores de arejamento	862.178	86.921,03 €	336,25	195.075,00 €	2,24
5	Controlo avançado do processo de arejamento	8.141.206	820.761,30 €	3.175,08	2.065.500,00 €	2,52
6	Regulação do processo de desinfeção UV	293.481	29.587,51 €	114,46	53.751,32 €	1,82
7	Limpeza dos difusores e circuito de arejamento do reator biológico	1.086.884	109.574,94 €	423,89	75.735,00 €	0,69
8	Substituição dos compressores por tecnologias mais eficientes	6.043.622	609.291,93 €	2.357,02	2.529.662,73 €	4,15
9	Instalação de motores mais eficientes	597.817	60.269,31 €	233,15	575.299,35 €	9,55
10	Instalação de agitadores do tipo "banana"	5.511.894	555.685,42 €	2.149,64	5.447.385,94 €	9,80
11	Instalação de variadores de frequência em bombas e motores	758.555	76.474,23 €	295,84	438.321,98 €	5,73
12	Substituição de arejadores no pré-tratamento	747.878	75.397,87 €	291,67	253.480,74 €	3,36
13	Instalação de Energia Fotovoltaica	2.336.250	235.530,64 €	911,14	2.242.800,00 €	9,52
14	Otimização da potência contratada	-	151.297,67 €	-	-	-
15	Deslocamento das atividades para períodos mais económicos	-	91.175,75 €	-	-	-
	TOTAL	**32.266.891**	**3.495.482,15 €**	**12.584,12**	**15.316.500,69€**	**4,38**

POUPANÇAS ESTIMADAS POR PROCESSO

Processo	Situação atual	Poupança	%
	kWh/ano	kWh/ano	
Bombagem entrada	14.992.819	1.250.981	8,34%
Pré-tratamento	6.128.884	1.054.436	17,20%
Tratamento 1º	791.855	39.607	5,00%
Tratamento 2º	89.981.666	26.146.529	29,06%
Tratamento 3º	5.911.113	589.146	9,97%
Linha de lamas	19.696.188	985.173	5,00%
Outros	22.917.476	2.201.018	9,60%
TOTAL	**160.420.001**	**32.266.891**	



% Poupança estimada por processo

5 CONCLUSÕES

a) Se analisou os consumos energéticos a 178 ETAR da Eurorregião- 155 em Galiza e 23 na Região Norte de Portugal. Todas as ETAR, independentemente do seu tamanho e tipologia, apresentam unicamente consumo de energia elétrica.

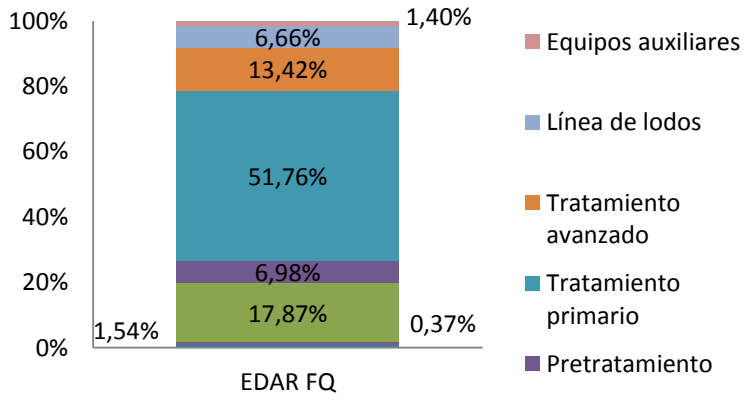
b) O consumo anual estimado destas 178 instalações é de 168.420.000 kWh, o que representa um custo de 16.172.852 €/ano e umas emissões para atmosfera associadas a este consumo de 62.565 Tn CO_2.

c) Se auditaram 20 instalações, 10 em Galiza e 10 em Portugal. 2 das ETAR eram físico-químicas e as restantes 18 biológicas. No total, as 20 ETAR auditadas apresentam um consumo de 33.878.849 kWh/ano, com um custo de 3.415.519 € e umas emissões de 13.213 Tn CO_2/ano.

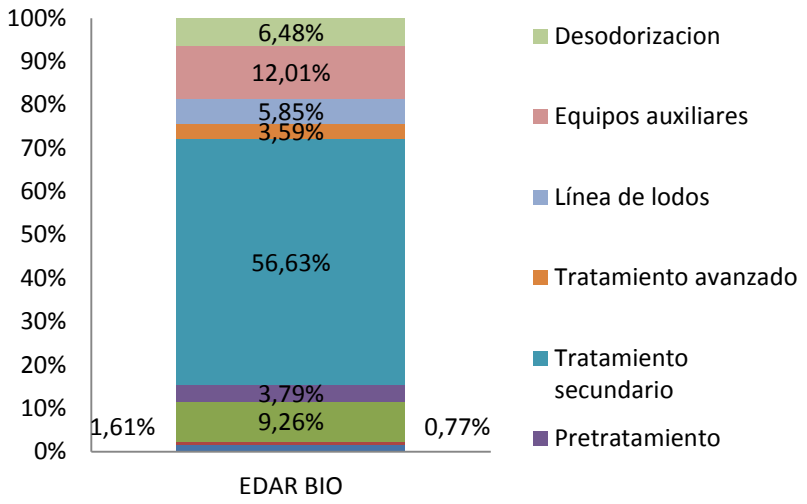
d) Se considerou um custo médio de 0,10081 €/kWh e umas emissões de 0,39001 kg CO_2/kWh

e) Após as auditórias se estabeleceram os rácios de consumo e de custo, a distribuição de consumo por equipamentos e as medidas a implementar para diminuir os consumos de eletricidade e racionalizar os custos energéticos.

f) Os principais consumos são produzidos durante a eliminação do material biológico, nos equipamentos do tratamento secundário (primário no caso das estações físico-químicas)



Perfil energético ETAR físico-química



Perfil energético ETAR biológica

g) Foram projetadas e avaliadas as medidas de poupança e de eficiência energética em 4 direções:
   - Otimização da faturação: não se produz poupanças energéticas, mas sim económicas: ajuste da potência contratada, deslocamento de consumos para períodos mais económicos, etc.
   - Melhorias no controlo dos consumos, tanto do processo global, com a monitorização em tempo real, como em processos concretos, como o arejamento.
   - Substituição de equipamentos ineficientes e instalação de equipamento e sistemas que permitam melhorar a eficiência energética dos existentes: Substituição de motores, instalação de variadores de frequência, etc.
   - Desenvolvimento de instalações de energias renováveis: fotovoltaicas e hidráulicas.

h) Outras medidas requerem uma análise mais aprofundada para ser avaliadas corretamente, devido a isso não foram consideradas no estabelecimento de potenciais poupanças na Eurorregião, embora a sua aplicação de forma específica pode pressupor poupanças muito interessantes.

i) O processo com mais potencial de poupança é o secundário. Na maioria das ETAR se trata de um tratamento baseado no arejamento e agitação das águas no tanque. Agitadores e compressores são equipamento com uma potência e um consumo muito elevados, por isso ações sobre estes implicam também poupanças significativas.

j) Se extrapolou os dados de poupanças obtidas nas ETAR auditadas ao resto da amostra das estações da Eurorregião, tendo em consideração a sua tipologia, os processos e equipamentos que possuem.

De acordo com metodologia seguida, as poupanças alcançadas são de 20,115 do consumo e de 21,61% do custo.

kWh/ano	€/ano	Tn CO_2/ano
32.266.891	3.495.482,15 €	12.584,12

k) A principal poupança reside no tratamento secundário, que é o que representa o maior consumo. É significativo também a poupança no pré-tratamento, devido principalmente a melhoria no processo de arejamento neste setor:

Processo	Poupança kWh/ano	% Poupança
Bombagem de entrada	1.250.981	8,34%
Pré-tratamento	1.054.436	17,20%
Tratamento 1º	39.607	5,00%
Tratamento 2º	26.146.529	29,06%
Tratamento 3º	589.146	9,97%
Linha de lamas	985.173	5,00%
Outros	2.201.018	9,60%
Total	**32.266.891**	

ANEXO. RESULTADOS DOS PLANOS DE MELHORIA DAS ETAR

Índice

1.1 ETAR A POBRA 124
1.1.1 Descrição da ETAR 124
1.1.2 Fornecimento energético 125
1.1.3 Consumo de energia 125
1.1.4 Oportunidades de melhoria detetadas 127
1.1.5 Medidas de melhoria propostas 127
1.2 ETAR ARES 128
1.2.1 Descrição da ETAR 128
1.2.2 Fornecimento energético 129
1.2.3 Consumo de energia 129
1.2.4 Oportunidades de melhoria detetadas 130
1.2.5 Medidas de melhoria propostas 131
1.3 ETAR GONDOMAR 132
1.3.1 Descrição da ETAR 132
1.3.2 Fornecimento energético 133
1.3.3 Demanda de energia 133
1.3.4 Oportunidades de melhoria detetadas 135
1.3.5 Medidas de melhoria propostas 135
1.4 ETAR NIGRÁN 136
1.4.1 Descrição da ETAR 136
1.4.2 Fornecimento energético 138
1.4.3 Consumo de energia 138
1.4.4 Oportunidades de melhoria detetadas 139
1.4.5 Medidas de melhoria propostas 140
1.5 ETAR RIBADEO 141
1.5.1 Descrição da ETAR 141
1.5.2 Fornecimento energético 142

1.5.3 Consumo de energia 142
1.5.4 Oportunidades de melhoria detetadas 143
1.5.5 Medidas de melhoria propostas 144
1.6 ETAR ARCADE 145
1.6.1 Descrição da ETAR 145
1.6.2 Fornecimento energético 146
1.6.3 Consumo de energia 146
1.6.4 Oportunidades de melhoria detetadas 148
1.6.5 Medidas de melhoria propostas 148
1.7 ETAR CEDEIRA 149
1.7.1 Descrição da ETAR 149
1.7.2 Fornecimento energético 150
1.7.3 Consumo de energia 150
1.7.4 Oportunidades de melhoria detetadas 152
1.7.5 Medidas de melhoria propostas 152
1.8 ETAR ORTIGUEIRA 153
1.8.1 Descrição da ETAR 153
1.8.2 Fornecimento energético 154
1.8.3 Consumo de energia 154
1.8.4 Oportunidades de melhoria detetadas 156
1.8.5 Medidas de melhoria propostas 156
1.9 ETAR TOMIÑO 157
1.9.1 Descrição da ETAR 157
1.9.2 Fornecimento energético 159
1.9.3 Consumo de energia 159
1.9.4 Oportunidades de melhoria detetadas 160
1.9.5 Medidas de melhoria propostas 161
1.10 ETAR VILABOA 162
1.10.1 Descrição da ETAR 162
1.10.2 Fornecimento energético 163
1.10.3 Consumo de energia 163

1.10.4 Oportunidades de melhoria detetadas 164
1.10.5 Medidas de melhoria propostas 165
1.11 ETAR BARCELOS 166
1.11.1 Descrição da ETAR 166
1.11.2 Fornecimento energético 167
1.11.3 Consumo de energia 167
1.11.4 Oportunidades de melhoria detetadas 168
1.11.5 Medidas de melhoria propostas 169
1.12 ETAR CHAVES 171
1.12.1 Descrição da ETAR 171
1.12.2 Fornecimento Energético 172
1.12.3 Consumo de energia 172
1.12.4 Oportunidades de melhoria detetadas 174
1.12.5 Medidas de melhoria propostas 174
1.13 ETAR FREIXO 175
1.13.1 Descrição da ETAR 175
1.13.2 Fornecimento energético 176
1.13.3 Consumo de energia 176
1.13.4 Oportunidades de melhoria detetadas 177
1.13.5 Medidas de melhoria propostas 178
1.14 ETAR LAMEGO 179
1.14.1 Descrição da ETAR 179
1.14.2 Fornecimento energético 180
1.14.3 Consumo de energia 180
1.14.4 Oportunidades de melhoria detetadas 181
1.14.5 Medidas de melhoria propostas 182
1.15 ETAR PENICES 183
1.15.1 Descrição da ETAR 183
1.15.2 Fornecimento energético 183
1.15.3 Consumo de energia 184
1.15.4 Oportunidades de melhoria detetadas 185

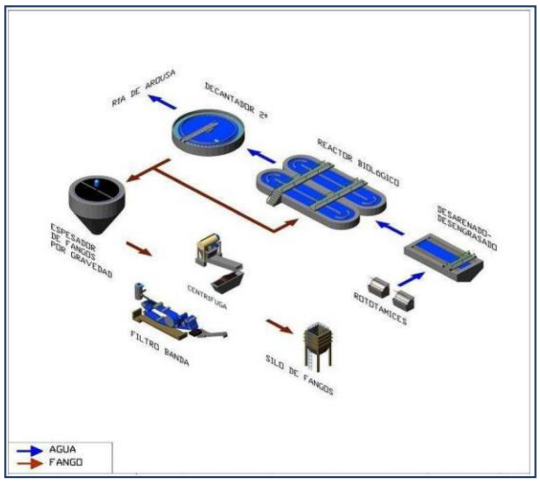
1.15.5 Medidas de melhoria propostas 186
1.16 ETAR PONTE DA BAIA 188
1.16.1 Descrição da ETAR 188
1.16.2 Fornecimento energético 188
1.16.3 Consumo de energia 189
1.16.4 Oportunidades de melhoria detetadas 190
1.16.5 Medidas de melhoria propostas 191
1.17 ETAR SERZEDO 193
1.17.1 Descrição da ETAR 193
1.17.2 Fornecimento energético 194
1.17.3 Consumo de energia 194
1.17.4 Oportunidades de melhoria detetadas 195
1.17.5 Medidas de melhoria propostas 196
1.18 ETAR SOBREIRAS 197
1.18.1 Descrição da ETAR 197
1.18.2 Fornecimento energético 198
1.18.3 Consumo de energia 198
1.18.4 Oportunidades de melhoria detetadas 199
1.18.5 Medidas de melhoria propostas 200
1.19 ETAR SOUSA 201
1.19.1 Descrição da ETAR 201
1.19.2 Fornecimento energético 202
1.19.3 Consumo de energia 202
1.19.4 Oportunidades de melhoria detetadas 203
1.19.5 Medidas de melhoria propostas 204
1.20 ETAR VILAREAL 205
1.20.1 Descrição da ETAR 205
1.20.2 Fornecimento energético 206
1.20.3 Consumo de energia 206
1.20.4 Oportunidades de melhoria detetadas 207
1.20.5 Medidas de melhoria propostas 208

ETAR A POBRA

Descrição da ETAR

Localização: A Pobra do Caramiñal (Na Corunha-Espanha)

Características principais: Tratamento biológico por lamas ativadas através de um sistema de arejamento prolongado, com um reator biológico configurado com um canal de oxidação que permite a eliminação de azoto por meios biológicos e a desidratação das lamas através de filtro de banda. Desinfeção por U.V.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha de água: Eliminação de finos através de tamisadores de Masko-Zoll, homogeneização da água pré tratada, tratamento físico-químico na câmara de coagulação-floculação e tanque de flutuação. Tratamento biológico composto por reator biológico de leito com arejamento através de ventiladores e tanque de clarificação final. Desinfeção U.V,

Linha de lamas: Bombagem de lamas para um deposito regulador e desidratação por filtro de banda, para um posterior acondicionamento com eletrólito.

Características de projeto

População equivalente de projeto	30.000	h.e.

Caudal medio de projeto	6.000	m^3/d
Caudal ponta de projeto	600	m^3/d
Pré-tratamento	Reja, rototamisadores, desarenador/ desengordurador	
Tratamento primário		
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (Azoto-Fósforo)	
Linha de lamas	Espessador, filtro banda e centrífuga.	
Características de funcionamento		
População equivalente real	26.555	h.e.
Caudal médio tratado	4.846	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	1.470.066	kWh/ano

Fornecimento energético

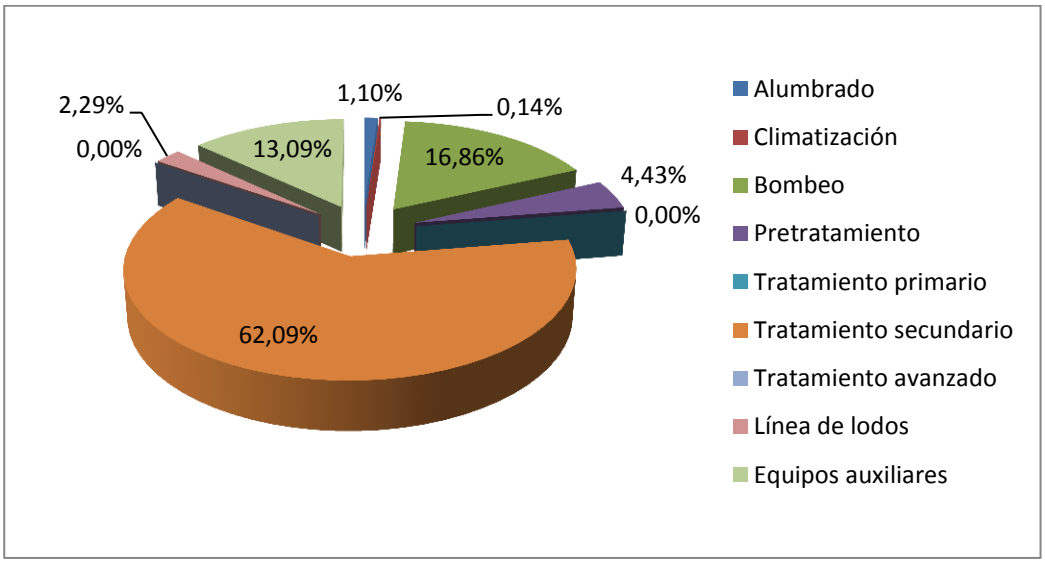
Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.1A	
Potência contratada	368/368/368	kW
Total Energia Ativa	1.470.066	kWh/ano
Fator potência medio	0,998	
Preço médio kWh ativa	0,1099	€/kWh
Custo Total IVA excluído	161.492	€

Consumo de energia

Iluminação	106 Lâmpadas fluorescentes de diferentes potencias no edifício e no exterior 12 luminárias de halogéneo metálicos e 1 VSAP de 250W Potencia instalada na iluminação 6,65 kW Não dispõem de sistema de controlo de iluminação on/off ou de luminosidade
Climatização	A climatização está presente unicamente em algumas salas no interior do edifício principal através de bombas de calor. Potencia instalada na climatização 2,16 kW
Equipamentos de processo	98,76% consumo total Principais consumidores (kWh): Bombas de cabeça 157.199 10,69%

Arejamento pré-tratamento	63.846	4,34%
Rotores tratamento secundário	855.152	58,17%

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	1.470.066	161.942 €	573,34
Iluminação	16.176	1.782 €	6,31
Climatização	2.096	231 €	0,82
Processo	1.451.794	159.929 €	566,21
Bombagem	*247.850*	*27.303 €*	*96,66*
Pré-tratamento	*65.088*	*7.170 €*	*25,38*
Tratamento primário	-	-	-
Tratamento secundário	*912.827*	*100.557 €*	*356,01*
Tratamento terciário	-	-	-
Linha de lamas	*33.644*	*3.706 €*	*13,12*
Equipamentos auxiliares	*192.385*	*21.193 €*	*75,03*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- As potências máximas registadas ao longo do ano de 2017 estão praticamente todos os meses acima da potência contratada, o que leva a penalizações consideráveis.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos do processo e auxiliares que contribuem em 98,76% do consumo total, seguido pelo consumo da iluminação com 1,10% e finalmente se encontra o consumo de climatização com 0,82%.

- Os compressores do tratamento secundário e as bombagens de entrada e do emissário somam 1.039.037 kWh anuais, o que representa cerca 70,61% do consumo total da ETAR.

- Os consumos dos 4 compressores de arejamento do tratamento secundário representa cerca de 58,07% do consumo global da estação.

- Os arejadores do pré-tratamento não exigem uma potência excessivamente elevada, mas operam em média 8412 horas, o que significa que o seu consumo representa 4,43% do consumo da instalação.

- O consumo energético dos principais consumidores energéticos não é supervisionado em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas nos interiores e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior

Medidas de melhoria propostas

	Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Otimização da potencia contratada	Aumento da potência contrata de 368kW/período para 400 kW, para evitar penalizações por excesso de consumo	-	1.260	-	-	-
2	Substituição dos arejadores do pré-tratamento	Substituição dos arejadores atuais por arejadores com tecnologia que melhoram a eficiência do processo através da injeção de bolhas de diâmetro mais pequeno do que os arejadores convencionais, melhorando assim a eficiência da separação das gorduras e óleos	30.537	2.247	10.350	4,61	11,91
3	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 12,2 kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão a rede.	16.800	1.354	14.018	10,35	6,55
4	Submersão ótima dos rotores de arejamento	Controlo da imersão dos rotores através de um sensor de nível ultrassónico, mantendo o índice de submersão no seu nível ótimo de eficiência (kgO_2/kWh), independentemente do caudal de entrada.	34.206	2.517	3.400	1,35	13,34
5	Controlo avançado do processo de	Automação do processo de arejamento, mantendo a concentração de oxigénio	171.030	11.684	18.000	1,54	66,72

	arejamento	dissolvido na gama ótima de funcionamento.					
6	Deslocamento das atividades para períodos mais económicos.	Deslocamento do processo de desidratação das lamas de períodos tarifários de cheia e de ponta para períodos vazio, mais económicos, melhorando a automação dos mesmos.	-	897	4.500	5,02	-
7	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	5.356	1.101	962	0,87	2,09
8	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	44.102	3.245	1.386	0,43	17,20
		TOTAL	302.031	24.305	52.616	2,16	117,82

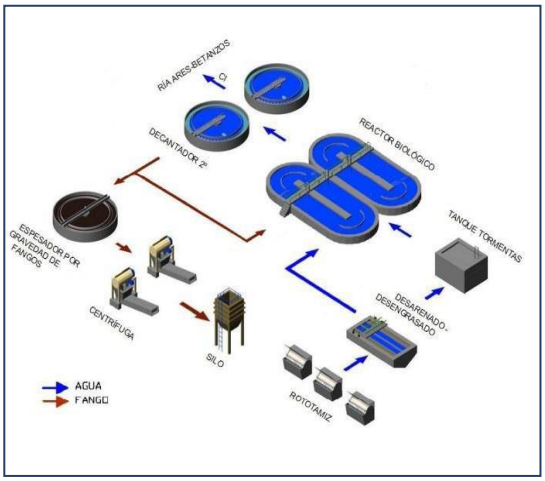
Poupanças alcançadas sobre	o consumo total	20,55%
	o custo total	15,01%

ETAR ARES

Descrição da ETAR

Localização: Ares (A Corunha-Espana)

Características principais: Tratamento biológico por lamas ativadas através de um sistema de arejamento prolongado. Desinfeção por cloração. Sem bombagem de entrada.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto

População equivalente de projeto	52.000	h.e.
Caudal medio de projeto	13.278	m^3/d
Caudal ponta de projeto	1.500	m^3/d
Pré-tratamento	Rototamisadores e desarenamento- desengordurador	
Tratamento primário	-	

Tratamento secundário	Lamas ativadas
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (Azoto). Desinfeção por cloração.
Linha de lamas	Espessador e centrifuga.

