

APÊNDICE TÉCNICA



FICHA TÉCNICA

MÓDULO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA DE 175 KWE A CICLO
ORGÂNICO RANKINE A BAIXA TEMPERATURA (LT-ORC),
MONTADO EM SKID

ZE-175-LT



Via della Consortia 2
37127 Verona - Italy
Tel +39 045 8378 570
Fax +39 045 8378 574
www.zuccatoenergia.it
info@zuccatoenergia.it

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA DA PLANTA

BREVES

Tecnologia: ciclo Rankine orgânico Rankine a baixa temperatura

Circuito fechado livre de emissões

O calor evapora e expande um fluido de trabalho que tem um baixo ponto de ebulição

A expansão do fluido gira uma turbina de alta velocidade

A turbina girando aciona diretamente um gerador

O fluido de trabalho é resfriado, condensa novamente em líquido e é bombeado de volta no circuito

A estrutura do sistema proposto é baseado no chamado ciclo organico Rankine a baixa temperatura (LT-ORC), e pode ser resumido pelo diagrama na Figura 1..

Uma fonte de calor [1] aquece, por meio de um circuito de água quente e um permutador de calor principal, também conhecido como evaporador [2], um fluido de trabalho especial colocado em um circuito fechado ORC.

O líquido orgânico é completamente biodegradável e não tóxico. Inicia a ebulição no evaporador a temperaturas muito mais baixas do que o ponto de ebulição da água, tornando-se um gás seco de alta pressão, cuja expansão move o rotor de uma turbina [3], especificadamente construída e dimensionada.

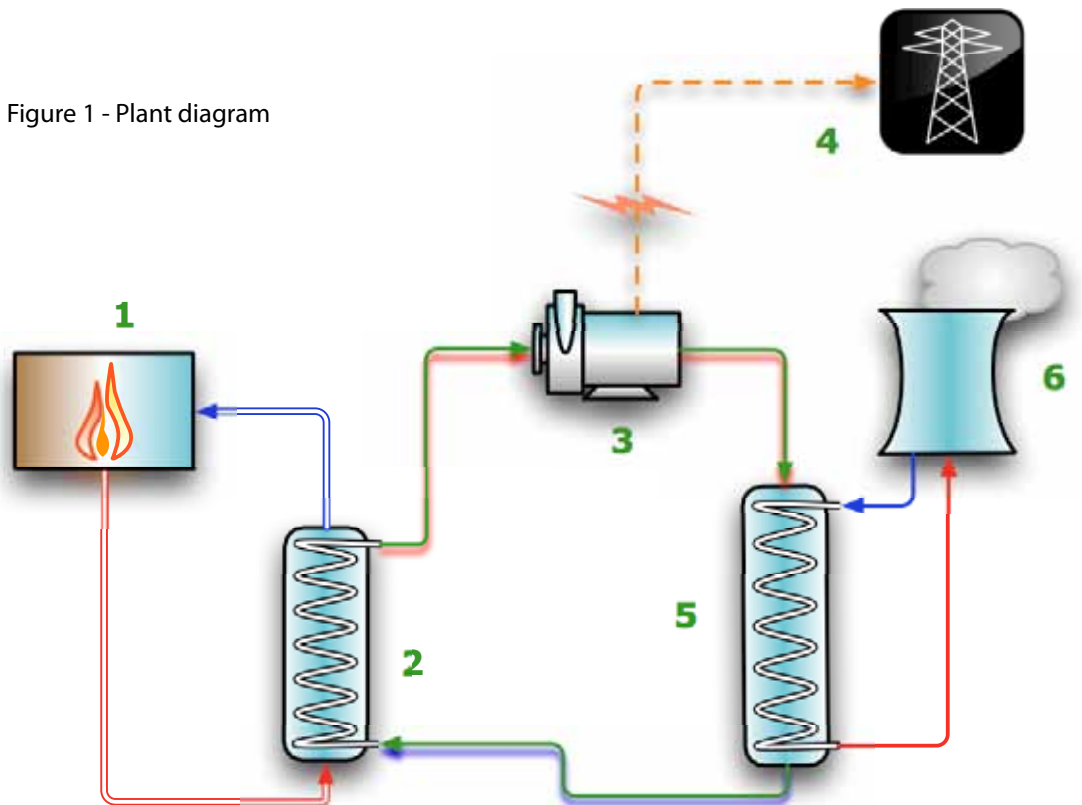
A rotação de alta velocidade (12.000 ÷ 18.000 rpm) do eixo da turbina gira o rotor de um gerador que está diretamente ligado a ele, produzindo assim energia elétrica [4] que, depois de obter a fase e tensão sincronizadas por um inverter, pode ser auto-consumida ou liberada para a rede nacional. .