Características de funcionamento

População equivalente real	18.285	h.e.
Caudal médio tratado	14.804	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	753.464	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	6.1A	
Potência contratada	P1:P5 100- P6 451	kW
Total Energia Ativa	756.464	kWh/ano
Fator potência medio	0,99	
Preço médio kWh ativa	0,0956	€/kWh
Custo Total IVA excluído	72.326	€

Consumo de energia

Iluminação

190 Lâmpadas fluorescentes de diferentes potências no edifício e no exterior

luminárias de iodetos metálicos e vapor de sódio de alta pressão de 250W

Potência instalada em iluminação 12,08 kW

Não dispõem de sistema de controlo de iluminação on/off ou de luminosidade

Climatização

Para climatizar o edifício principal utilizam radiadores elétricos.

Potência instalada na climatização 3,63kW

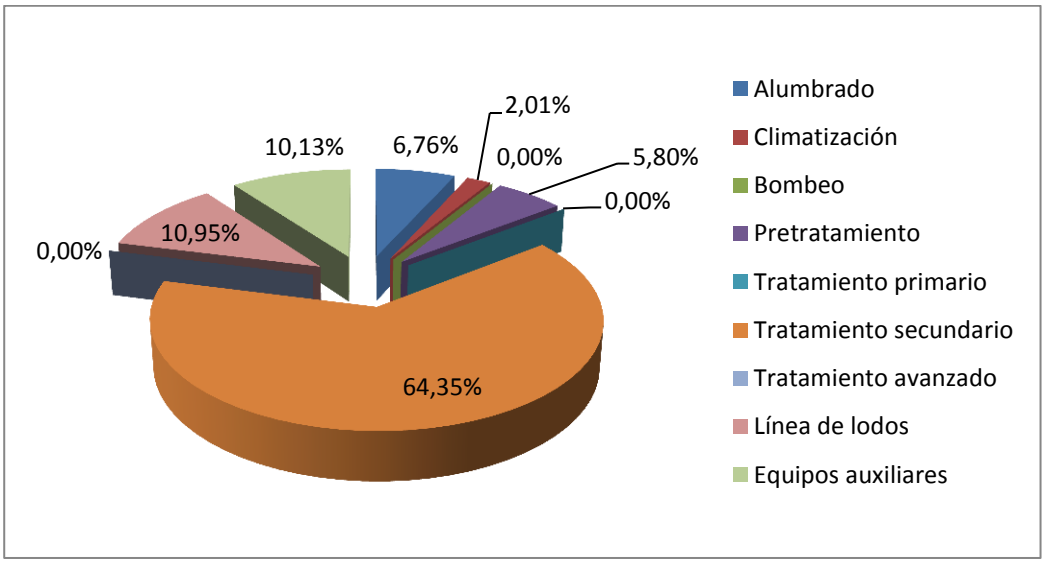
Equipamentos de processo

91,23% consumo total

Principais consumidores (kWh):

Rotores	312.971	41,37 %
Bombas recirculação	98.387	13,01 %
Circulador	64.976	8,59 %

		kWh	€	Tn CO_2
TOTAL		756.464	72.326 €	295,03
	Iluminação	51.104	4.886 €	19,93
	Climatização	15.200	1.453 €	5,93
Processo		690.160	65.987 €	269,17
	Bombagem	-	-	-
	Pré-tratamento	*43.877*	*4.195 €*	*17,11*
	Tratamento primário	-	-	-
	Tratamento secundário	*486.816*	*46.545 €*	*189,86*
	Tratamento terciário	-	-	-
	Linha de lamas	*82.845*	*7.921 €*	*32,31*
	Equipamentos auxiliares	*76.622*	*7.326 €*	*29,88*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- Durante o ano 2016 as potências registadas pelo maxímetro estavam acima da potência contratada em todos os meses, devido a esse fato foram estabelecidas multas por excesso de potência na ordem dos 7900 € anuais.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem cerca de 91,23% do consumo total, seguido pelo consumo da iluminação de 6,76% finalmente se encontra o consumo de climatização com 2,01%.

- Os compressores de arejamento, as bombas de recirculação, os circuladores e o resto dos equipamentos do processo de tratamento secundário somam 486.816 kWh, representam 71% do consumo energético do processo tratamento.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior).

Medidas de melhoria propostas

	Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Instalação de uma turbina elétrica no emissário	A localização da ETAR é interessante do ponto de vista do aproveitamento de energia hidráulica, por sua elevada cota no que diz respeito ao ponto de descarga (49,48 m). Uma proposta foi projetada baseada na gama de caudais mais frequente, sendo a turbina selecionada de 16 kW para 38,2-73 l/s.	127.606	8.007	56.900	7,11	49,78
2	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 12,2 kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	14.800	971	14.018	14,44	5,77
3	Submersão ótima dos rotores de arejamento	Controlo da imersão dos rotores através de um sensor de nível ultrassónico, mantendo o índice de submersão no seu nível ótimo de eficiência (kgO_2/kWh), independentemente do caudal de entrada.	12.519	841	3.400	4,04	4,88
4	Controlo avançado do processo de arejamento	Automação do processo de arejamento, mantendo a concentração de oxigénio dissolvido na gama ótima de funcionamento.	62.594	3.307	18.000	5,44	24,42
5	Deslocamento das atividades para períodos mais económicos	Deslocamento do processo de desidratação de lamas para o período P6, o mais económico, melhorando a automatização do mesmo.	-	685	4.500	6,57	-
6	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	16.757	2.237	8.804	3,94	6,54
7	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	22.694	1.525	1.386	0,91	8,85

		TOTAL	256.970	17.573	107.008	6,09	100,24

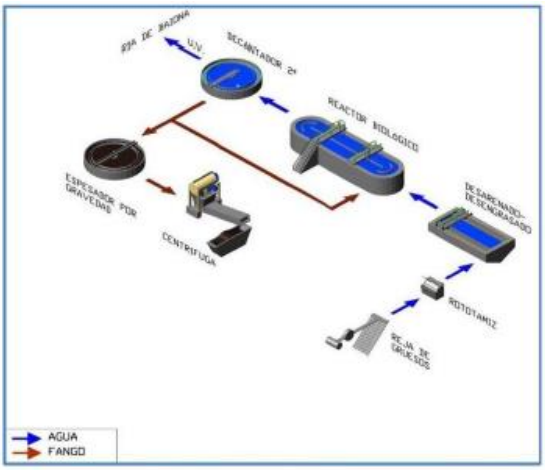
Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	17,48%
	O custo total	10,85%

ETAR GONDOMAR

Descrição da ETAR

Localização: Gondomar (Pontevedra-Espanha)

Características principais: Tratamento biológico por lamas ativadas mediante um sistema de arejamento prolongado, com um reator configurado como um canal de oxidação que possibilita a eliminação de azoto por processos biológicos, tratamento terciário através U.V. Desidratação por centrifuga.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha Líquida: Poço de grossos, eliminação de grossos através de uma grelha de limpeza mecânica, bombagem da água bruta, eliminação de finos através de tamisadores rotativos com limpeza

automática, desarenamento-desengorduramento no canal arejado, regulação do caudal através de uma comporta de altura variável, tratamento biológico num canal de oxidação e decantador circular e tratamento terciário que inclui desinfeção por lâmpadas U.V. dispostas em série.

Linha de lamas: Bombagem das lamas excesso, espessamento por gravidade num tanque circular com equipamento concentrador de resíduos e coberto com uma tampa de poliéster e desidratação através de centrifugas, seguida de acondicionamento com eletrólito.

Características de Projeto

População equivalente de projeto	24.000	h.e.
Caudal medio de projeto	6.720	m^3/d
Caudal ponta de projeto	562	m^3/d
Pré-tratamento	Grelha, rototamisadores e desarenamento-desengordurador	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (Azoto-Fósforo)	
Linha de lamas	Espessador e centrífuga.	
Características de funcionamento		
População equivalente real	19.615	h.e.
Caudal médio tratado	10.083	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	791.258	kWh/ano

Fornecimento energético

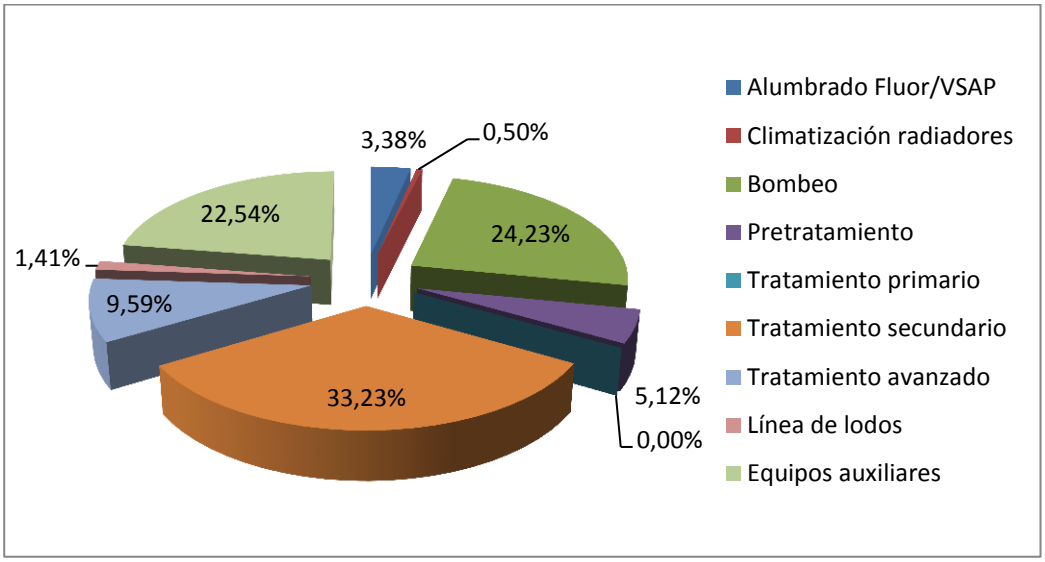
Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.1A	
Potência contratada	190	kW
Total Energia Ativa	791.258	kWh/ano
Fator potência medio	0,99	
Preço médio kWh ativa	0,0937	€/kWh
Custo Total IVA excluído	74.137	€

Demanda de energia

Iluminação O sistema de iluminação se carateriza por contar com lâmpadas fluorescentes

	de 18W nas oficinas, lâmpadas fluorescentes de 36W na nave e lâmpadas de vapor de sódio de 250W no exterior e no interior da nave		
	Potencia instalada na iluminação 9,03 kW		
	Não dispõem de um sistema de controlo on/off ou luminosidade		
Climatização	Para climatizar o edifício principal se utilizam radiadores elétricos.		
	Potencia instalada na climatização 5,07 kW		
Equipamentos de processo	96,13% consumo total		
	Principais consumidores (kWh):		
	Bombas de entrada	191.726	24,23%
	Bomba de água industrial	62.715	7,93%
	Rotores de arejamento	147.811	18,68%
	Equipamento desinfeção UV	75.909	9,59%

	kWh	**€**	**Tn CO_2**
TOTAL	791.258	74.137 €	308,60
Iluminação	26.724	2.504 €	10,42
Climatização	3.920	367 €	1,53
Processo	760.614	71.266 €	296,65
Bombagem	*191.727*	*17.964 €*	74,78
Pré-tratamento	*40.481*	*3.793 €*	*15,79*
Tratamento primário	-	-	-
Tratamento secundário	*262.954*	*24.637 €*	*102,55*
Tratamento terciário	*75.909*	*7.112 €*	*29,61*
Linha de lamas	*11.193*	*1.049 €*	*4,37*
Equipamentos auxiliares	*178.350*	*16.711 €*	*69,56*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é de 3.1A com uma potência contratada de 190kW em cada um dos três períodos. Não recebem penalizações por consumo de energia reativa ou por excesso de potência.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem em 96,13% do consumo total, seguidos pelo consumo da iluminação com 1,10% e finalmente se encontra o consumo da climatização com 0,82%.

- As bombas de entrada, os rotores do tratamento secundário, as bombas de recirculação e o equipamento de desinfeção UV somas 498.346 kWh o que representa 65,52% do consumo global da ETAR. É importante de se destacar o consumo das bombas de entrada que representam mais de 25% do consumo global do processo. Destaca-se o consumo da bomba 1 com um consumo anual de 11.951 kWh, o que representa um consumo de 14,5% do consumo total da instalação.

- Os consumos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior).

Medidas de melhoria propostas

Medida	Descrição	Poupanças anuais	Investimento	PR	Emissões

			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Regulação do processo de desinfeção UV	A ETAR conta com um sistema de desinfeção UV com capacidade para regulação, o qual não se encontra a funcionar atualmente. Se estima poupanças entre 10% a 25% quando se regula o sistema de desinfeção, devido a esse fato recomenda-se o seu funcionamento.	7.591	548	720	1,31	2,96
2	Mudança na estratégia de agitação	Neste momento, os agitadores trabalham 24 horas por dia e recomenda-se pará-los quando os rotores estiverem a funcionar	3.691	266	700	2,63	1,44
3	Submersão ótima dos rotores de arejamento	Controlo da imersão dos rotores através de um sensor de nível ultrassónico, mantendo o índice de submersão no seu nível ótimo de eficiência (kgO_2/kWh), independentemente do caudal de entrada.	5.912	427	3.400	7,96	2,31
4	Controlo avançado do processo de arejamento	Automação do processo de arejamento, mantendo a concentração de oxigénio dissolvido na gama ótima de funcionamento.	29.562	1.233	18.000	14,60	11,53
5	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 18,02kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	25.100	1.883	20.730	11,01	9,79
6	Deslocamento das atividades para períodos mais económicos.	Deslocamento do processo de desidratação das lamas de períodos tarifários de cheia e de ponta para períodos vazio, mais económicos, melhorando a automação dos mesmos.	-	259	4.500	17,37	-
7	Substituição das bombas de entrada	Novo sistema que atinja um caudal máximo requerido de 1,080m^3/h, utilizando bombas de caudal aberto	16.872	1.217	23.415	19,24	6,58
8	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	12.637	1.232	6.254	5,08	4,93
9	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	23.738	1.713	1.386	0,81	9,26
		TOTAL	125.103	8.778	79.105	9,01	48,80

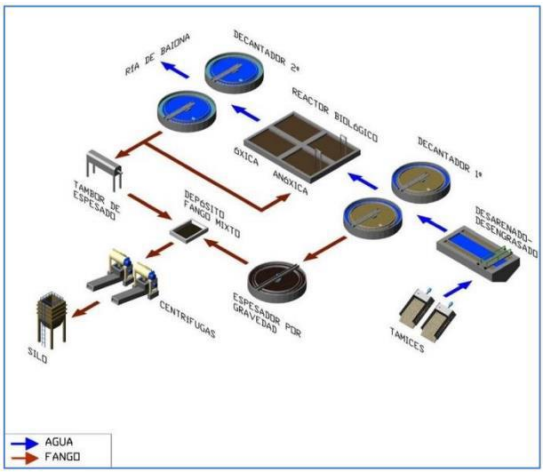
Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	15,81%
	O custo total	11,84%

ETAR NIGRÁN

Descrição da ETAR

Localização: Nigrán (Pontevedra-Espanha)

Características principais: Tratamento biológico por lamas ativadas, através de um sistema de arejamento prolongado, com os reatores biológicos que respondem a uma tipologia de fluxo de pistão com capacidade de eliminar azoto. Desinfeção U.V. Desidratação das lamas através de centrifugas.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha líquida: Poço de grossos, eliminação através de tamisadores, desarenamento- desengordurador num canal longitudinal arejado, decantação primária, tratamento biológico num reator de fluxo pistão com uma zona anóxica prévia e difusores de bolha fina, decantação secundária, desinfeção U.V.

Linha de lamas: A lamas primárias são bombeadas e espessadas por gravidade. As lamas biológicas são bombeadas para uma mesa de espessamento, sendo posteriormente admitidas num silo de lamas mistas em conjunto com as lamas primárias. Desidratação através de centrifugas horizontais.

Características de projeto

População equivalente de projeto	70.000	h.e.
Caudal médio de projeto	19.600	m^3/d
Caudal ponta de projeto	1.469	m^3/d
Pré-tratamento	Colher, tamisadores e desarenadores- desengordurador	
Tratamento primário	Decantadores primários	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (azoto). Desinfeção por UV	
Linha de lamas	Tambor de espessado, depósito e centrífuga.	
Características de funcionamento		
População equivalente real	19.929	h.e.
Caudal médio tratado	9.599	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	1.337.613	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	6.1A	
Potência contratada	P1-P5 300 kW	P6 451kW
Total Energia Ativa	1.337.613	kWh/ano
Fator potência medio	0,92	
Preço médio kWh ativa	0,0933	€/kWh
Custo Total IVA excluído	124.811	€

Consumo de energia

Iluminação

Lâmpadas fluorescentes no interior e lâmpadas de vapor de sódio no exterior.

Potencia instalada em iluminação 6,36 kW

Não dispõem de sistema de controlo on/off ou luminosidade

Climatização

Para climatizar algumas salas do edifício principal se utilizam radiadores elétricos.

Potencia instalada em climatização 4 kW

Equipamentos de processo

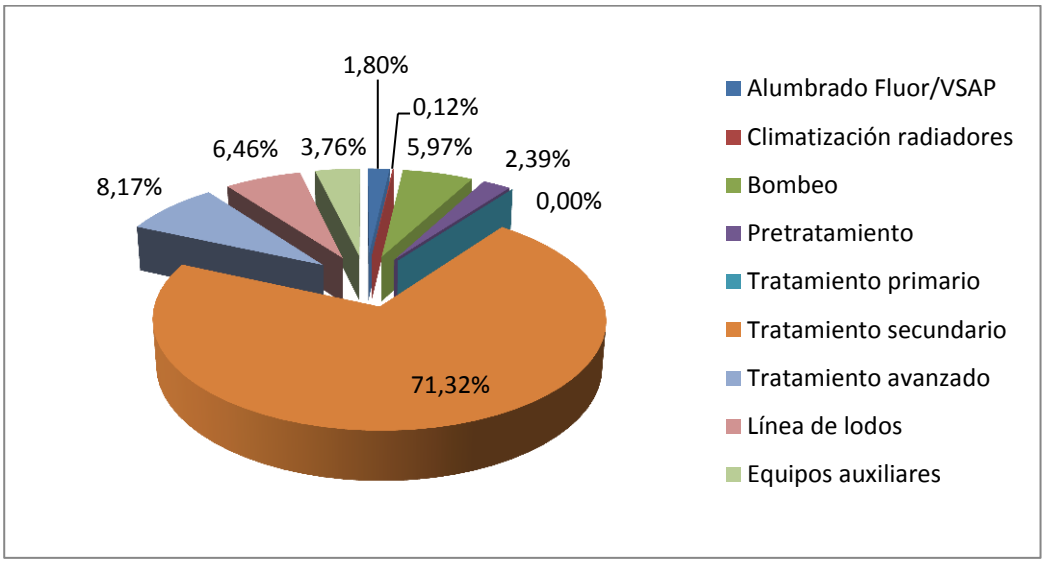
98,08% consumo total

Principais consumidores (kWh):

Bombas recirculação	148.512	11,10%
Ventiladores	543.005	40,60%
Agitadores	161.886	12,10%
Equipamentos UV	109.250	8,17%

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	1.337.613	124.811 €	521,68
Iluminação	24.078	2.247 €	9,39

Climatização	1.600	149 €	0,62
Processo	1.311.935	122.415 €	511,67
Bombagem	*79.919*	*7.457 €*	*31,17*
Pré-tratamento	*31.954*	*2.982 €*	*12,46*
Tratamento primário	-	-	-
Tratamento secundário	*954.033*	*89.020 €*	*372,08*
Tratamento terciário	*109.250*	*10.194 €*	*42,61*
Linha de lamas	*86.459*	*8.067 €*	*33,72*
Equipamentos auxiliares	*50.320*	*4.695 €*	*19,63*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso a qual dispõe o centro é de 6.1A com uma potência contratada de 300 kW para os cincos primeiros períodos e 451 kW no período 6. Não recebem penalizações por consumo de energia reativa ou excessos de potência.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem em 98,08% do consumo total, seguidos pelo consumo da iluminação com 1,80%, e finalmente se encontra o consumo da climatização com 0,12%

- Os ventiladores, o equipamento de desinfeção, os agitadores, as bombas de recirculação e as centrifugas somam 968.942 kWh anuais, o que representa 75,38% do consumo global da ETAR, destacam-se os ventiladores que alcançam 41% do consumo total da instalação.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior).

Medidas de melhoria propostas

	Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Regulação do processo de desinfeção UV	A ETAR conta com um sistema de desinfeção UV com capacidade para regulação, o qual não se encontra atualmente em funcionamento. Se estima poupanças entre 10 a 25% quando se regula o sistema de desinfeção, devido a esse fato recomenda-se o seu funcionamento.	10.925	724	720	0,99	4,26
2	Limpeza dos difusores e circuito de arejamento do reator biológico	Se recomenda uma limpeza química com ácido fórmico acompanhada de uma limpeza mecânica dos coletores, com isto espera-se conseguir poupanças energéticas entre os 3 e os 12%.	16.290	530	1.100	2,08	6,35
3	Substituição dos compressores por tecnologias mais eficientes	Os compressores atuais se encontram sobredimensionados. Se recomenda a instalação de compressores de parafuso para um caudal médio de 2100m3/h e um caudal máximo de 3200 m3/h para uma pressão de 700mbar.	183.303	12.155	45.532	3,75	71,51
4	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 12,2kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	16.400	1.137	14.018	12,33	6,40
5	Controlo avançado do processo de arejamento	Automação do processo de arejamento, mantendo a concentração de oxigénio dissolvido na gama ótima de funcionamento.	108.601	6.302	18.000	2,86	42,37
6	Deslocamento das atividades para períodos mais económicos	Deslocamento do processo de desidratação de lamas para o período P6, o mais económico, melhorando a automatização do mesmo.	-	1.588	4.500	2,83	-
7	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	8.077	1.143	2.129	1,86	3,15
8	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	40.128	2.661	1.386	0,52	15,65
		TOTAL	383.724	26.240	87.385	3,33	149,69

Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	28,69%
	O custo total	21,02%

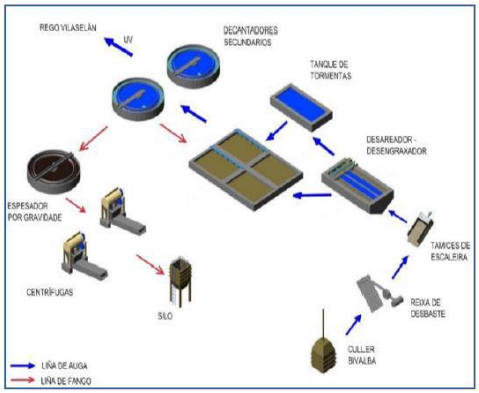
A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

ETAR RIBADEO

Descrição da ETAR

Localização: Ribadeo (Lugo-Espanha)

Características principais: Tratamento biológico de lamas com eliminação de nutrientes e desinfeção ultravioleta.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha líquida: Pré-tratamento composto por uma grelha de grossos, tamisadores e desarenadores-desengorduradores. Tratamento secundário através lamas ativadas com eliminação de nutriente (Azoto e fósforo). Desinfeção ultravioleta do efluente.

Linha de lamas: Espessamento das lamas e desidratação através de centrifugas

Características de projeto		
População equivalente de projeto	37.500	h.e.
Caudal médio de projeto	7.500	m^3/d
Caudal ponta de projeto	1.063	m^3/d
Pré-tratamento	Grelhas, tamisadores e desareadores- desengordurador	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (azoto) Desinfeção por ultravioleta.	
Linha de lamas	Espessador e centrífugas.	
Características de funcionamento		
População equivalente real	7.614	h.e.
Caudal médio tratado	5.922	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	

680.880 kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.0A	
Potência contratada	98kW	
Total Energia Ativa	680.880	kWh/ano
Fator potência medio	0,92	
Preço médio kWh ativa	0,1221	€/kWh
Custo Total IVA excluído	83.139	€

Consumo de energia

Iluminação

O sistema de iluminação se carateriza por ter lâmpadas fluorescentes no interior e lâmpadas de vapor de sódio no exterior.

Potência instalada na iluminação 10,14 kW

Não dispõem de sistema de controlo on/off ou luminosidade

Climatização

Para aquecer algumas salas do edifício principal se utilizam de forma pontual bombas de calor no inverno.

Potência instalada em climatização 8 kW

Equipamentos de processo

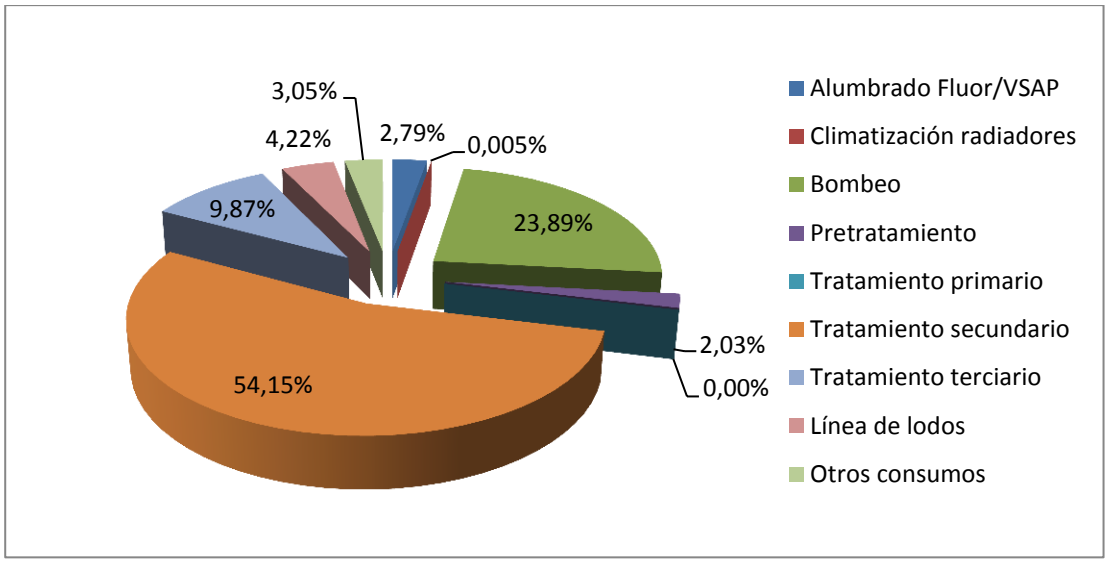
97,20% consumo total

Principais consumidores (kWh):

Compressores tratamento biológico	243.214	35,72%
Bombagem de entrada	162.676	23,89%
Desinfeção UV	67.200	9,87%

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	1.337.613	124.811 €	521,68
Iluminação	24.078	2.247 €	9,39
Climatização	1.600	149 €	0,62
Processo	1.311.935	122.415 €	511,67
Bombagem	*79.919*	*7.457 €*	*31,17*
Pré-tratamento	*31.954*	*2.982 €*	*12,46*
Tratamento primário	-	-	-
Tratamento secundário	*954.033*	*89.020 €*	*372,08*
Tratamento terciário	*109.250*	*10.194 €*	*42,61*

Linha de lamas	*86.459*	*8.067 €*	*33,72*
Equipamentos auxiliares	*50.320*	*4.695 €*	*19,63*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é de 3.0A com uma potência contratada de 98kW para os três períodos. Não recebem penalizações por consumo de energia reativa. As potências registadas pelo maxímetro ao longo do ano estão sempre acima da potência contratada.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem em cerca de 97,20% do consumo total, seguidos pelo consumo da iluminação com 2,79%. O consumo de climatização é muito pontual e só representa 0,005%.

- Os compressores do tratamento biológico, as bombas de entrada e os equipamentos de desinfeção somam 473.091 kWh anuais, o que representa 69,48% do consumo total da ETAR, se destaca os compressores que atingem 36,98% do consumo global da instalação.

- As bombas de entrada consomem 162.676 kWh/ano e apresentam rendimentos iguais ou inferiores a 55%.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior).

Medidas de melhoria propostas

	Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Otimização da potência contratada	Incremento da potencia contratada de 98kW/período para 170 kW, para evitar penalizações por excesso de consumo	-	6.261	-	-	-
2	Regulação do processo de desinfeção UV	A ETAR conta com um sistema de desinfeção UV com capacidade para regulação, o qual não se encontra atualmente em funcionamento. Se estima poupanças entre 10 a 25% quando se regula o sistema de desinfeção, devido a esse fato recomenda-se o seu funcionamento.	10.080	908	720	0,79	3,93
3	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 18,02kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	20.100	1.842	20.730	11,25	7,84
4	Controlo avançado do processo de arejamento	Automação do processo de arejamento, mantendo a concentração de oxigénio dissolvido na gama ótima de funcionamento.	48.643	3.483	18.000	5,17	18,97
5	Limpeza dos difusores e circuito de arejamento do reator biológico	Se recomenda uma limpeza química com ácido fórmico acompanhada de uma limpeza mecânica dos coletores, com isto espera-se conseguir poupanças energéticas entre os 3 e os 12%.	7.296	108	1.100	10,19	2,85
6	Deslocamento das atividades para períodos mais económicos	Deslocamento do processo de desidratação de lamas para o período de vazio, o mais económico, melhorando a automatização do mesmo.	-	664	4.500	6,78	-
7	Substituição das bombas de entrada	Substituição das 4 bombas de entrada de 25 kW, que apresentam rendimentos à volta dos 55%, por bombas de maior eficiência, com rendimentos de 68%.	13.138	1.184	11.700	9,88	5,12
8	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	13.306	979	7.006	7,16	5,19
9	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	20.426	1.841	1.386	0,75	7,97
		TOTAL	132.989	17.270	65.142	3,77	51,87

Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	19,53%
	O custo total	20,77%

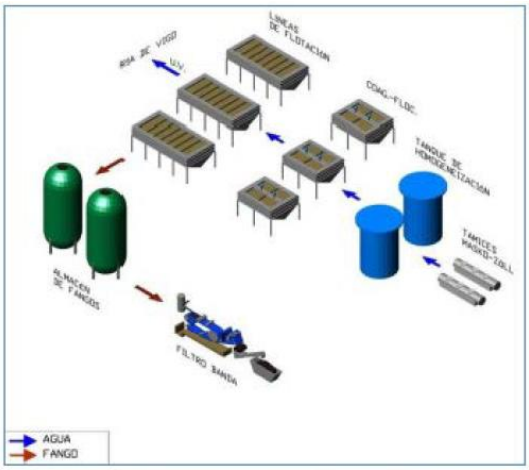
A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

ETAR ARCADE

Descrição da ETAR

Localização: Arcade (Pontevedra-Espanha)

Características principais: Tratamento físico-químico com flutuação das lamas através de DAC e posteriormente desidratação de lamas por filtro de bandas. Desinfeção através de raios U.V.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha líquida: Poço de grossos, bombagem de água bruta, eliminação de finos através de tamisadores Masko-Zoll, homogeneização da água pré tratada, tratamento físico-químico em câmaras de floculação e tanques de flutuação e desinfeção da água tratada através de raios U.V.

Linha de lamas: Lamas retiradas por limpadores de superfície dos tanques, escorrências da mesa inclinada, bombagem para um silo de lamas donde são espessados por gravidade, desidratados num filtro de banda e estabilizados através da adição de cal

Características de projeto

População equivalente de projeto	8.621	h.e.
Caudal médio de projeto	2.592	m^3/d

Caudal ponta de projeto	259	m^3/d
Pré-tratamento	Tamisadores Masko-Zoll e tanque de homogeneização	
Tratamento primário	Físico-Químico	
Tratamento secundário	-	
Tratamento terciário	Desinfeção por ultravioleta.	
Linha de lamas	Espessador e filtro banda.	
Características de funcionamento		
População equivalente real	6.155	h.e.
Caudal médio tratado	3.206	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	248.729	kWh/ano

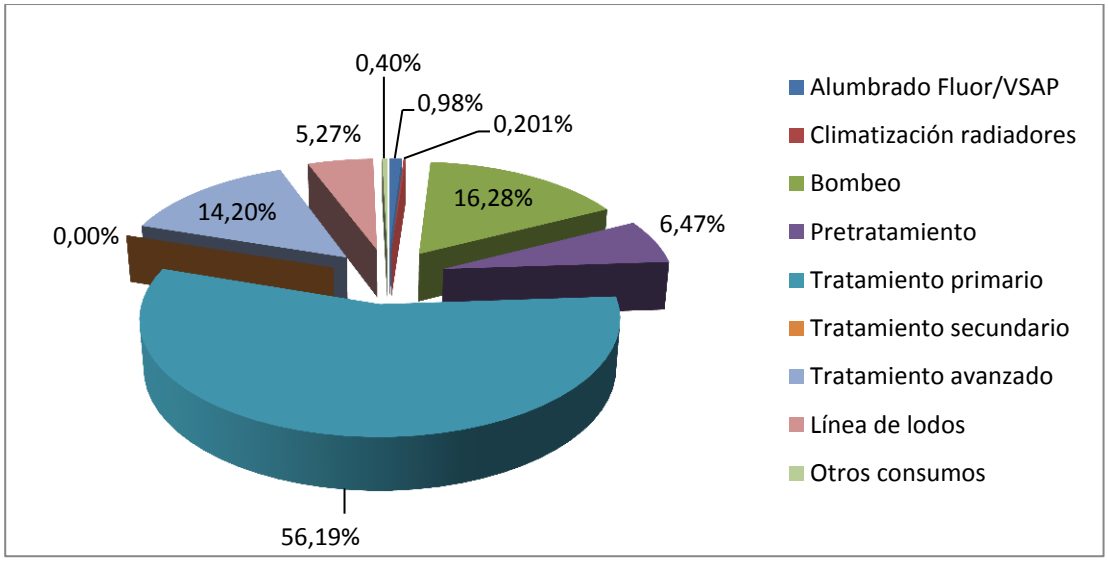
Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.0A	
Potência contratada	P1/P2 53kW	P3 60kW
Total Energia Ativa	248.729	kWh/ano
Fator potência medio	1	
Preço médio kWh ativa	0,1094	€/kWh
Custo Total IVA excluído	27.318	€

Consumo de energia

Iluminação	O sistema de iluminação se caracteriza por contar com lâmpadas fluorescentes no interior. Potência instalada em iluminação 1,5 kW Não dispõem de controlo de on/off ou luminosidade		
Climatização	Uso pontual de radiadores elétricos		
Equipamentos de processo	98,02% consumo total		
	Principais consumidores (kWh):		
	Bombas DAC	111.690	44,72 %
	Bombas entrada	40.488	16,21 %
	Equipamentos desinfeção	35.320	14,14 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	248.729	27.215 €	97,01
Iluminação	2.443	267 €	0,95
Climatização	500	55 €	0,20
Processo	245.786	26.893 €	95,86
Bombagem	*40.488*	*4.430 €*	15,79
Pré-tratamento	*16.105*	*1.762 €*	6,28
Tratamento primário	*139.760*	*15.292 €*	54,51
Tratamento secundário	-	-	-
Tratamento terciário	*35.320*	*3.865 €*	13,78
Linha de lamas	*13.113*	*1.435 €*	5,11
Equipamentos auxiliares	*1.000*	*109 €*	0,39



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso o qual dispõem é de 3.0A com uma potência contratada de 53/63/60 kW para cada período. Não recebem penalizações referentes ao consumo de energia reativa. O preço do contrato é ligeiramente superior relativamente às outras ETAR.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem em 98,02% do consumo total.

- O principal consumo se verifica no processo de Flutuação, devido ao funcionamento das 3 bombas DAC, que representa 11.690 kWh/ano

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior).

Medidas de melhoria propostas

	Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Negociação do preço da energia ativa	Solicitação de orçamento às diversas comercializadores de forma a ajustar o preço da energia ativa	-	2.372	200	0,08	-
2	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	12.486	1.366	2.420	1,77	4,87
3	Variadores de frequência e motores IE3 nas Bombas DAC	Instalação de variadores de frequência nos motores das bombas DAC, que se adaptem ao funcionamento dos motores às cargas requeridas.	33.507	3.301	13.000	3,94	13,07
4	Instalação de motores más eficientes	Se recomenda a substituição de motores com períodos de funcionamento altos por motores mais eficientes, em caso de avaria ou fim de vida útil	2.465	225	2.975	13,22	0,96
5	Arrancadores suaves nos tamisadores Masko Zoll	Se recomenda a instalação de arrancadores suaves nos motores com acionamento estrela-triângulo, que supõem picos de corrente e um maior desgaste dos equipamentos	-	150	800	5,33	-
6	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 25kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	31.320	2.785	29.095	10,45	12,22

		TOTAL	79.778	10.199	48.490	4,75	31,11

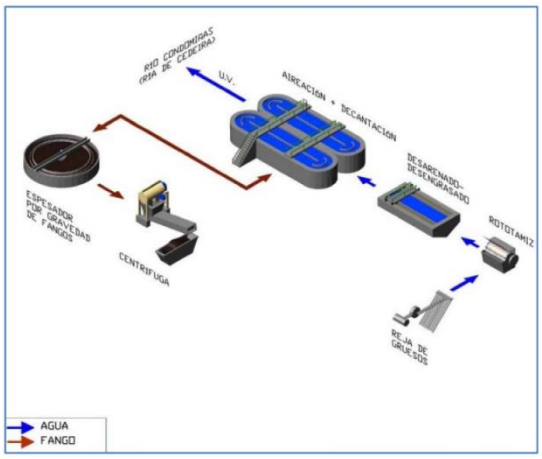
Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	32,07%
	O custo total	37,48%

ETAR CEDEIRA

Descrição da ETAR

Localização: Cedeira (A Corunha-Espanha)

Características principais: Tratamento biológico por lamas ativadas através do processo de duplo canal (sistema SBR), em que ambos os reatores funcionam alternativamente em arejamento-decantação. Além disso conta com a eliminação química do fósforo (cloreto férrico) assim como tratamento terciário com microfiltração e desinfeção UV. Desidratação através de centrifugas.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha líquida: Eliminação de grossos, triturador de grossos, tanque de águas pluviais, bombagem de água bruta à ETAR, tamisadores de finos, desareadores- desengorduradores no canal arejado com tratamento dos resíduos gerados, medição de caudal, tratamento biológico em reatores SBR, desfosforação com cloreto férrico, tratamento terciário com microfiltração e desinfeção por UV.

Linha de lamas: Bombagem das lamas biológicas em excesso, espessadores de lamas por gravidade e desidratação por centrifugas com adição prévia de polieletrólito.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

Características de projeto

População equivalente de projeto	10.395	h.e.
Caudal médio de projeto	3.119	m^3/d
Caudal ponta de projeto	312	m^3/d
Pré-tratamento	Grelhas e pré-tratamento compacto	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Microfiltros e desinfeção por ultravioleta.	
Linha de lamas	Espessador e centrífuga.	

Características de funcionamento

População equivalente real	6.097	h.e.
Caudal médio tratado	3.220	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	346.763	kWh/ano

Fornecimento energético

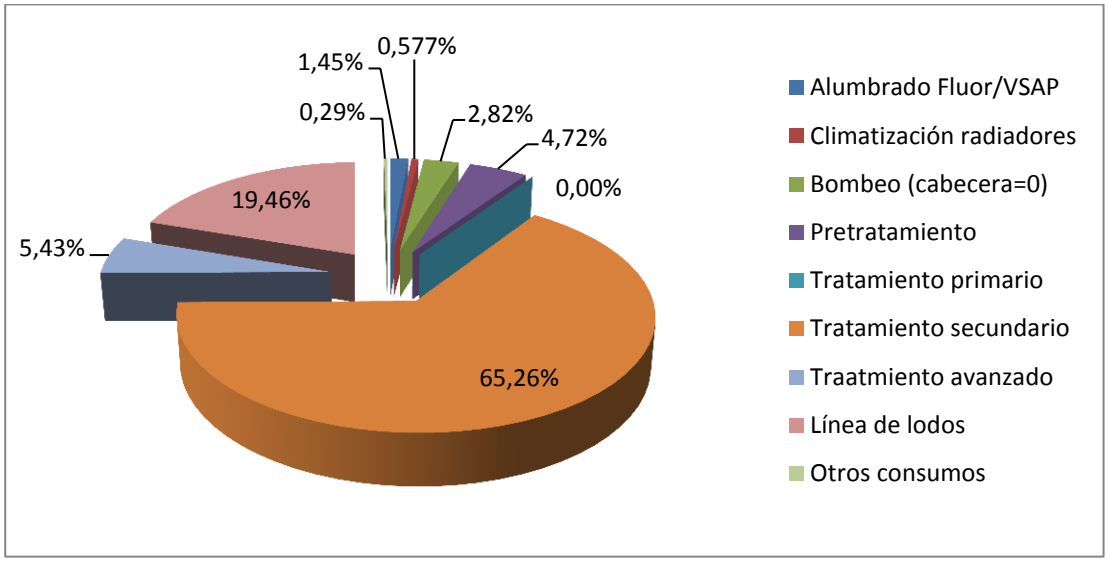
Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.1A	
Potência contratada	87 kW	
Total Energia Ativa	346.763	kWh/ano
Fator potência medio	1,00	
Preço médio kWh ativa	0,09948	€/kWh
Custo Total IVA excluído	33.925,74	€

Consumo de energia

Iluminação	A iluminação da instalação é composta por: 11 luminárias estanques 2x58 W, 3 luminárias estanques 2x36 W, 2 projetores de halogéneos e 5 colunas de vapor de sódios no exterior Potência instalada em iluminação 2,5 kW Não dispõem de sistema de controlo on/off ou luminosidade
Climatização	Uso pontual de radiadores elétricos
Equipamentos de processo	97,69% consumo total

Principais consumidores (kWh):		
Compressores	141.256	40,74 %
Agitadores	85.046	24,53 %
Centrífuga	35.588	10,26 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	346.763	34.495 €	135,24
Iluminação	5.019	499 €	1,96
Climatização	2.000	199 €	0,78
Processo	339.744	33.797 €	132,50
Bombagem	*9.782*	*973 €*	3,82
Pré-tratamento	*16.370*	*1.628 €*	6,38
Tratamento primário	-	-	-
Tratamento secundário	*226.300*	*22.512 €*	88,26
Tratamento terciário	*18.814*	*1.872 €*	7,34
Linha de lamas	*67.478*	*6.713 €*	26,32
Equipamentos auxiliares	*1.000*	*99 €*	0,39



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso ao qual dispõem é de 3.1A com uma potência contratada de 87 kW para cada período. Não recebem penalizações por consumo energia reativa nem excessos de potência.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem em 97,69% do consumo global. O principal consumo reside no tratamento secundário, que representa 65,26% do consumo. Os compressores consomem 141.256 kWh/ano e os agitadores 85.046 kWh/ano.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior).

Medidas de melhoria propostas

Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	17.338	1.613	2.420	1,50	6,76
2	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	2.950	225	2.555	11,36	1,15
3	Instalação de agitadores tipo "banana"	Instalação de agitadores tipo banana, que apresentam maior eficiência devido ao tamanho de suas pás	46.500	4.500	60.000	13,33	18,14
4	Instalação de Variadores de frequência nos compressores	Instalação de variadores de frequência de 30 kW nos motores dos compressores, que se adaptem ao funcionamento dos motores às cargas requeridas.	10.600	800	8.800	11,00	4,13
5	Instalação de Variadores de frequência nas bombas	Instalação de variadores de frequência nos pequenos motores das bombas, que se adaptem ao funcionamento dos motores às cargas requeridas.	6.300	455	5.400	11,87	2,46
6	Substituição dos compressores por tecnologias mais eficientes	Se recomenda a substituição dos compressores de embolo por compressores de parafuso, com eficiências 8-16% superiores.	31.000	2.950	32.000	10,85	12,09

7	Limpeza dos difusores e circuito de arejamento do reator biológico	Se recomenda uma limpeza química com ácido fórmico acompanhada de uma limpeza mecânica dos coletores, com isto espera-se conseguir poupanças energéticas entre os 3 e os 12%.	11.300	850	250	0,29	4,41
8	Instalação de motores más eficientes	Se recomenda a substituição de motores com períodos de funcionamento altos por motores mais eficientes, em caso de avaria ou fim de vida útil	900	70	1.200	17,14	0,35
9	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 20kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	25.500	2.203	26.000	11,80	9,95
		TOTAL	152.388	13.666	138.625	10,14	59,43

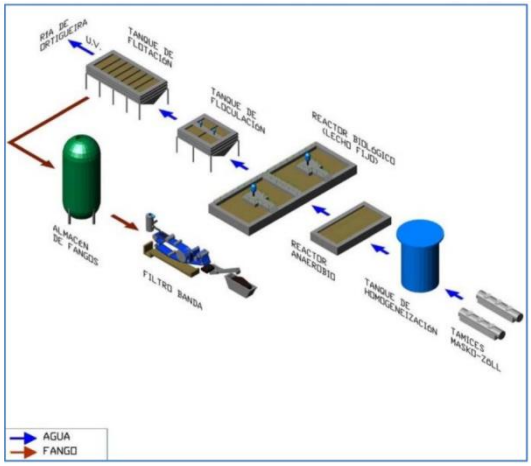
Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	43,95%
	O custo total	39,62%

ETAR ORTIGUEIRA

Descrição da ETAR

Localização: Ortigueira (A Corunha-Espanha)

Características principais: E.T.A.R. que combina um tratamento biológico num reator de cultivo fixo e um tratamento físico-químico mediante coagulação-floculação com flutuação das lamas geradas através de injeção de ar, desinfeção da água tratada por radiação U.V. Desidratação por filtro de bandas.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha líquida: Poço de grossos, bombagem de água bruta, eliminação de finos através de tamisadores Masko-Zoll, homogeneização da água pré tratada, tratamento biológico em reator de leito fixo com

câmara anóxica prévia e aeróbia posteriormente agitada e arejada através de CELPOX, tratamento físico-químico em câmaras de floculação e tanques de flutuação e desinfeção da água tratada mediante raios U.V.

Linha de lamas: Espessada por gravidade e desidratação mediante um filtro de banda seguido de acondicionamento com polieletrólito. Opcionalmente, dosagem com cal à lama desidratada.

Características de projeto

População equivalente de projeto	5.000	h.e.
Caudal médio de projeto	1.800	m^3/d
Caudal ponta de projeto	180	m^3/d
Pré-tratamento	Tamisadores Masko-Zoll e tanque de homogeneização	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Leitos inundados	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (N) e desinfeção por ultravioleta.	
Linha de lamas	Físico-Químico, espessador e filtro banda	

Características de funcionamento

População equivalente real	2.508	h.e.
Caudal médio tratado	860	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	179.459	kWh/ano

Fornecimento energético

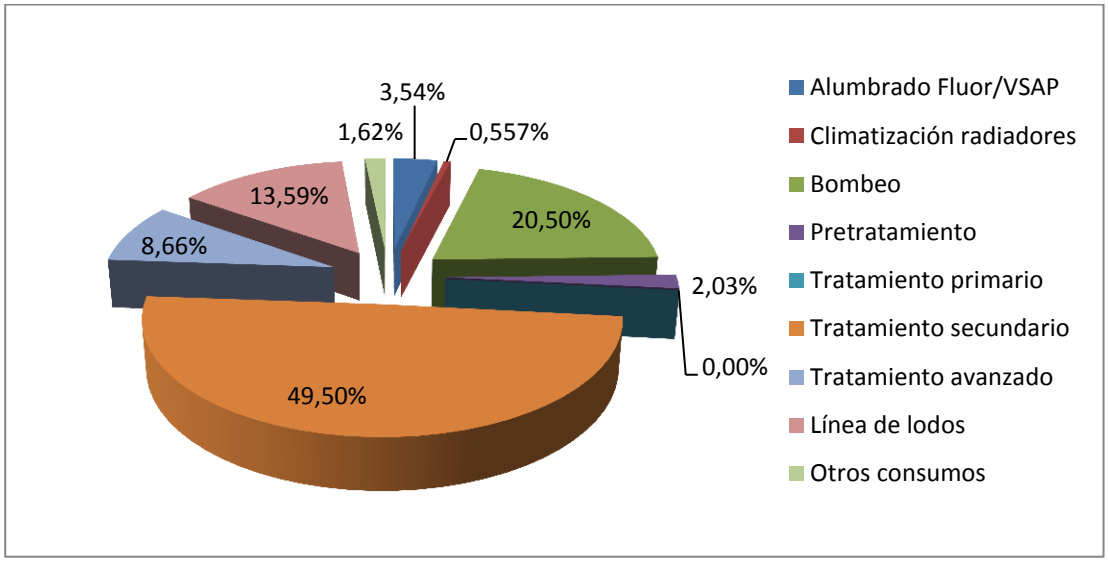
Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.0A	
Potência contratada	27,7 kW	
Total Energia Ativa	179.459	kWh/ano
Fator potência medio	0,97	
Preço médio kWh ativa	0,10134	€/kWh
Custo Total IVA excluído	18.216,10	€

Consumo de energia

Iluminação 10 luminárias de campânula com lâmpadas de iodetos metálicos (250 W/ud) e

	com balastro eletromagnético (luz piscando). Em escritórios, banheiros e outras dependências a iluminação é por fluorescência.		
	Potência instalada em iluminação 2,9 kW		
	Não dispõem de sistema de controlo on/off ou luminosidade		
Climatização	Uso pontual de radiadores elétricos		
Equipamentos de processo	95,90% consumo total		
	Principais consumidores (kWh):		
	Agitadores	88.833	49,50%
	Bombagem	36.783	20,50%
	Desinfeção UV	35.320	19,68%
	Floculação-Flutuação	21.849	12,17%

	kWh	**€**	**Tn CO_2**
TOTAL	179.458	18.187 €	69,99
Iluminação	6.351	644 €	2,48
Climatização	1.000	101 €	0,39
Processo	172.107	17.442 €	67,12
Bombagem	*36.783*	*3.728 €*	14,35
Pré-tratamento	*3.639*	*369 €*	1,42
Tratamento primário	-	-	-
Tratamento secundário	*88.832*	*9.003 €*	34,65
Tratamento terciário	*15.549*	*1.576 €*	6,06
Linha de lamas	*24.390*	*2.472 €*	9,51
Equipamentos auxiliares	*2.914*	*295 €*	1,14



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é a 3.0A com uma potência contratada de 27,7kW para cada período, quando a potência média requerida supera os 33 kW. Não recebem penalizações por consumo de energia reativa.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem 95,90% para o consumo global. A iluminação representa 3,54% do consumo.

- O principal consumo reside no tratamento secundário. Os agitadores consomem 88.832 kWh/ano, o que representa 49,50% do consumo global. As bombas consomem 12,17%.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior), existem várias unidades interiores avariadas.

Medidas de melhoria propostas

Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
		kWh	€	€	Anos	Tn CO_2

1	Otimização da potência contratada	Incremento da potência contratada para 31,17 kW, para evitar penalizações por excesso de consumo	0	221	160	0,72	0,00
2	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	8.975	915	2.420	2,64	3,50
3	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	2.860	245	4.800	>15	1,12
4	Instalação de um agitador eficiente	Substituição do agitador CELPOX atual por outro mais eficiente	30.400	2.820	16.000	5,67	11,86
5	Instalação de Variadores de frequência nas bombas DAC	Instalação de variadores de frequência nos motores das bombas , que adaptem ao funcionamento dos motores às cargas requeridas.	4.200	360	1.500	4,17	1,64
6	Instalação de motores mais eficientes	Se recomenda a substituição de motores com períodos de funcionamento elevados por motores mais eficientes, em caso de avaria ou fim de vida útil	440	40	1.000	>15	0,17
7	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 18kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	20.868	1.968	24.062	12,23	8,14
		TOTAL	67.743	6.569	49.942	7,60	26

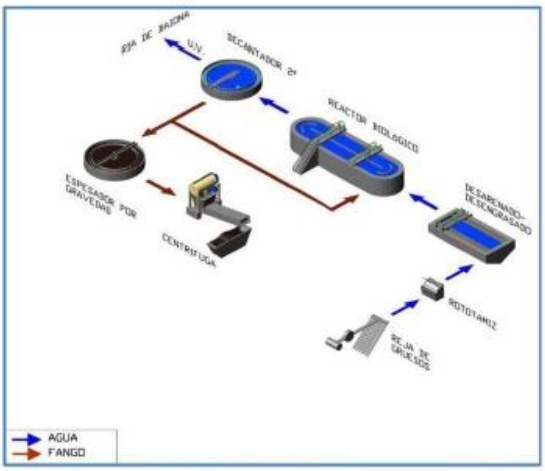
Poupança alcançada sobre	O consumo total	37,75%
	O custo total	36,12%

ETAR TOMIÑO

Descrição da ETAR

Localização: Tomiño (Pontevedra-Espanha)

Características principais: Tratamento biológico por lamas ativada através de um sistema de arejamento prolongado, com um reator biológico configurado como um canal de oxidação que permite a eliminação do azoto por processos biológicos e desidratação de lamas mediante centrifugas. Desinfeção através de U.V.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha Líquida: Bombagem da água bruta, eliminação automática de grossos e finos, medição do caudal e regulação deste que é admitido ao reator, tratamento biológico composto por canal de oxidação com eliminação simultânea de azoto, arejado através de compressores existência de decantador secundário e desinfeção da água tratada mediante radiação U.V.

Linha de lamas: Espessamento por gravidade num tanque circular com equipamento espessador-concentrador coberto e desodorizado, acondicionamento com polieletrólito e posterior desidratação através de filtros banda, com armazenamento num silo de 20 m^3 de capacidade.

Características de projeto

População equivalente de projeto	8.454	h.e.
Caudal médio de projeto	2.520	m^3/d
Caudal ponta de projeto	157,5	m^3/d
Pré-tratamento	Grelha e Tamisador	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (N) Desinfeção por ultravioleta.	
Linha de lamas	Tambor de espessado e filtro de banda.	
Características de funcionamento		
População equivalente real	9.431	h.e.
Caudal médio tratado	2.521	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	319.872	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.1A	
Potência contratada	125	kW
Total Energia Ativa	319.872	kWh/ano
Fator potência medio	1	
Preço médio kWh ativa	0,1210	€/kWh
Custo Total IVA excluído	38,720,51	€

Consumo de energia

Iluminação

No interior: 4 projetores HM 250W+fluorescentes. No exterior: 9 VASP 100W+2 projetores HM 250W

Potência instalada em iluminação 2,9kW

Não dispõem de sistema de controlo on/off ou luminosidade

Climatização

Uso ocasional de radiadores elétricos

Equipamentos de processo

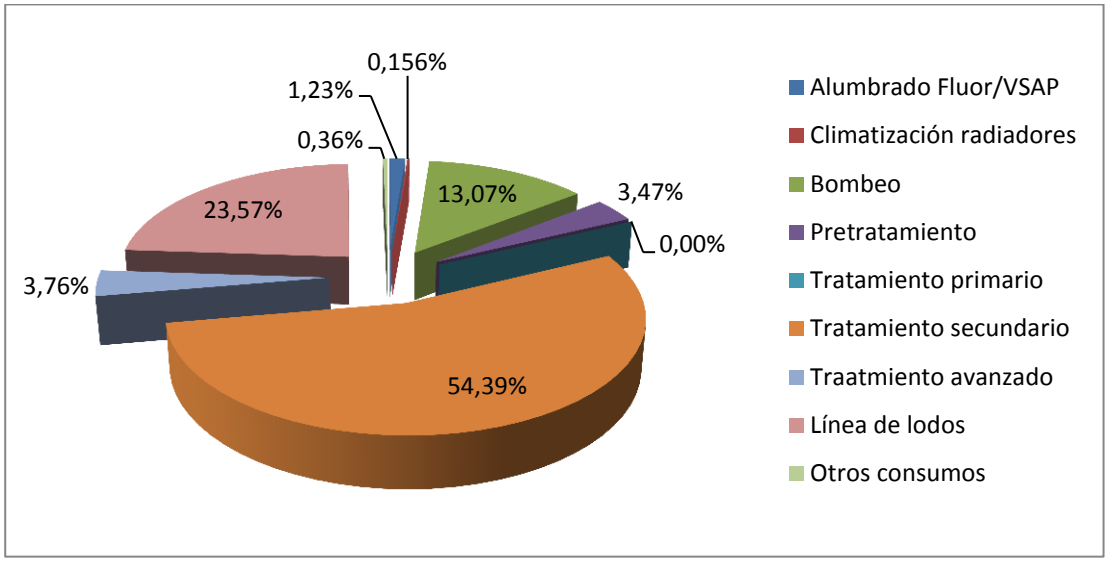
98,61% consumo total

Principais consumidores (kWh):

Compressores biológicos	131.405	41,08 %
Bombagem	36.537	11,42 %
Circulador	25.733	8,04 %
Equipamento desinfeção	12.019	3,76 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	319.872	38.719 €	124,75
Iluminação	3.938	477 €	1,54
Climatização	500	61 €	0,20

Processo	315.434	38.182 €	123,02
Bombagem	*41.793*	*5.059 €*	*16,30*
Pré-tratamento	*11.114*	*1.345 €*	*4,33*
Tratamento primário	-	-	-
Tratamento secundário	*173.978*	*21.059 €*	*67,85*
Tratamento terciário	*12.019*	*1.455 €*	*4,69*
Linha de lamas	*75.388*	*9.125 €*	*29,40*
Equipamentos auxiliares	*1.142*	*138 €*	*0,45*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é de 3.1A com uma potência contratada de 125 kW em cada um dos três períodos. Não recebem penalizações por consumo de energia reativa ou excessos de potência. A potência média consumida não ultrapassa os 77 kW.

- O consumo energético se verifica principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem em 98,61% do consumo global.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário que representa 54,39% do consumo, devido fundamentalmente ao funcionamento dos compressores.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes tubulares e halogéneas no interior e de vapor de sódio e iodetos metálicos no exterior).

Medidas de melhoria propostas

	Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Negociação do preço da energia ativa	Solicitação de orçamento às diversas comercializadores de forma a ajustar o preço da energia ativa	-	3.130	250	0,08	-
2	Otimização da potência contratada	Diminuição da potência contratada para 85 kW, para ajustar ao consumo	-	1.858	20	0,01	-
3	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	15.994	1.690	2.420	1,43	6,24
4	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED	1.705	175	1.850	10,57	0,66
5	Substituição dos compressores por tecnologias mais eficientes	Se recomenda a substituição dos compressores de embolo por compressores de parafuso, com eficiências 8-16% superiores.	21.100	2.505	21.000	8,38	8,23
6	Limpeza dos difusores e circuito de arejamento do reator biológico	Se recomenda uma limpeza química com ácido fórmico acompanhada de uma limpeza mecânica dos coletores, com isto espera-se conseguir poupanças energéticas entre os 3 e os 12%.	9.150	775	250	0,32	3,57
7	Instalação de Variadores de frequência nas bombas	Instalação de variadores de frequência nos motores das bombas pequenas , que adaptem ao funcionamento dos motores às cargas requeridas.	7.175	610	6.500	10,66	2,80
8	Instalação de motores mais eficientes	Se recomenda a substituição dos motores com períodos de funcionamento mais elevados por motores mais eficientes em caso de avaria ou fim de vida útil	1.265	105	1.200	11,43	0,49
9	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 25kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	33.645	2.800	29.095	10,39	13,12
		TOTAL	90.034	13.648	62.585	4,59	35,11

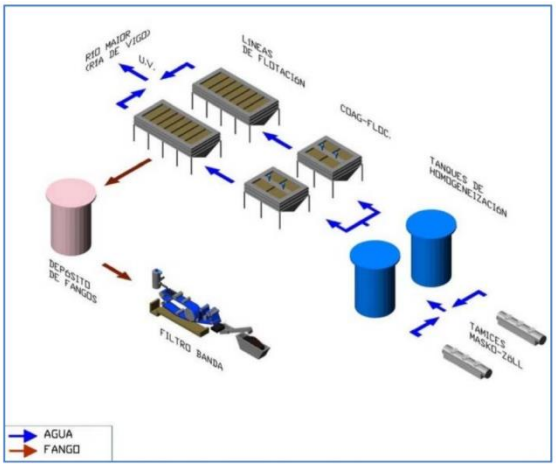
Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	15,81%
	O custo total	11,84%

ETAR VILABOA

Descrição da ETAR

Localização: Vilaboa (Pontevedra-Espanha)

Características principais: Tratamento físico-químico com flutuação das lamas através DAC e posterior desidratação de lamas através de filtro de banda. Desinfeção por raios U.V.



Distribuição dos processos na ETAR

Linha líquida: Poço de grossos, bombagem de água bruta, eliminação de finos através de tamisadores de Masko-Zoll, homogeneização da água pré tratada, tratamento físico-químico em câmaras de floculação e tanques de flutuação e desinfeção da água tratada através de raios U.V.

Linha de lamas: Retirada mediante raspadores de superfície dos tanques, escorrências para mesa inclinada, bombagem para silo de lamas donde são espessadas por gravidade, desidratadas num filtro de banda e estabilizadas mediante a adição de cal.

Características de projeto

População equivalente de projeto	3.032 h.e.
Caudal médio de projeto	912 m^3/d
Caudal ponta de projeto	91 m^3/d
Pré-tratamento	Tamisadores Masko-Zoll e tanque homogeneização
Tratamento primário	Físico-Químico
Tratamento secundário	-
Tratamento terciário	Desinfeção por Ultravioleta.
Linha de lamas	Espessador e filtro banda.

Características de funcionamento

População equivalente real	2.647	h.e.
Caudal médio tratado	1.189	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	92.626	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.0A	
Potência contratada	P1:23 P2:25	P3:65 kW
Total Energia Ativa	92.626	kWh/ano
Fator potência medio	1	
Preço médio kWh ativa	0,10704	€/kWh
Custo Total IVA excluído	9.915	€

Consumo de energia

Iluminação

No interior: 15 fluorescentes.

Potência instalada na iluminação 1,35 kW

Não dispõem de sistema de controlo on/off ou luminosidade

Climatização

Uso ocasional de radiadores elétricos

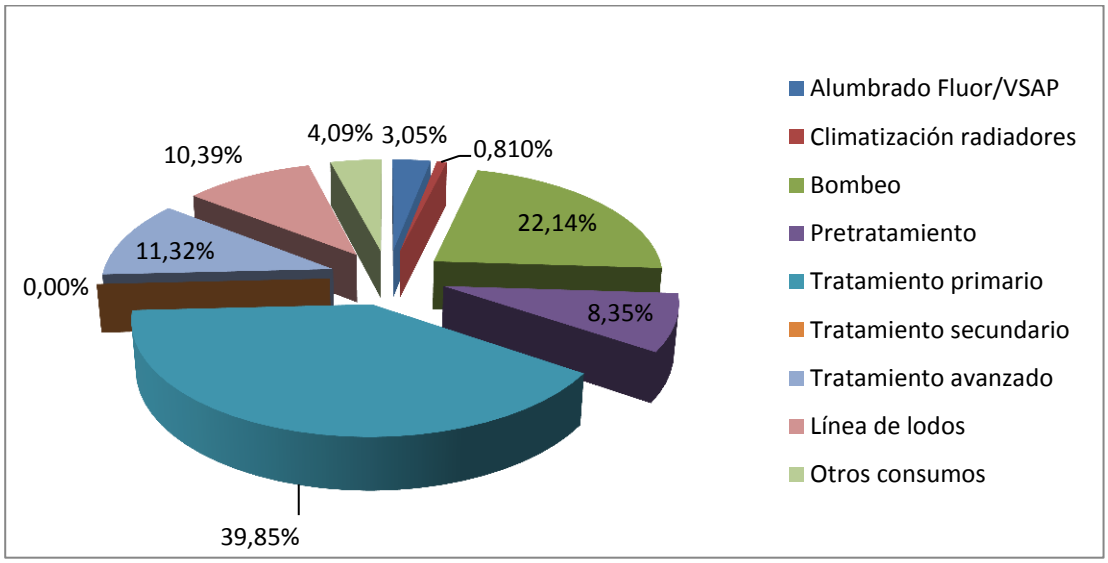
Equipamentos de processo

96,14% consumo total

Principais consumidores (kWh):

Bombas DAC	24.944	26,93 %
Bombas entrada	20.510	22,14 %
Desinfeção UV	10.486	11,32 %
Bombas DAC	24.944	26,93 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	92.626	9.915 €	36,13
Iluminação	2.827	303 €	1,10
Climatização	750	80 €	0,29
Processo	89.049	9.532 €	34,73
Bombagem	*20.510*	*2.195 €*	*8,00*
Pré-tratamento	*7.738*	*828 €*	*3,02*
Tratamento primário	*36.909*	*3.951 €*	*14,39*
Tratamento secundário		*- €*	*0,00*
Tratamento terciário	*10.486*	*1.122 €*	*4,09*
Linha de lamas	*9.622*	*1.030 €*	*3,75*
Equipamentos auxiliares	*3.784*	*405 €*	*1,48*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é de 3.0A com uma potência contratada de 23/25/65 kW em cada um dos três períodos. Não recebem penalizações pelo consumo de energia reativa ou excessos de potência. A potência média requerida não supera os 25kW.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem para 96,14% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento primário, que representa a 39,85% do consumo, devido principalmente ao funcionamento das bombas DAC. As bombas DAS dispõem de variadores. As bombas de entrada representam 22,14% do consumo total.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes. No interior, a iluminação é insuficiente, registando-se valores abaixo dos 300 lux recomendados.

Medidas de melhoria propostas

	Medida	Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Otimização da potência contratada	Diminuição da potência contratada para 31,17 kW, para ajustar as necessidades	-	435	20	0,05	0,00
2	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	1.850	455	2.420	5,32	0,72
3	Aplicação de tecnologias de iluminação eficientes	Substituição dos equipamentos de iluminação atuais para tecnologia LED e incremento da iluminação interior	-	-	3.260	-	-
4	Instalação de motores mais eficientes	Se recomenda a substituição dos motores com períodos de funcionamento mais elevados por motores mais eficientes em caso de avaria ou fim de vida útil	1.700	1.735	140	0,08	0,66
5	Variadores de frequência nos tamisadores Masko Zoll	Instalação de variadores de frequência nos motores dos tamisadores, que adaptem ao funcionamento dos motores às cargas solicitadas.	-	150	500	3,33	-
6	Instalação fotovoltaica	Instalação FV de 12kW para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	15.675	1.400	14.325	10,23	6,11
		TOTAL	19.225	4.175	20.665	4,95	7,50

Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	15,81%
	O custo total	11,84%

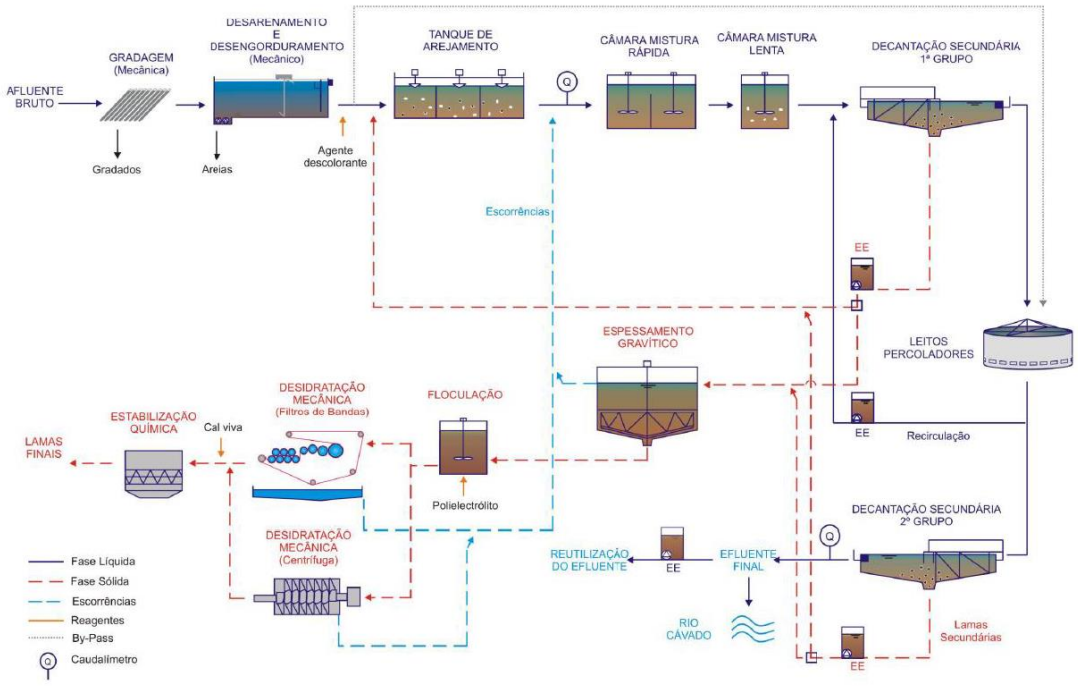
ETAR BARCELOS

Descrição da ETAR

Localização: Barcelos (Portugal)

Características principais: Se efetua o tratamento das águas residuais através de duas linhas de tratamento idênticas e o tratamento das lamas resultantes da primeira. Após a entrada da água bruta, realiza-se a eliminação automática de grossos e finos. O tratamento secundário é realizado num tanque de arejamento (reator biológico), passagem através de uma câmara de mistura rápida e uma câmara de mistura lenta, um primeiro grupo de decantador e de leitos percoladores, seguido de um segundo grupo de decantadores.

A seguinte figura mostra o diagrama de fluxo do processo de tratamento utilizado na estação de Barcelos.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto

População equivalente de projeto	133.250	h.e.
Caudal médio de projeto	19.000	m^3/d
Caudal ponta de projeto	-	m^3/d

Pré-tratamento	Tamisadores e desarenadores- desengordurador	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	-	
Linha de lamas	Espessador, desidratação e estabilização química	
Características de funcionamento		
População equivalente real	9.431	h.e.
Caudal médio tratado	2.521	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	319.872	kWh/ano

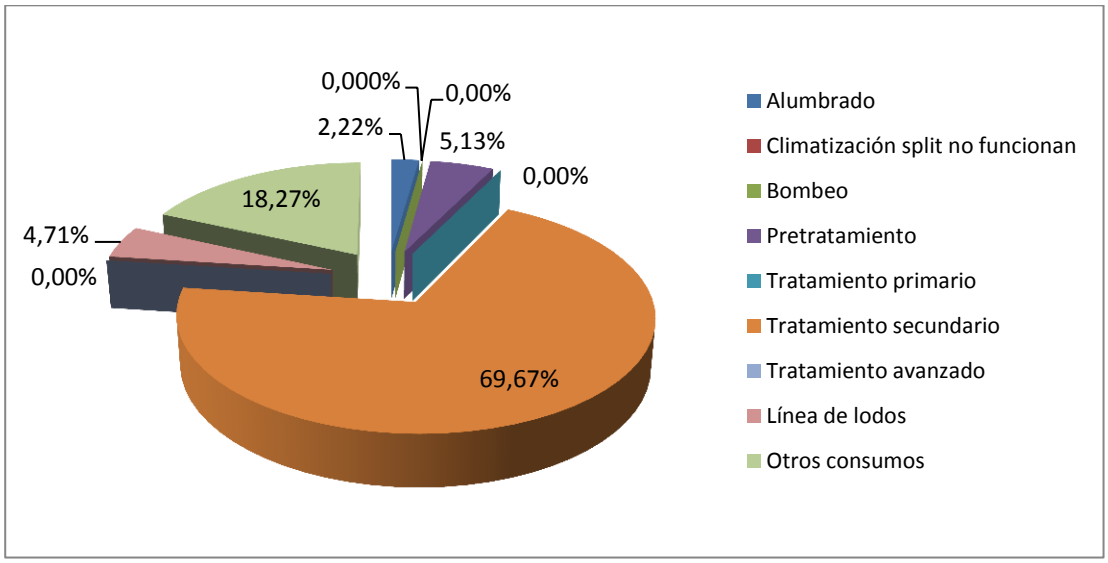
Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	3.1A	
Potência contratada	125	kW
Total Energia Ativa	319.872	kWh/ano
Fator potência medio	1	
Preço médio kWh ativa	0,1210	€/kWh
Custo Total IVA excluído	38,720,51	€

Consumo de energia

Iluminação	No interior: 125 fluorescentes. No exterior: LED		
	Potência instalada na iluminação 7,51kW		
	Não dispõem de sistema de controlo on/off ou luminosidade		
Climatização	-		
Equipamentos de processo	98,61% consumo total		
	Principais consumidores (kWh):		
	Injetores de oxigénio	124.750	39 %
	Bomba recirculação lamas	54.378	17 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	1.482.531	145.741 €	578,20
Iluminação	32.894	3.234 €	12,83
Climatização	-	-	-
Processo	1.178.764	115.879 €	459,73
Bombagem	-	-	-
Pré-tratamento	*76.017*	*7.473 €*	*29,65*
Tratamento primário	*0*	-	-
Tratamento secundário	*1.032.919*	*101.542 €*	*402,85*
Tratamento terciário	-	-	-
Linha de lamas	*69.828*	*6.864 €*	*27,23*
Equipamentos auxiliares	*270.873*	*26.628 €*	*105,64*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- O principal consumo da instalação é o oxigénio líquido, do qual se consomem mais de 2.244.530 kg/ano.

- A tarifa de acesso disponível é tetra horária, com uma potência contratada de 292,25kW. Não recebem penalizações por consumo de energia reativa ou excessos de potência. A potência média requerida é de 177kW, com pequenas variações mensais.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

- O consumo energético se centras principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem para 79,5% do consumo total.

- O principal consumo é devido ao tratamento secundário, que representa 69,97% do consumo, devido fundamentalmente ao funcionamento dos injetores de oxigénio.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes), embora no exterior a iluminação seja LED.

Medidas de melhoria propostas

Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	14.825	1.457	5.621	3,86	5,78
2	Viabilidade da cogeração	Estudo da potencial implementação de um processo de digestão anaeróbia das lamas e do processo de cogeração[10]	237.627	17.369	-	-	92,68
3	Instalação de motores mais eficientes	Se recomenda a substituição dos motores com períodos de funcionamento mais elevados por motores mais eficientes em caso de avaria ou fim de vida útil	-	-	3.260	-	0,00
		TOTAL	252.452	18.826	8.881	-	98,46

Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	17,03%
	O custo total	12,92%

[10] Não se considera o custo da instalação.

ETAR CHAVES

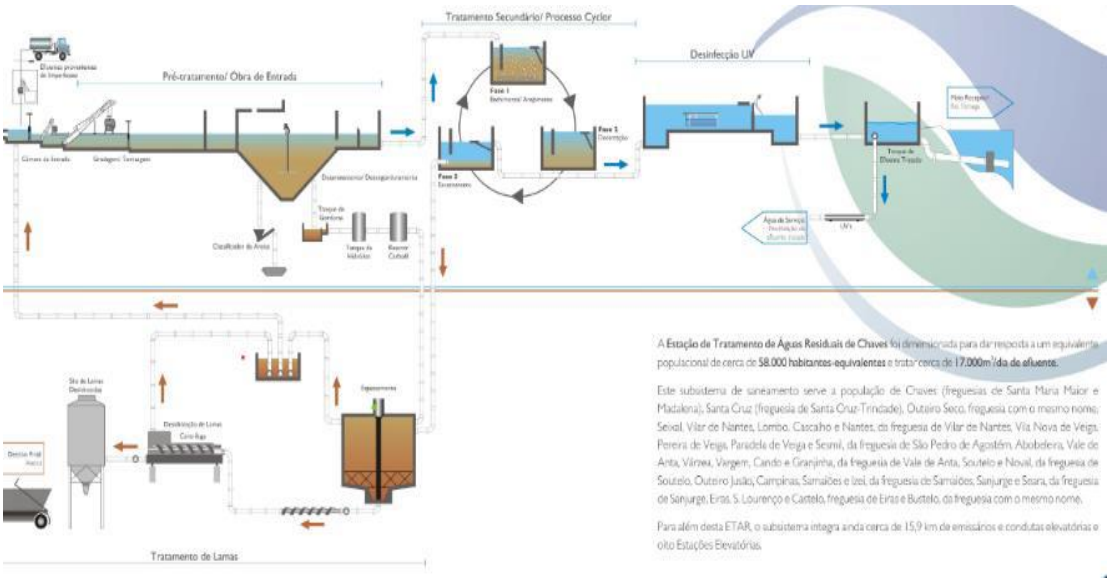
Descrição da ETAR

Localização: Chaves (Portugal)

Características principais: Tratamento biológico de lamas de ativadas que efetua o tratamento das águas residuais, através de um processo Cyclor no âmbito do tratamento secundário. Posteriormente, o tratamento também envolve um processo de desinfeção por ultravioleta, antes da descarga para o meio recetor.

Linha líquida: consiste na circulação da água por três fases de tratamento, sequencialmente enchimento/arejamento, decantação e esvaziamento.

Linha de lamas: O tratamento da fase sólida consiste numa linha de tratamento de lamas que engloba o espessamento e a desidratação das lamas por meio de uma centrifuga, finalizando com a deposição num silo para lamas desidratadas.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto		
População equivalente de projeto	57.748	h.e.
Caudal médio de projeto	8.069	m^3/d
Caudal ponta de projeto	622	m^3/d
Pré-tratamento	Desarenadores- desengorduradores	
Tratamento primário	Tratamento de gorduras	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (Azoto) Desinfeção por	

	Ultravioleta.
Linha de lamas	Espessador e centrífuga.

Características de funcionamento

População equivalente real	24.762	h.e.
Caudal médio tratado	7.041	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	769.671	kWh/ano

Fornecimento Energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	Tetra-horaria	
Potência contratada	465 kw	
Total Energia Ativa	769.671	kWh/ano
Fator potência medio	0,96	
Preço médio kWh ativa	0,1002	€/kWh
Custo Total IVA excluído	77.133	€

Consumo de energia

Iluminação

No interior dos edifícios de edifícios e armazéns, a iluminação é composta por lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T8, de 58 W, com balastros associados (56 unidades) e através de lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W (57 unidades). Dentro dos gabinetes, são utilizadas 18 lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 W, com balastros associados. A iluminação externa é composta por 2 lâmpadas de 150 W e 3 lâmpadas de 120 W. Potência total instalada de 8,25 kW.

Climatização

O sistema de ar condicionado da ETAR de Chaves é composto por uma unidade exterior para refrigeração e aquecimento e, no interior, por várias instalações responsáveis pelo arrefecimento da sala de servidores, cobertura e pelo ar condicionado e ventilação interior dos espaços comuns. da instalação.

Equipamentos de processo

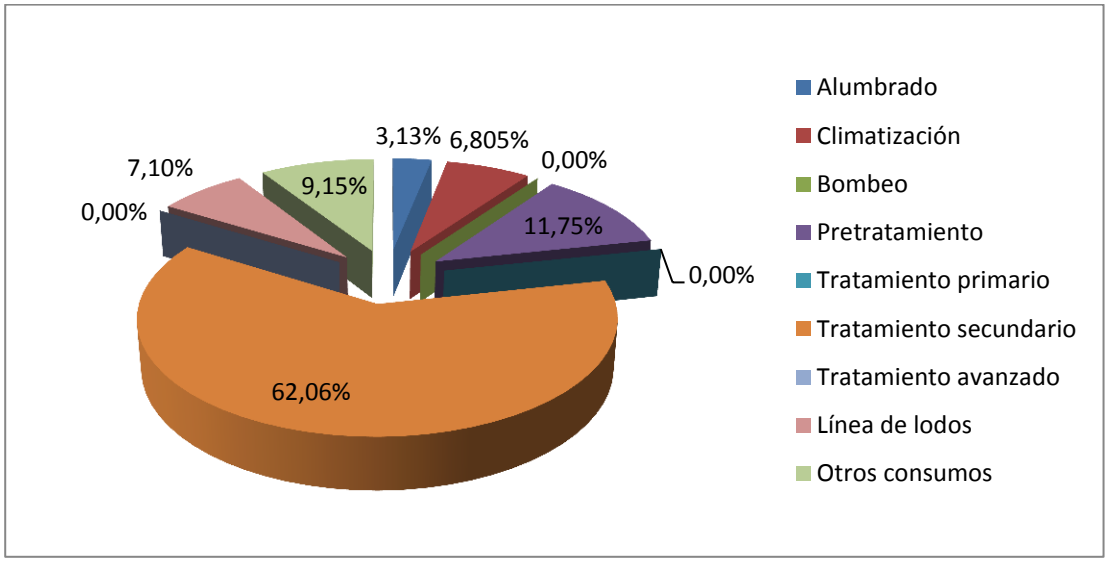
90,06% consumo total

Principais consumidores:

Compressor	395.479	51,38 %
Bombagem recirculação	78.683	10,22 %

Centrífuga	44.458	5,78 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	769.671	77.133 €	300,18
Iluminação	*24.101*	*2.415*	*9,40*
Climatização	*52.373*	*5.249*	*20,43*
Processo	*693.197*	*69.469 €*	*270,35*
Bombagem	*0*	*0 €*	*0*
Pré-tratamento	*90.442*	*9.062 €*	*35,27*
Tratamento primário	*0*	*0 €*	*0*
Tratamento secundário	*477.679*	*47.871 €*	*186,30*
Tratamento terciário	*0*	*0 €*	*0*
Linha de lamas	*54.677*	*5.479 €*	*21,32*
Equipamentos auxiliares	*70.419*	*7.057 €*	*27,46*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra horária, com uma potência contratada de 465kW. Não recebem penalizações pelo consumo energia reativa pu excessos de potência. A potência média requerida é de 86kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares os quais contribuem para 90,06% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 62,1% do consumo, devido principalmente ao funcionamento dos compressores de arejamento (51,4%).

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- Não existem instalações de energia renovável para produção de energia.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes).

Medidas de melhoria propostas

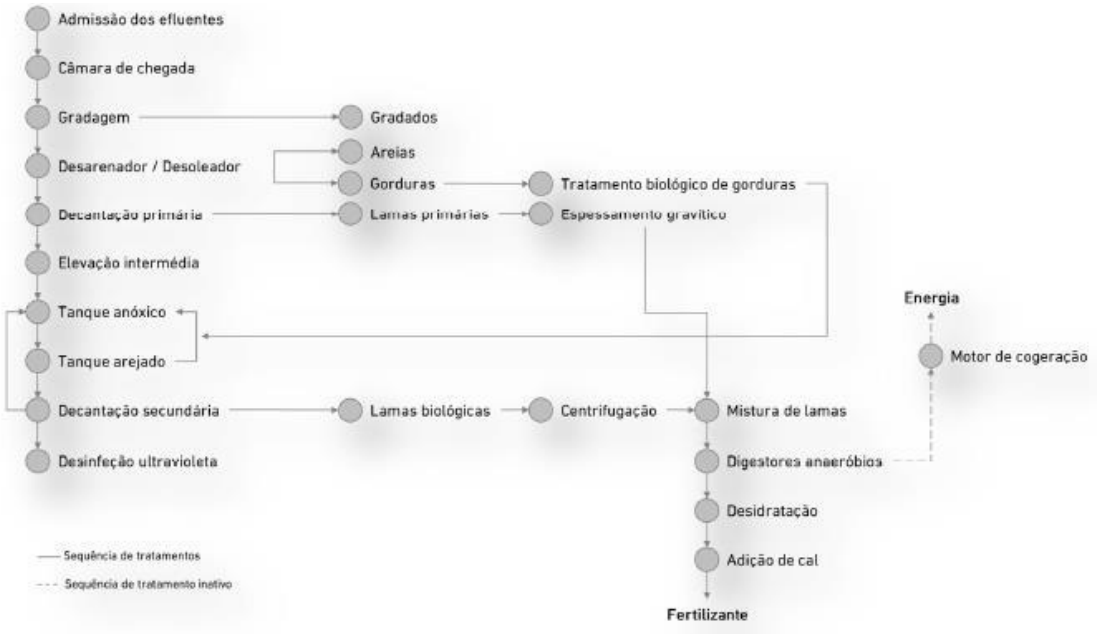
Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação.	-	-	-	-	-
2	Viabilidade da cogeração	Estudo da potencial implementação de um processo de digestão anaeróbia das lamas e do processo de cogeração	-	-	-	-	-
3	Instalação de motores mais eficientes	Se recomenda a substituição dos motores com períodos de funcionamento mais elevados por motores mais eficientes em caso de avaria ou fim de vida útil	-	-	-	-	-

ETAR FREIXO

Descrição da ETAR

Localização: Freixo (Portugal)

Características principais: De uma forma genérica, a ETAR do Freixo efetua o tratamento das águas residuais, através de duas linhas de tratamento idêntica, e o tratamento das lamas resultantes da primeira. De forma a efetuar a captação e tratamento do ar viciado dos processos de tratamento, a ETAR possui um sistema de desodorização do tipo lavagem químico.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto

População equivalente de projeto	170.000	h.e.
Caudal médio de projeto	35.900	m^3/d
Caudal ponta de projeto	-	m^3/d
Pré-tratamento	Rototamisadores e desarenadores- desengorduradores	
Tratamento primário	Decantação	
Tratamento secundário	Reator biológico, arejamento	
Tratamento terciário	Desinfeção UV	
Linha de lamas	Espessador, desidratação e estabilização química	

Características de funcionamento

População equivalente real	171.408	h.e.
Caudal médio tratado	23.858	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	4.543.230	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	710	kW
Total Energia Ativa	4.543,230	kWh/ano
Fator potência medio	1	
Preço médio kWh ativa	0,0938	€/kWh
Custo Total IVA excluído	426.026	€

Consumo de energia

Iluminação Lâmpadas fluorescentes T8 no interior e VSAP no exterior

Climatização -

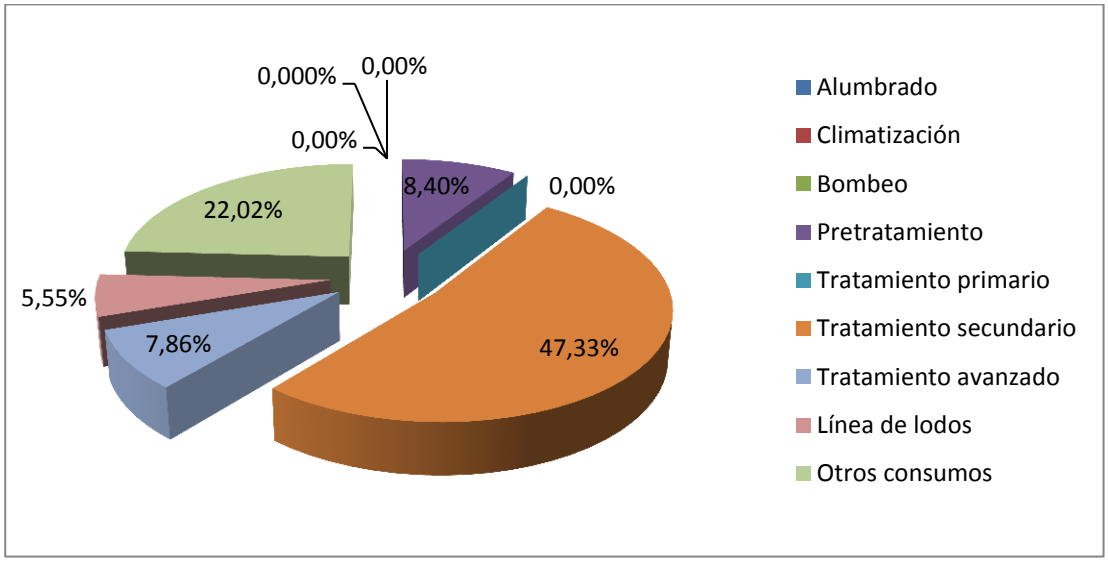
Equipamentos de processo 100% consumo total

Principais consumidores:

Arejamento (Compressor)	1.537.716	33,85 %
Desodorização	401.709	8,84 %
Desinfeção UV	357.174	7,86 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	4.543.230	426.026	1.771,91
Iluminação	*0*	*0 €*	*0*
Climatização	*0*	*0 €*	*0*
Processo	4.543.230	426.026	1.771,91
Bombagem	*0*	*0 €*	*0*
Pré-tratamento	*381.587*	*35.782*	*148,52*
Tratamento primário	*0*	*0 €*	*0*
Tratamento secundário	*2.150.252*	*201.633 €*	*838,62*
Tratamento terciário	*357.174*	*33.493 €*	*139,30*

Linha de lamas	*251.984*	*23.629 €*	*98,28*
Equipamentos auxiliares	*1.000.524*	*93.821 €*	*390,21*
Desodorização	*401.709*	*37.669 €*	



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra horária, com uma potência contratada de 710 kW. Não recebem penalizações por consumo de energia reativa ou excessos de potência. A potência média requerida é de 499kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se centra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem para 100% do consumo total

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 47,33% do consumo. Outro consumo importante se concentra em outros consumos nos quais se incluem equipamentos auxiliares e desodorização.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- A instalação dispõe de um motor de cogeração que utiliza o biogás produzido e 4 digestores anaeróbios, produzindo calor para manter a temperatura dos digestores. Este equipamento não está em funcionamento por problemas mecânicos.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes)

- Está em desenvolvimento uma instalação fotovoltaica de 450 kW.

Medidas de melhoria propostas

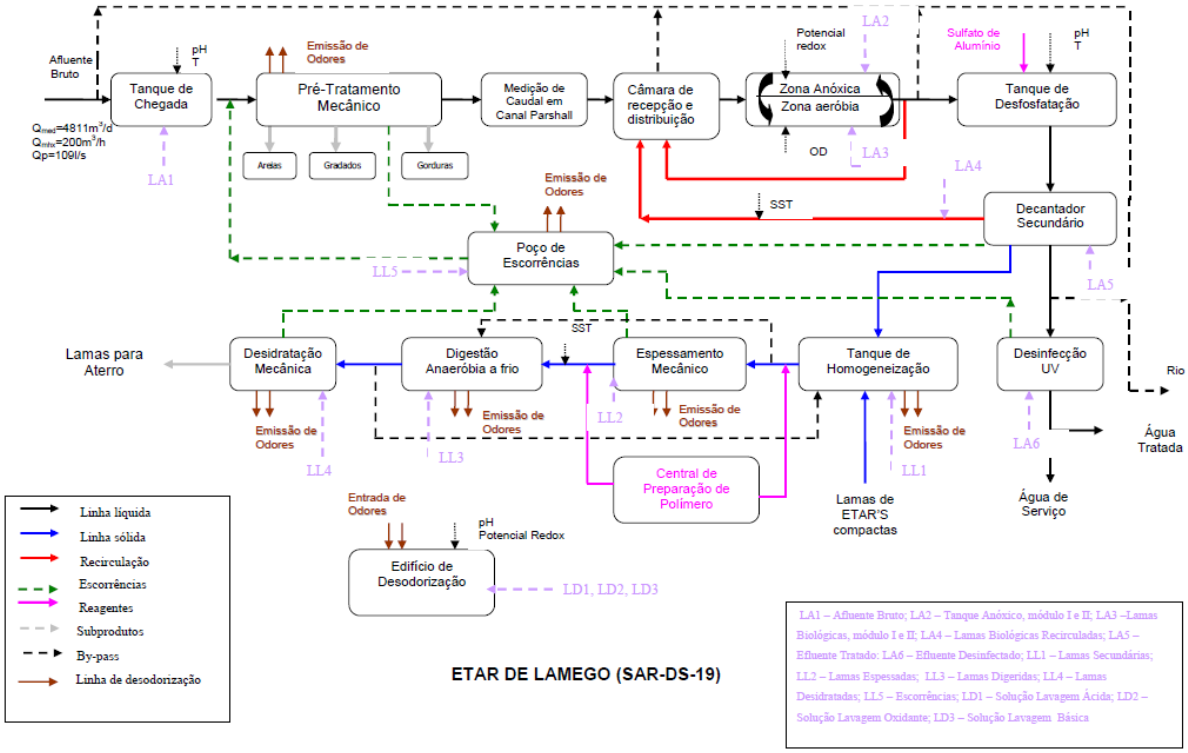
Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação	136.297	12.781	21.634	1,69	53,16
2	Instalação fotovoltaica	Instalação FV para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	-	-	-	-	-
3	Aproveitamento de biometano	Estudo da viabilidade da transformação do biogás em biometano	-	-	-	-	-

ETAR LAMEGO

Descrição da ETAR

Localização: Lamego (Portugal)

Características principais: De uma forma genérica, a ETAR de Lamego efetua o tratamento das águas residuais, através de três linhas de tratamento: água residual, de lamas e de odores. A linha de tratamento de água residual se destaca pela utilização de tratamento biológico do tipo de lamas ativadas, operada em regime de baixa carga, através de duas linhas de tratamento idênticas e em duas etapas: a fase anóxica e a fase arejada. O efluente passa por um estágio final que consiste na precipitação de fósforo por meios químicos, sendo posteriormente encaminhado para dois decantadores secundários e uma desinfeção final pelo sistema de radiação ultravioleta. A linha de tratamento de lamas envolve homogeneização e espessamento, digestão anaeróbica e desidratação. No sistema de desodorização, ocorre uma lavagem química tripla para tratar os odores produzidos dentro dos edifícios técnicos de exploração.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto

População equivalente de projeto	19.300	h.e.
Caudal médio de projeto	4.811	m^3/d
Caudal ponta de projeto	421	m^3/d
Pré-tratamento	Desarenadores- desengorduradores	
Tratamento primário	Tratamento de gorduras	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (Fósforo e Azoto) Desinfeção por Ultravioleta.	
Linha de lamas	Espessador, centrífuga e digestor anaeróbio.	

Características de funcionamento

População equivalente real	11.719	h.e.
Caudal médio tratado	1.764	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	763.529	kWh/ano

Fornecimento energético

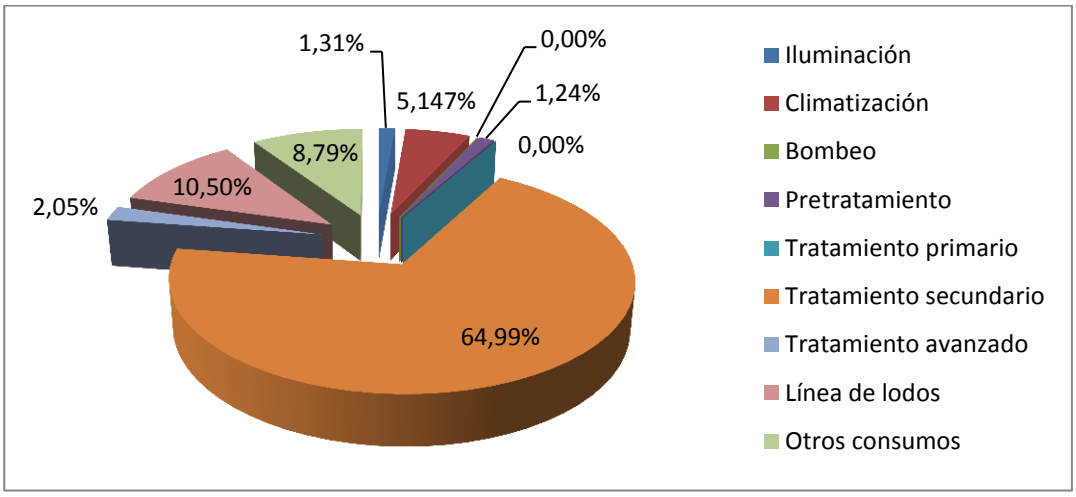
Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	186 kw	
Total Energia Ativa	763.529	kWh/ano
Fator potência medio	0,92	
Preço médio kWh ativa	0,0961	€/kWh
Custo Total IVA excluído	73.349	€

Consumo de energia

Iluminação	178 Lâmpadas fluorescentes T8 e 35 fluorescentes compactas no interior e 2 fluorescentes compactas no exterior. A potência instalada é de 9,7 kW.
Climatização	10 unidades SPLIT, com uma potência total de 13,5 kW
Equipamentos de processo	93,54 % consumo total

Principais consumidores:		
Compressor	292.327	38,29 %
Agitadores	176.807	23,16 %
Bomba recirculação	75.453	9,88 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	763.529	73.349	297,78
Iluminação	*10.002*	*961 €*	*3,90*
Climatização	*39.302*	*3.776 €*	*15,33*
Processo	714.225	68.612 €	278,55
Bombagem	*0*	*0 €*	*0*
Pré-tratamento	*9.461*	*909 €*	*3,69*
Tratamento primário	*0*	*0 €*	*0*
Tratamento secundário	*496.236*	*47.671 €*	*193,54*
Tratamento terciário	*15.660*	*1.504 €*	*6,11*
Linha de lamas	*80.172*	*7.702 €*	*31,27*
Equipamentos auxiliares	*67.125*	*6.448 €*	*26,18*
Desodorização	*45.571*	*4.378 €*	



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra-horária, com uma potência contratada de 186kW. A potência média requerida é de 88kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se concentra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que contribuem em 93,5% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 65% do consumo, devido fundamentalmente aos compressores de ar (38,3%).

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes)

Medidas de melhoria propostas

Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação	-	-	-	-	-
2	Ajuste do funcionamento dos compressores	Instalação de variadores de frequência no compressores e ajuste do funcionamento para que se ajustem às necessidades de O_2 ou aos períodos más económicos	-	-	-	-	-
3	Melhoria da ventilação natural	Montagem de estruturas que facilitem o arejamento natural dos espaços	-	-	-	-	-
4	Divisão de espaços de desodorização	Compartimentação dos espaços afetos pelo processo de desodorização	-	-	-	-	-
4	Instalação fotovoltaica	Instalação FV para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	-	-	-	-	-

ETAR PENICES

Descrição da ETAR

Localização: Penices (Portugal)

Características principais: De uma forma genérica, a ETAR de Penices realiza o tratamento das águas residuais, através de duas linhas paralelas de tratamento e fase líquida e tratamento de lamas resultantes do primeiro. No processo de tratamento biológico, são utilizadas duas linhas idênticas, com lamas ativadas com arejamento prolongado nos canais de oxidação e, em seguida, decantação secundária. A fase sólida envolve o uso de um desidratador mecânico do tipo tambor para espessamento, a desidratação através de uma centrífuga de alto desempenho e posterior armazenamento em um silo.

Características de projeto

População equivalente de projeto	32.404	h.e.
Caudal médio de projeto	3.214	m^3/d
Caudal ponta de projeto	355	m^3/d
Pré-tratamento	Triturador mecânico, rototamisadores e desarenador-desengorduradores	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	-	
Linha de lamas	Espessador e desidratação.	

Características de funcionamento

População equivalente real	19.106	h.e.
Caudal médio tratado	2.363	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	814.322	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	292,95 kW	
Total Energia Ativa	814.322	kWh/ano
Fator potência medio	0,95	
Preço médio kWh ativa	0,0981	€/kWh

Custo Total IVA excluído 79.895 €

Consumo de energia

Iluminação

No interior do edifício de exploração existem 15 unidade de lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T8, de 36 W. No interior do edifício de exploração existem 15 unidades de lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T8, de 36 W, com balastros ferromagnéticos. No interior do edifício industrial dedicada à linha de lamas, existem 14 lâmpadas de iodetos metálicos, de 75 W, com balastros ferromagnéticos. No edifício da estação elevatória, a iluminação é feita através de 2 lâmpadas de iodetos metálicos, de 75 W, com balastros ferromagnéticos, e através de um projetor de 250 W. Os restantes edifícios contam com uma iluminação composta por lâmpadas de iodetos metálicos, de 75 W, com balastros ferromagnéticos (8 unidades) e lâmpadas fluorescentes compactas de 18 W (6 unidades).

Climatização

Unidades Split descativados

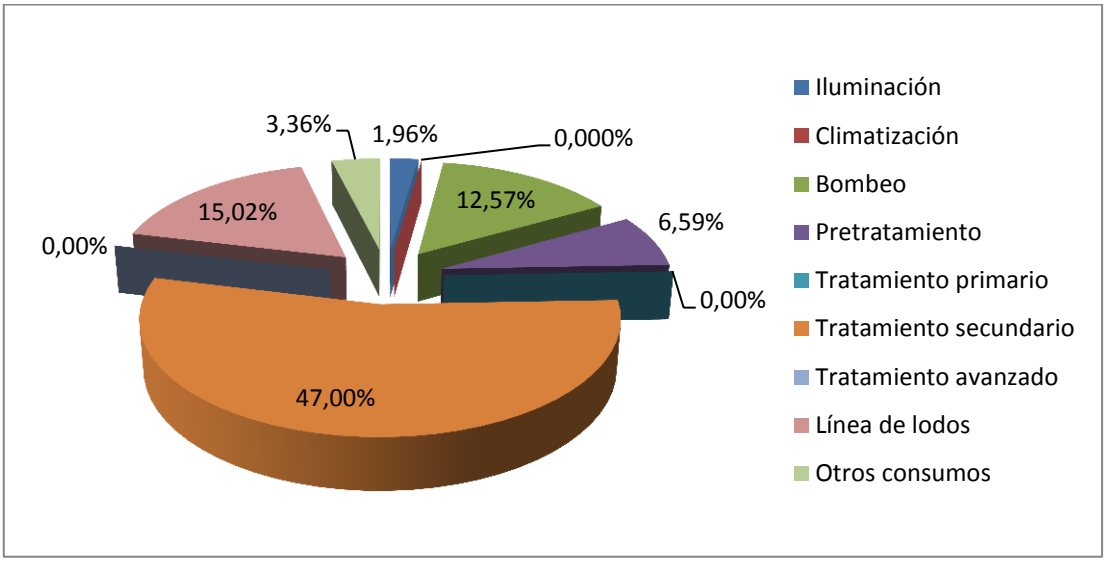
Equipamentos de processo

98,04 % consumo total

Principais consumidores:

Compressor (arejamento)	242.559	29,79 %
Bombagem de entrada	69.878	8,58 %
Agitador	75.481	9,27 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	814.322	79.895 €	317,59
Iluminação	15.955	1.565 €	6,22
Climatização	-	-	0
Processo	798.367	78.329 €	311,37
Bombagem	*102.321*	*10.039 €*	*39,91*
Pré-tratamento	*53.685*	*5.267 €*	*20,94*
Tratamento primário	0	0 €	0
Tratamento secundário	*382.746*	*37.552 €*	*149,27*
Tratamento terciário	0	0 €	0
Linha de lamas	*122.327*	*12.002 €*	*47,71*
Equipamentos auxiliares	*27.352*	*2.684 €*	*10,67*
Desodorização	*109.936*	*10.786 €*	*42,88*



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra-horária, com uma potência contratada de 292,95kW. A potência média requerida é de 100kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se concentra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que representam 98% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 47% do consumo, devido principalmente ao funcionamento dos rotores de arejamento (29,8%).

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes)

Medidas de melhoria propostas

Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação	-	-	-	-	-
2	Substituição de difusores	Substituição de difusores de bolha grossa por difusores de bolha fina	-	-	-	-	-
3	Instalação de tamisadores antes da bombagem de elevação	Instalação de tamisadores antes da bombagem de elevação para eliminar os materiais mais grossos	-	-	-	-	-
4	Ajuste do funcionamento dos compressores	Instalação de variadores de frequência no compressores e ajuste do funcionamento para que se ajustem às necessidades de O_2 ou aos períodos más económicos	-	-	-	-	-
5	Control avançado do processo de arejamento	Automatização do processo de arejamento, mantendo a concentração de Oxigénio Dissolvido na gama ótima de funcionamento	-	-	-	-	-
6	Melhoria da ventilação natural	Montagem de estruturas que facilitem o arejamento natural dos espaços	-	-	-	-	-
7	Divisão de espaços de desodorização	Compartimentação dos espaços afetos pelo processo de desodorização	-	-	-	-	-
8	Variadores de frequência nas bombas	Instalação de Variadores de frequência nas bombas de recirculação de lamas	-	-	-	-	-
9	Melhoria na produção de lamas	Adição de polímeros líquidos às lamas para favorecer sua aglomeração	-	-	-	-	-
10	Instalação fotovoltaica	Instalação FV para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	-	-	-	-	-

ETAR PONTE DA BAIA

Descrição da ETAR

Localização: Ponte da Baia (Portugal)

Características principais: De uma forma genérica, a ETAR de Ponte da Baia efetua o tratamento das águas residuais, através de lamas ativadas, e o tratamento das lamas resultantes da primeira. No tratamento de águas residuais ocorre a passagem da água por decantadores primários previamente ao tratamento secundário, no qual são utilizados tanques anaeróbios e tanques de arejamento. Destaca-se ainda o tratamento terciário com desinfeção e remoção de N e P. O tratamento de lamas destaca-se por apresentar cogeração, através do aproveitamento de biogás produzido no digestor, sendo utilizado para aquecimento e para produção de eletricidade num grupo gerador.

Características de projeto

População equivalente de projeto	45.127	h.e.
Caudal médio de projeto	5.943	m^3/d
Caudal ponta de projeto	441	m^3/d
Pré-tratamento	Rototamisadores, desarenadores- desengorduradores	
Tratamento primário	Decantação primária	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Eliminação de nutrientes (N e P) Desinfeção U.V.	
Linha de lamas	Espessador, centrífuga, digestão de lamas e aproveitamento energético biogás	

Características de funcionamento

População equivalente real	23.347	h.e.
Caudal médio tratado	4.126	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	1.381.154	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	372 kw	
Total Energia Ativa	1.171.680	kWh/ano
Fator potência medio	0,96	
Preço médio kWh ativa	0,0906	€/kWh

Custo Total IVA excluído 106.137 €

Consumo de energia

Iluminação

No interior do edifício de exploração, a iluminação é feita através de lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T5, de 14 W (152 unidades) e lâmpadas PLC fluorescentes compactas de 18 W (24 unidades). O edifício de tratamento primário é iluminado por lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T5, de 54 W (79 unidades) e por focos de iodetos metálicos, de 150 W (2 unidades). O edifício de desidratação é iluminado por lâmpadas fluorescentes do tipo T5, de 54 W (116 unidades) e por lâmpadas PLC fluorescentes compactas de 18 W (32 unidades);

A iluminação exterior é composta por 24 lâmpadas de 18 W, postes de iluminação com lâmpadas de 80 W (30 unidades) e focos de iodetos metálicos, de 400 W (8 unidades).

Climatização

O sistema de climatização da ETAR de Ponte da Baia é composto por uma unidade para arrefecimento e aquecimento do edifício de exploração e quatro unidades distribuídas pelos balneários e pelas salas de quadros elétricos da etapa de tratamento primário e de tratamento secundário.

Equipamentos de processo

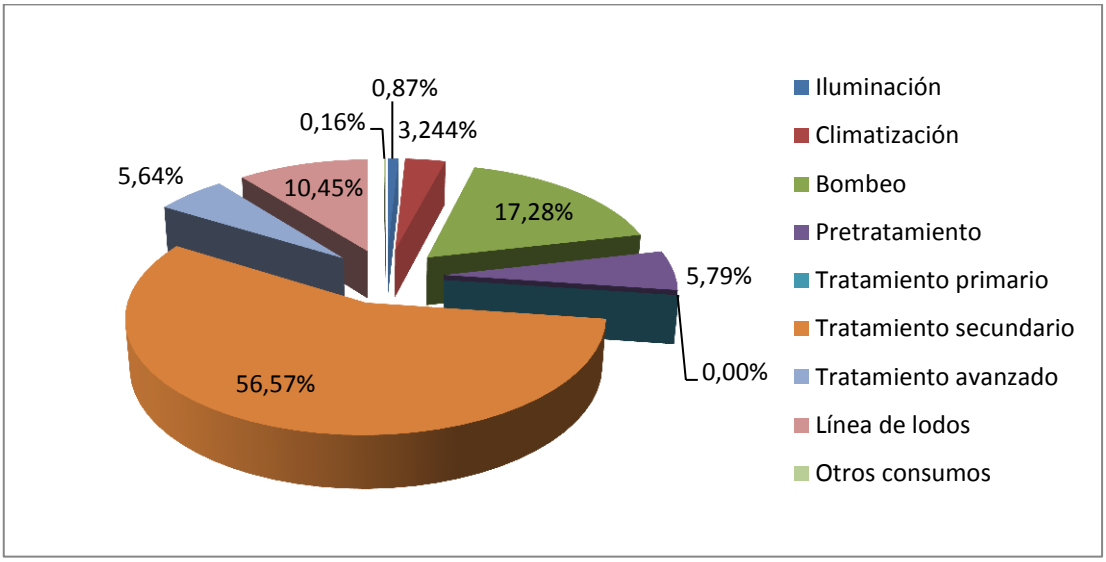
95,89 % consumo total

Principais consumidores:

Compressor	649.618	55,44%
Bomba recirculação lamas	90.325	7,71 %
Bombagem de entrada	238.675	20,37 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	1.381.154	106.137 €	538,66
Iluminação	*11.986*	*921 €*	*4,67*
Climatização	*44.807*	*3.443 €*	*17,48*
Processo	1.324.361	101.772 €	516,51
Bombagem	*238.675*	*18.341 €*	*93,09*
Pré-tratamento	*79.969*	*6.145 €*	*31,19*
Tratamento primário	*0*	*0 €*	*0*
Tratamento secundário	*781.289*	*60.039 €*	*304,71*
Tratamento terciário	*77.836*	*5.981 €*	*30,36*
Linha de lamas	*144.322*	*11.091 €*	*56,29*

Equipamentos auxiliares	*2.270*	*174 €*	*0,89*
Desodorização	*0*	*0 €*	



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra-horária, com uma potência contratada de 372kW. A potência média requerida é de 87kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se concentra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que representam 95,9% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 56,6% do consumo, devido principalmente ao funcionamento dos rotores de arejamento (47%).

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes)

Medidas de melhoria propostas

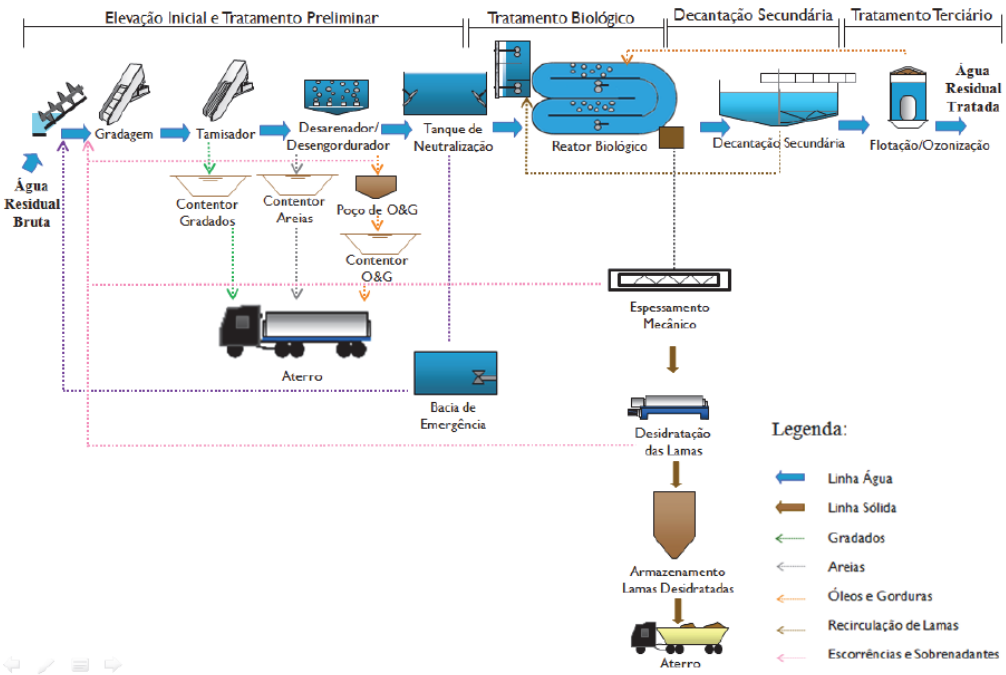
Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação	-	-	-	-	-
2	Substituição da bomba de recirculação de lamas	Substituição da bomba de recirculação das lamas atual, sobredimensionada para os requisitos reais	-	-	-	-	-
3	Substituição de sondas	Substituição das sondas de amoníaco existentes e estudo da viabilidade da substituição do atual sistema de controlo de la arejamento	-	-	-	-	-
4	Ajuste do funcionamento dos compressores	Instalação de variadores de frequência nos compressores e ajuste do funcionamento para que se ajustem às necessidades de O_2 ou aos períodos mais económicos	-	-	-	-	-
5	Melhoria na produção de lamas	Adição de polímeros líquidos às lamas para favorecer sua aglomeração	-	-	-	-	-
6	Instalação fotovoltaica	Instalação FV para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	-	-	-	-	-

ETAR SERZEDO

Descrição da ETAR

Localização: Serzedo (Portugal)

Características principais: A ETAR de Serzedo efetua o tratamento das águas residuais, através de um tratamento secundário que se caracteriza por apresentar zonas anóxicas e zonas arejadas em série e com encaminhamento da água para os decantadores. Seguidamente é efetuado um tratamento terciário de flotação e ozonização. A linha de lamas envolve o espessamento, desidratação e armazenamento das lamas desidratadas.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto		
População equivalente de projeto	97.196	h.e.
Caudal médio de projeto	13.772	m^3/d
Caudal ponta de projeto	987	m^3/d
Pré-tratamento	Rototamisadores, desarenadores- desengorduradores	
Tratamento primário	-	
Tratamento secundário	Lamas ativadas	
Tratamento terciário	Flutuação, ozonização e decantação.	
Linha de lamas	Espessador, centrífuga e silos	

Características de funcionamento

População equivalente real	41.297	h.e.
Caudal médio tratado	6.962	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	2.875.507	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	581,25-644	kW
Total Energia Ativa	2.987.507	kWh/ano
Fator potência medio	0,95	
Preço médio kWh ativa	0,0947	€/kWh
Custo Total IVA excluído	272.449	€

Consumo de energia

Iluminação

No interior do edifício de exploração, a iluminação é feita através de lâmpadas LED, de 4 W (1 unidade), de 24W (8 unidades) e de 18W (17 unidades), e através de lâmpadas fluorescentes de 8W (3 unidades) e de 36W (53 unidades), com balastros ferromagnéticos. Os restantes edifícios são iluminados através de lâmpadas fluorescentes de 8W (9 unidades), 36W (1 unidade), 50W (7 unidades) e 54W (46 unidades), e ainda por 8 lâmpadas LED de 50W; A potência total instalada na iluminação é de 6,3 KW.

Climatização

A climatização é composta por 7 unidades Split que fornecem tanto frio como calor. A potência total instalada é de 7,15 kW

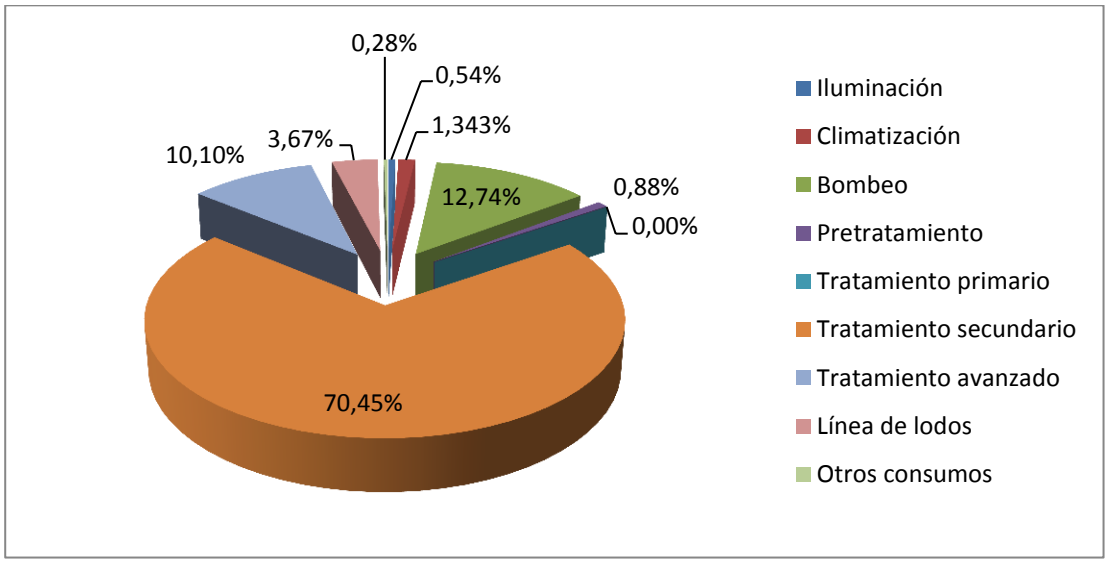
Equipamentos de processo

98,12 % consumo total

Principais consumidores:

Arejamento (Compressor)	945.287	32,87%
Ozonizador	186.719	6,49 %
Bombagem entrada	373.452	12,99 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	2.875.507	272.449 €	1.121,48
Iluminação	15.524	1.471 €	6,05
Climatização	38.607	3.658 €	15,00
Processo	2.821.376	267.320	1.100,36
Bombagem	*366.421*	*34.718 €*	*142,91*
Pré-tratamento	*25.221*	*2.390 €*	*9,84*
Tratamento primário	0	0 €	0
Tratamento secundário	*2.025.813*	*191.942 €*	*790,09*
Tratamento terciário	290.304	27.506 €	113,22
Linha de lamas	*105.423*	*9.989 €*	*41,12*
Outros consumos	*8.194*	*776 €*	*3,20*
Desodorização	*0*	*0 €*	



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra-horária, com uma potência contratada de 644kW. A potência média requerida é de 315kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se concentra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que representam 98,1% do consumo total.

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 70,5% do consumo, devido principalmente ao funcionamento dos compressores de arejamento (32,9%).

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes)

- A instalação possui um motor de cogeração que utiliza o biogás produzido para obter calor para manter a temperatura dos digestores.

Medidas de melhoria propostas

Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação	-	-	-	-	-
2	Substituição de injetores de O_3	Substituição dos injetores de Ozono do tratamento terciário.	-	-	-	-	-
3	Substituição de ventiladores por tecnologias mais eficientes	Substituição dos atuais ventiladores de arejamento por motores mais eficientes e de maior potencia	-	-	-	-	-
4	Substituição de difusores	Substituição de difusores de bolha grossa por difusores de bolha fina	-	-	-	-	-
5	Instalação fotovoltaica	Instalação FV para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	-	-	-	-	-

ETAR SOBREIRAS

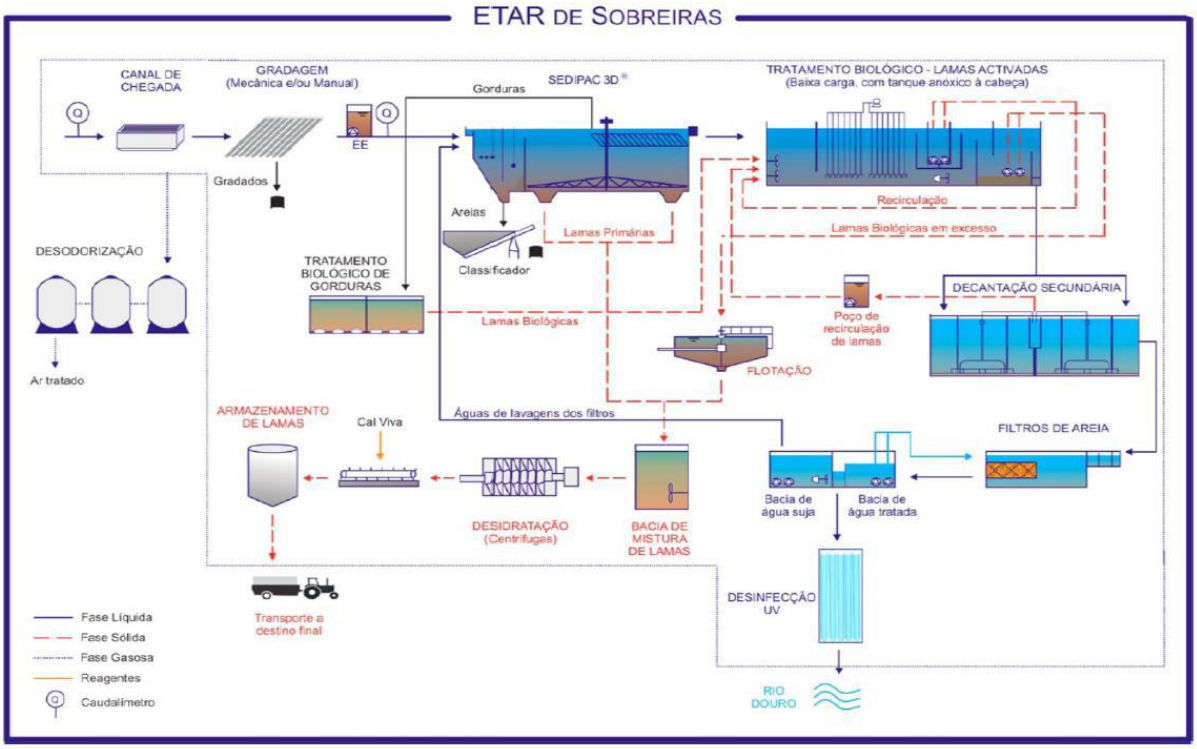
Descrição da ETAR

Localização: Sobreiras (Portugal)

Características principais: Tratamento biológico por lamas ativadas através de um sistema de remoção de nutrientes, filtração (AQUAZUR V) e desinfeção por U.V.

Linha líquida: A linha de tratamento é constituída por tamisadores, elevação, desarenador/ desengordurador e decantação primária.

Linha de lamas: Flotação de lamas biológicas, mistura e homogeneização com lamas primárias, desidratação em centrífugas, estabilização química com cal e armazenamento em silos. A desodorização é feita por lavagem química em três estágios (alcalina, ácida e oxidante).



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto

População equivalente de projeto	200.000	h.e.
Caudal médio de projeto	54.000	m^3/d
Caudal ponta de projeto	0	m^3/d
Pré-tratamento	Desarenador- desengordurador	
Tratamento primário	Decantação primária	

Tratamento secundário	Reator biológico
Tratamento terciário	Desinfeção por Ultravioleta.
Linha de lamas	Espessador e desidratação.

Características de funcionamento

População equivalente real	145.288	h.e.
Caudal médio tratado	34.099	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	11.405.659	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	372kW	
Total Energia Ativa	11.405.659	kWh/ano
Fator potência medio	0,95	
Preço médio kWh ativa	0,1005	€/kWh
Custo Total IVA excluído	1.146.035	€

Consumo de energia

Iluminação

Iluminação interior é composta por lâmpadas fluorescentes tubulares T8 (18, 36 e 58W), com balastros eletromagnéticos, lâmpadas compactas de 13 W e lâmpadas de descarga de alta pressão (250 e 400W).

A potencia média na iluminação é de 24,3 kW.

Climatização

O sistema de climatização é composto por unidades de tratamento de ar, atualmente só se encontra a funcionar o sistema de aquecimento destes equipamentos. A potência térmica de aquecimento instalada poderá atingir os 291 kW.

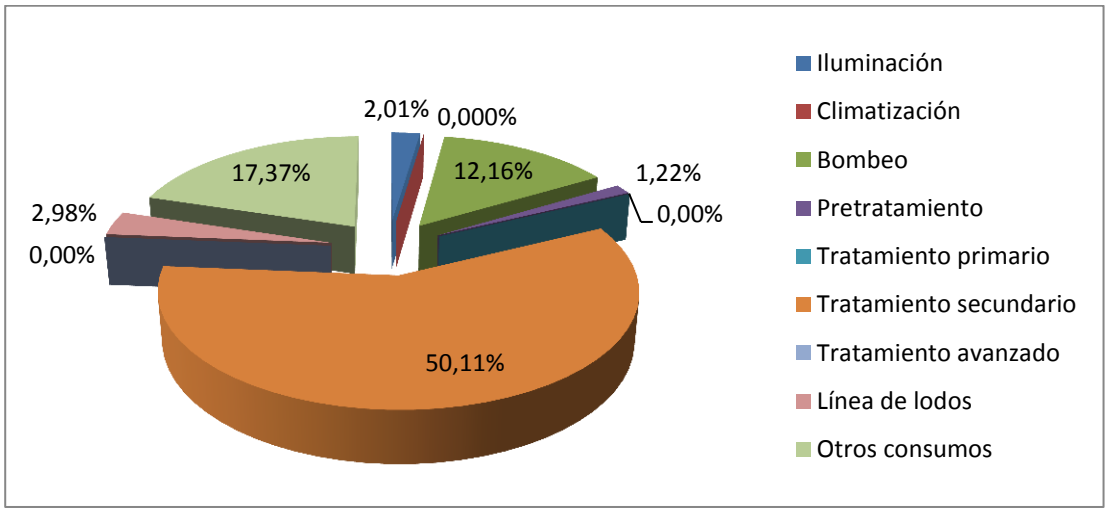
Equipamentos de processo

97,99 % consumo total

Principais consumidores:

Compressor (arejamento)	3.528.726	30,94 %
Bomba circulação lamas	1.775.899	15,57 %
Bombagem de entrada	1.387.423	12,16 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	11.405.659	1.146.035 €	4.448,32
Iluminação	*229.132*	*23.032 €*	*89,36*
Climatização	*0*	*0 €*	*0*
Processo	11.176.527	1.123.012 €	4.358,96
Bombagem	*1.387.423*	*139.408 €*	*541,11*
Pré-tratamento	*139.015*	*13.968 €*	*54,22*
Tratamento primário	*0*	*0 €*	*0*
Tratamento secundário	*5.715.141*	*574.254 €*	*2.228,96*
Tratamento terciário	*0*	*0 €*	*O*
Linha de lamas	*340.069*	*34.170 €*	*132,63*
Outros consumos	*1.981.133*	*199.063 €*	*772,66*
Desodorização	*1.613.746*	*162,148*	



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra-horária, com uma potência contratada de 2.511kW. A potência média requerida é de 1.172kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se concentra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que representam 97% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 50,11% do consumo, devido principalmente ao funcionamento dos ventiladores de arejamento (30%).

A.2. Estudo de Potencial de Eficiência nas ETAR da Eurorregião.

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes).

Medidas de melhoria propostas

Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação	331.556	33.315	21.634	0,65	129,31
2	Substituição de bombas de entrada	Substituição das bombas atuais por bombas que atinjam um rendimento global de 70,3%.	452.076	45.424	193.339	4,26	176,31
3	Otimização do sistema de arejamento	Modificação do sistema de arejamento , utilizando uns único compressor que funcione de forma alternativa em ambos tanques	715.183	71.861	33.520	0,00	278,93
		TOTAL	1.498.815	150.600	248.493	1,65	584,55

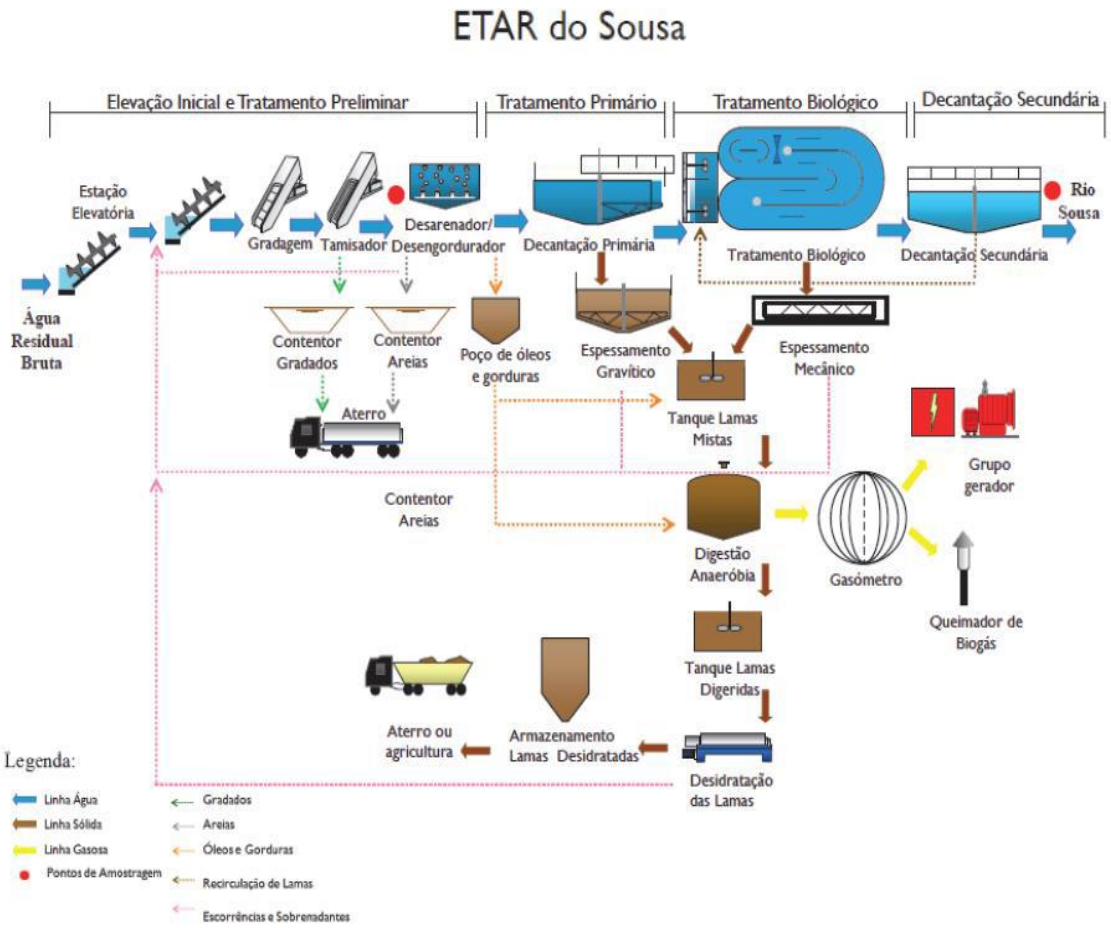
Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	13,14%
	O custo total	13,14%

ETAR SOUSA

Descrição da ETAR

Localização: Sousa (Portugal)

Características principais: De uma forma genérica, a ETAR de Sousa efetua o tratamento das águas residuais através de duas linhas de tratamento idênticas, e o tratamento das lamas resultantes da primeira. No processo de tratamento secundário destaca-se a passagem do efluente por um tanque seletor e posteriormente por dois reatores biológicos com configuração de valas de oxidação, com zonas anóxica e aeróbia. Na linha de lamas, destaca-se a existência de um digestor anaeróbio aquecido por um queimador misto de gás propano e biogás. O biogás resultante da digestão anaeróbia é armazenado num gasómetro podendo ser aproveitado através de cogeração para aquecimento das lamas que alimentam o digestor anaeróbio e ser aproveitado para produção de energia elétrica através de um grupo gerador sendo esta destinada ao autoconsumo.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto

População equivalente de projeto	89.913	h.e.
Caudal médio de projeto	13.855	m^3/d
Caudal ponta de projeto	1.027	m^3/d
Pré-tratamento	Tamisadores, Desarenador- desengordurador	
Tratamento primário	Decantação primária	
Tratamento secundário	Tanque seletor, lamas ativadas	
Tratamento terciário	-	
Linha de lamas	Espessador, digestão anaeróbia, centrífuga, aproveitamento energético biogás.	

Características de funcionamento

População equivalente real	74.313	h.e.
Caudal médio tratado	5.344	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	1.452.719	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	744 kw	
Total Energia Ativa	1.452.719	kWh/ano
Fator potência medio	0,95	
Preço médio kWh ativa	0,0973	€/kWh
Custo Total IVA excluído	101.263	€

Consumo de energia

Iluminação

No edifício de exploração, a iluminação é feita através de lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T8, de 36W (59 unidades), com balastros ferromagnéticos. Os restantes edifícios são também iluminados por lâmpadas fluorescentes do tipo T8, de 36 W (122 unidades), com balastros ferromagnéticos.

A iluminação exterior é realizada com recurso a 24 lâmpadas fluorescentes de 150W.

Climatização

Unidades Split

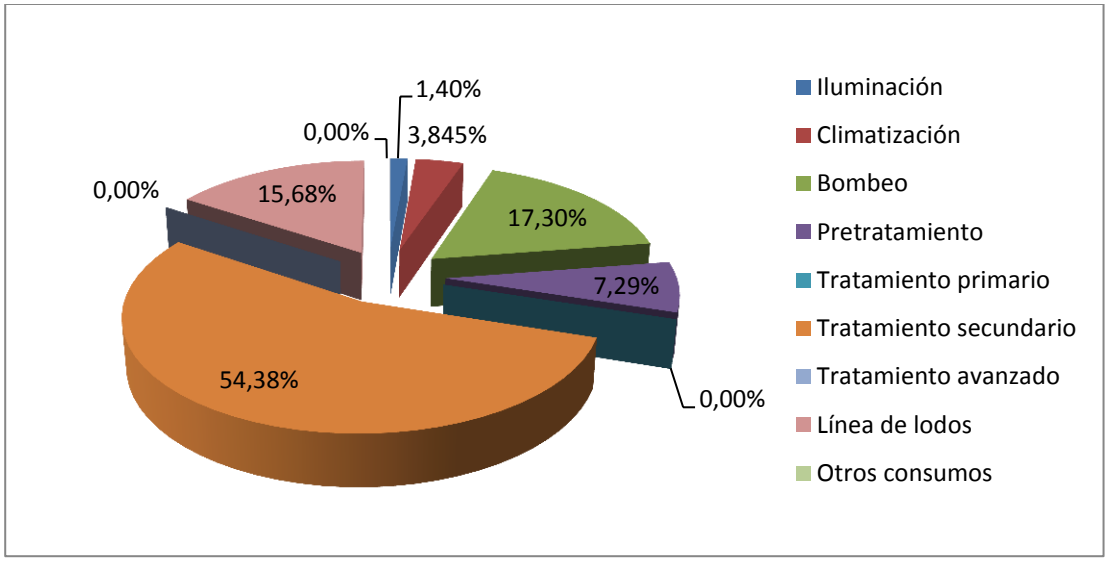
Equipamentos de

94,8% consumo total

processo

Principais consumidores:		
Compressor	691.467	66,42%
Centrífugas	85.977	8,26%
Bombagem de entrada	251.383	24,15%

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	1.452.719	101.263	566,57
Iluminação	*20.308*	*1.416*	*7,92*
Climatização	*55.861*	*3.894 €*	*21,79*
Processo	1.376.550	95.954 €	536,87
Bombagem	*251.383*	*17.523*	*98,04*
Pré-tratamento	*105.961*	*7.386*	*41,33*
Tratamento primário	*0*	*0 €*	*0*
Tratamento secundário	*789.973*	*55.066 €*	*308,10*
Tratamento terciário	*0*	*0 €*	*0*
Linha de lamas	*227.795*	*15.879 €*	*88,84*
Outros consumos	*0*	*0 €*	*0*
Desodorização	*1.438*	*100 €*	



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra-horária, com uma potência contratada de 744kW. A potência média requerida é de 92kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se concentra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que representam 95% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 54% do consumo, devido principalmente ao funcionamento dos ventiladores de arejamento (48%).

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes).

Medidas de melhoria propostas

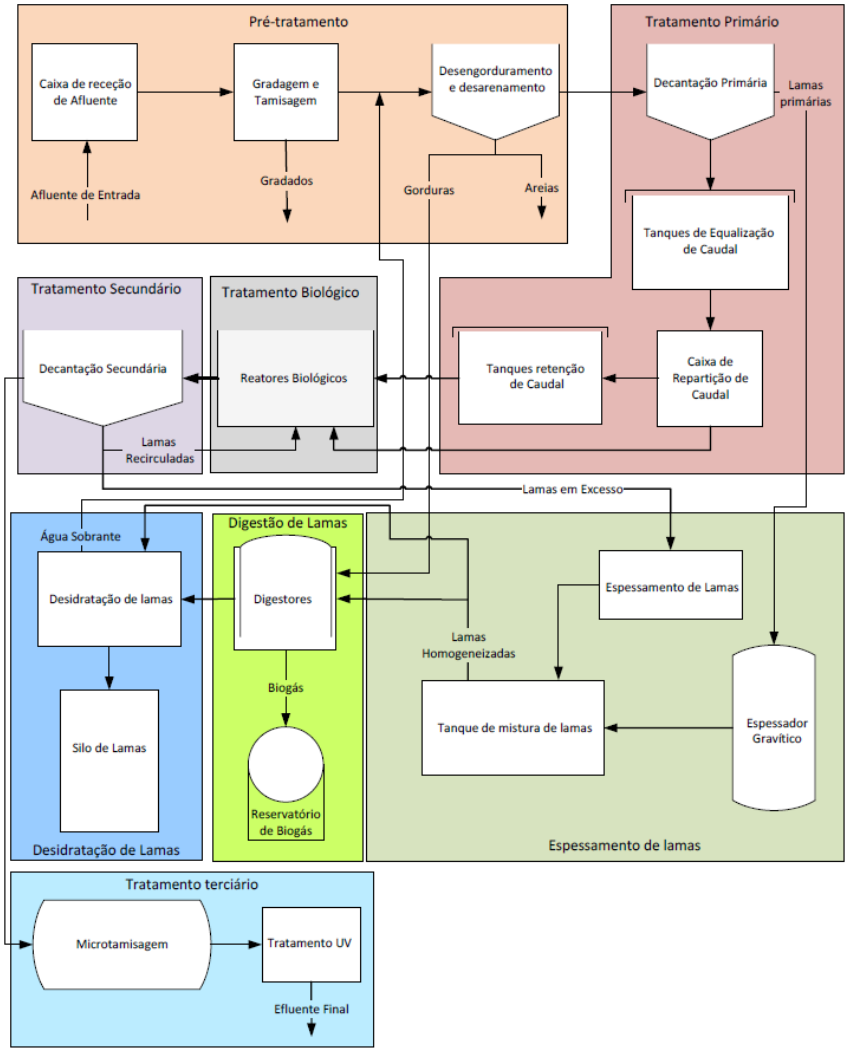
Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Monitorização Energética em tempo real	Instalação de um sistema de monitorização que permita visualizar e controlar o consumo energético de toda a instalação	-	-	-	-	-
2	Melhoria na produção de lamas	Adição de polímeros líquidos às lamas para favorecer sua aglomeração	-	-	-	-	-
3	Adição de cloreto férrico	Estudo de viabilidade da adição de cloreto férrico no decantador primário, para melhorar a desidratação e o espessamento	-	-	-	-	-
5	Instalação fotovoltaica	Estudo da viabilidade de instalação FV para produção de eletricidade para autoconsumo, mantendo a conexão à rede	-	-	-	-	-

ETAR VILAREAL

Descrição da ETAR

Localização: Vila Real (Portugal)

Características principais: A ETAR de Vila Real é uma estação de tratamento de aguas residuais que abrange a cidade de Vila Real responsável pelo tratamento das águas residuais domésticas de uma população equivalente de cerca de 84 321 habitantes. As instalações da ETAR localizam-se numa zona geograficamente acidentada próximo da confluência do rio Cabril com o rio Corgo tendo sido requalificadas e ampliadas em 2004 pelo que se apresentam devidamente modernizadas.



Distribuição dos processos na ETAR

Características de projeto

População equivalente de projeto	84.231	h.e.
Caudal médio de projeto	12.281	m^3/d
Caudal ponta de projeto	512	m^3/d
Pré-tratamento	Desarenador-desengordurador	
Tratamento primário	Decantação primaria	
Tratamento secundário	MBBR	
Tratamento terciário	Desinfeção ultravioleta	
Linha de lamas	Espessador, digestão anaeróbia e centrífuga.	

Características de funcionamento

População equivalente real	69.240	h.e.
Caudal médio tratado	6.161	m^3/d
Consumo energia	Eletricidade	
	2.167.798	kWh/ano

Fornecimento energético

Fonte	Eletricidade. Rede geral	
Tarifa de acesso	-	
Potência contratada	465 kw	
Total Energia Ativa	2.167.798	kWh/ano
Fator potência medio	1	
Preço médio kWh ativa	0,0939	€/kWh
Custo Total IVA excluído	203.492	€

Consumo de energia

Iluminação

A iluminação artificial interior da instalação é feita normalmente por recurso a lâmpadas do tipo fluorescente tubular T8 (18 e 58W), montadas em armaduras equipadas com balastros eletromagnéticos;

No exterior são usadas lâmpadas de vapor de sódio (150 e 250 W), geralmente montadas em armaduras fechadas/projetores, comandadas automaticamente através de relógios horários associados a células fotoelétricas.

Climatização

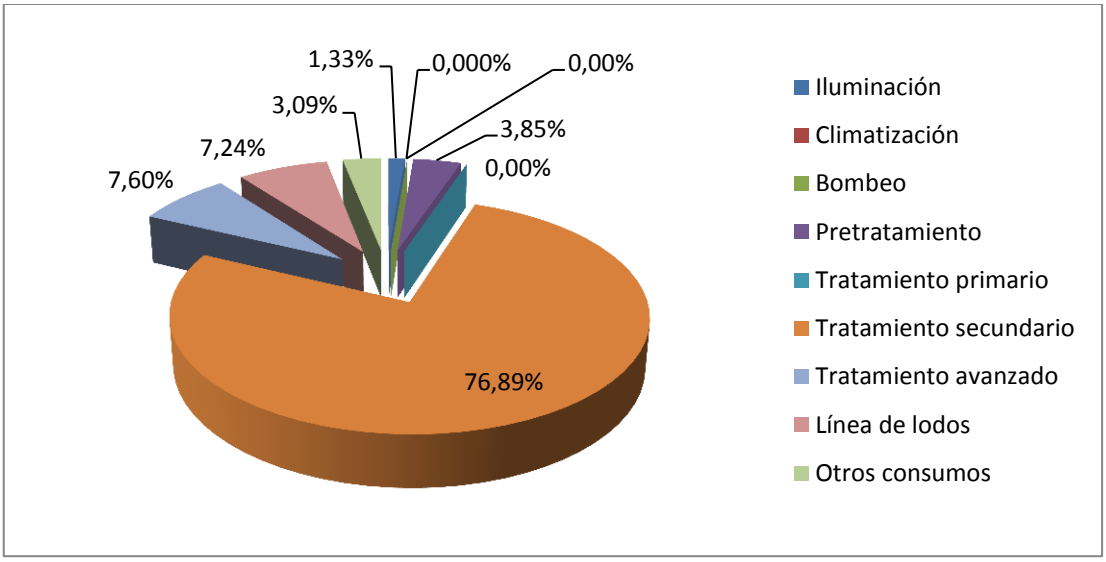
Equipamentos de

98,67 % consumo total

processo

Principais consumidores:		
Compressores	1.523.923	70,30%
Bomba circulação lamas	166.369	7,67 %
Bombagem para reator biológico	147.013	6,78 %

	kWh	€	Tn CO_2
TOTAL	2.167.798	203.492	845,46
Iluminação	*28.907*	*2.714 €*	*11,27*
Climatização	*0*	*0 €*	*0*
Processo	2.138.891	200.779 €	834,19
Bombagem	*0*	*0 €*	*0*
Pré-tratamento	*83.462*	*7.835 €*	*32,55*
Tratamento primário	*0*	*0 €*	*0*
Tratamento secundário	*1.666.861*	*156.469 €*	*650,09*
Tratamento terciário	*164.666*	*15.457 €*	*64,22*
Linha de lamas	*156.856*	*14.724 €*	*61,18*
Outros consumos	*67.046*	*6.294 €*	*26,15*
Desodorização	*0*	*0 €*	



Consumo por processo

Oportunidades de melhoria detetadas

- A tarifa de acesso disponível é tetra-horária, com uma potência contratada de 465kW. A potência média requerida é de 3452kW, com pequenas variações mensais.

- O consumo energético se concentra principalmente nos equipamentos próprios do processo e auxiliares que representam 98% do consumo total.

- O principal consumo se deve ao tratamento secundário, que representa 76,89% do consumo, devido principalmente ao funcionamento dos ventiladores de arejamento (70%).

- Os consumos energéticos dos principais consumidores energéticos não são supervisionados em tempo real.

- O sistema de iluminação está baseado em tecnologias ineficientes (luminárias fluorescentes).

- A instalação possui uma mini centra de cogeração que utiliza biogás produzido para se obter calor de forma a manter a temperatura dos digestores.

Medidas de melhoria propostas

Medida		Descrição	Poupanças anuais		Investimento	PR	Emissões
			kWh	€	€	Anos	Tn CO_2
1	Otimização do sistema de cogeração	Controlo rigorosos dos diferentes parâmetros relacionados com a produção de biogás a partir do sistema de cogeração existente	321.600	30.189	92.000	3,05	125,43
2	Instalação de motores mais eficientes	Se recomenda a substituição dos motores com períodos de funcionamento mais elevados por motores mais eficientes em caso de avaria ou fim de vida útil	4.744	455	1.208	2,71	1,85
3	Substituição de balastros eletromagnéticos	Instalação de balastros eletrónicos nas luminárias existentes	2.837	266	4.478	16,83	1,11
		TOTAL	326.344	30.634	97.686	3,19	127,28

Poupanças alcançadas sobre	O consumo total	15,05%
	O custo total	15,05%

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- Abadía Sánchez, R; Rocamora Osorio, MC; Ruiz Canales, A. (2008). Ahorro y Eficiencia Energética en las Comunidades de Regantes. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- https://augasdegalicia.xunta.gal/saneamento-e-depuracion
- https://www.aguasdoporto.pt/
- https://www.ige.eu/web/mostrar_seccion.jsp?idioma=gl&codigo=0201
- https://ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE
- https://www.tecpa.es/los-procesos-biologicos-en-una-edar/
- http://www.veoliawatertechnologies.es/tecnologias/mbbr/
- http://www.yacutec.com/tecnologias-depuracion/tecnologias-depuracion_lecho-movil.asp
- https://inti.gob.ar/ue/pdf/publicaciones/cuadernillo6.pdf
- http://www.smasa.net/proceso-lodos-activados/
- http://www.estruagua.com
- https://condorchem.com/es/depuradoras-fisico-quimicas/
- González González, M.G; Elias, X. (2005). Tratamiento y valorización energética de residuos.
- Rosso D.; Stenstrom MK.; Larson LE. (2.008). Aeration of large-scale municipal wastewater treatment plants: state of the art.
- Åmand, L.; Olsson, G.; Carlsson, B. (2013). Aeration control - a review. *Water Science &Technology, núm. 67(11), págs. 2.374-2.398.*
- Bolinches Sánchez, S. (2017). Eficiencia energética, optimización de digestión anaerobia y revalorización de biogás en los procesos de depuración de aguas residuales

- Fernández González, J.; Gutiérrez Martín, F.; de Río González, P.; San Miguel Alfaro, G.; Bahillo Ruíz, J.M.; Ballesteros Perdices, M; Vázquez Minguela, J.A.; Rodríguez Antón, L.M.; AracilmIra, J. (2015) Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética
- VV.AA. (2012) Guía Técnica de Selección de Equipos de transporte de fluidos. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Morenilla Martínez, J.J.; Bernacer Bonora, I; Santos Asensi, J.M.; Ignacio, Muñoz Robledillo; J. ; Funcionamiento del túnel de secado térmico de fangos de la EDAR de Ibi (Alicante)
- Elías, X. Secado y aprovechamiento energético de fangos de EDAR (2013) *Tecnoaqua nº1 pp34-44*
- Beltrán Calaff S.; Lizarralde Aguirrezabal I.; Ayesa Iturrate E.; Gorriti Cabrejas J. ; Ortega Conde F.; de la Sota A.; Villanueva del Casal J.M. (2014) Estimación del potencial de ahorro en los sistemas de aireación de las EDAR mediante la medición de la transferencia de oxígeno. *Tecnoaqua nº9 pp64-72*
- Albadalejo Ruiz A.; Martínez Muro J.L.; Santos Asensi J.M.; (2.015) Parametrización del consumo energético en las depuradoras de aguas residuales urbanas de la Comunidad Valenciana. *Tecnoaqua nº11 pp55-60*
- Simón Andreu P.; Lardín Mifsut C.; del Cacho Sanz C.; García Yuste M.; (2.015) Transferencia de oxígeno: evaluación rápida de la eficiencia de los sistemas de aireación. *Tecnoaqua nº15 pp92-101*
- Simón Andreu P.; Lardín Mifsut C.; Abellán Soler C. (2012) Optimización energética en EDAR de la Región de Murcia. *Ingeniería Civil nº168 pp93-112*
- Simón, P; Lardín, C; Abellán, M; Ponsoda, J.M. (2009). Limpieza con ácido fórmico de los difusores de membrana para la aireación de un proceso de fangos activos. *Tecnología del Agua, nº 311, pp. 2-9.*
- González González, M.G. ; Melián Navarro, A.; Molina-Martínez, V; Ruiz-Canales, A.; (2016) Medidas de ahorro y eficiencia energética de carácter innovador en estaciones depuradoras de aguas residuales. II Simposio Nacional de Ingeniería Hortícola (Almería, 10-12 de febrero de 2016).

- Tejero Mojón, J.I. et all. Tecnologías de biopelícula innovadoras para la depuración de aguas residuales: veinticinco años de investigación del Grupo de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Cantabria. (2012). *Ingeniería Ambiental. nº 168, pp 61-73*
- ABS. Manual de aireación ABS-Nopol.
- Grupo investigación Calagua. Control de los sistemas de aireación en EDAR
- Ferrer Torregrosa, C.; Olivas Masip, E.; Chiva Mengod, B.; Cabedo Oliver J.M.; García Ventoso, M.; Basiero Sichet, J.A.; Análisis energético de los procesos de una EDAR
- Simón Andréu P.; Lardín Mifsut C.; Vicente Sánchez Betrán, A.; González Herrero, R.; Morales Gómez, J.; Gambín Manzano, J.M.; Gaitx Altisen, M. (2016) Estudio comparativo de la transferencia de oxígeno en distintos sistemas de aireación en EDAR de la Región de Murcia. *Tecnoaqua nº21 pp58-62*
- Albadejo Ruiz, A. et all. (2015) Parametrización del consumo energético en las depuradoras de aguas residuales urbanas de la Comunidad Valenciana. *Tecnoaqua nº11 pp55-61*
- Castell, D.; García Ventoso, M.; Tormos Fibla, I.; Ferrer, C.; Morenilla; J.J.; Bernacer, I.; Basiero, A. (2012) Optimización energética del sistema de aireación de una EDAR. Análisis comparativo de dos tecnologías. *Tecnología del agua nº327 pp 2-8*
- Morenilla, J.J. (2007). Sistemas de control y optimización del consumo energético en EDAR. En: XXV Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras. Tomo III, pág. 34. Cedex, Madrid.
- Aguiló Martos, P.; Freixó Rey, A.; Estany Barrera; R. (2012) Codigestión en EDARs urbanas. Experiencias y suficiencia energética del proceso de tratamiento de lodos. *Ingeniería Civil nº168 pp113-119*
- Simón Andreu, P.J.; (2011) Ponencia: Digestión y aprovechamiento de biogás en EDAR de la región de Murcia. ESAMUR
- III Jornadas Técnicas de Gestión de Sistemas de Saneamiento de Aguas Residuales. Tratamiento y valorización de lodos. Experiencias con el secado solar de lodos de depuración en Canarias. Aplicación a la EDAR de Antigua, isla de Fuerteventura (Barcelona, 18 de octubre 2007)

- Muñoz Luque, P.; (2017) Ampliación y remodelación de la depuradora de Estepona. *Revista Técnica del Medio Ambiente nº202 pp66-74*
- Manual de operador de explotación de depuradoras. *Recuperado de: https://www.emaya.es/media/2121/manual-para-operador-de-planta-v02.pdf*
- http://galicia-nortept.xunta.es/es/eurorregi%C3%B3n
- https://www.gnpaect.eu/portal-transfronterizo/
- http://www.burela.org/agenda21/04-05.htm
- www.circutor.es
- www.sdm-sistemas.com
- www.xylemwatersolutions.com
- www.scheneider-electric.com
- www.aguas-residuales.es
- www.life-renewat.com
- www.life-siamec.eu
- www.lifecelsius.com
- www.ecodena.com
- www.acosol.es
- www.servyeco.com
- www.smasa.net
- www.epsar.gva.es