Na saída da turbina, o fluido de trabalho - ainda em fase gasosa - e transportado para um outro-permutador de calor, chamado condensador (5), no qual o excesso de calor é libertado e o fluido condensa novamente em liquido, o qual é recolhido num tanque, pronto para ser bombeado de volta para o permutador de calor principal, fechando assim o ciclo.

O excesso de calor libertado no condensador e uma fonte de energia termica que pode ser utilizada para outros fins, tais como o pre-aquecimento ou secagem dos combustiveis de biomassa (aumentando assim o seu valor termico), aquecimento do ambiente, produção de água quente e assim por diante..

No caso em que não é possível, o calor residual pode ser dissipado utilizando uma torre de refrigeração compacta [6]

Figure 1 - Plant diagram



Projetados e fabricados de forma independente, utilizando as mais avançadas tecnologias, análise de elementos finitos e análise de dinâmica de fluidos (CFD / CFX), os turbogeradores de Zuccato Energia são projetados a partir do zero para operar dentro de um ciclo orgânico Rankine a baixa temperatura com um fluido de trabalho especial capaz de oferecer melhores rendimentos e um número considerável de vantagens em relação às turbinas tradicionais a vapor:

- **Baixa temperatura de funcionamento** que permite de usar nossos sistemas para aproveitar também as fontes de calor de baixa qualidade termica;
- **Alta temperatura de condensação** que permite o uso de simples condensadores refrigerados a ar;
- **Fluido de trabalho totalmente seco**, o que significa que não há erosão das pás da turbina, dando ao sistema **custos de manutenção reduzidos e alta confiabilidade**, bem como **menos controles**;
- **Baixa pressão operativa** (20 bar max), o que significa operação mais segura, menos problemas burocráticos e redução do custo da planta;
- **Não há emissões atmosféricas** (operação de circuito fechado);

Além disso, do ponto de vista ecológico, o líquido orgânico utilizado no circuito fechado é “ozone friendly”, não-tóxico e completamente biodegradável.

Os turbogeradores de Zuccato Energia foram especificadamente projetados a partir do zero com o objetivo de ser instalado em plantas pequenas (<1 MWe). Foram então implementadas soluções de engenharia destinadas a elevar o desempenho geral:

- **Acoplamento directo da turbina ao gerador**, o que elimina eventuais atritos e redutores de velocidade;
- **Utilizo de rolamentos de cerâmica**, que prolongam a vida útil e permitem altas rotações operativas;
- **Inverters de design personalizado para cada tamanho de turbina** para obter um desempenho ideal na conversão de saída da rede de energia.

Nossa tecnologia inovadora já foi amplamente testada em campo, com sucesso em mais de 15 plantas na Itália e Alemanha, em micro usinas alimentadas com óleo vegetal, biomassa ou biogás, centrais termicas de cinemas e hotéis, bem como em sistemas de aquecimento urbano.



Todos os sistemas de Zuccato Energia estão equipados com sistemas de telecomando e telediagnóstico que permitem a monitorização constante e intervenção em tempo real em caso de avaria através da rede celular 3G / GPRS / EDGE e qualquer dispositivo de Web (PC ou tablet).

BREVES

Pode ser usado para explorar as fontes de calor de baixa qualidade termica

Plantas mais simples

Nenhuma erosão nas pás da turbina

Pressão mais baixa, maior segurança

Não há emissões atmosféricas

Alta confiabilidade

Tecnologia de ponta

Sistemas automatizados sem operador

Podem ser controlados e monitorados remotamente

BREVES

**Tecnologia
amplamente
testada**

**Muitas instalações
já em operação**

**Produção primária
de energia
a partir de
caldeiras
a biomassa**

**Recuperação de calor
dos gases de escape e
jaquetas
de refrigerações**

**Recuperação de
calor dos motores,
gaseificadores,
turbinas**

Os sistemas ORC de Zuccato Energia estão em uso a alguns anos em variadas instalações: aqui estão algumas.



Renon (Bolzano, Itália) - recuperação de calor a partir de jaquetas de refrigeração e escapamentos dos motores a óleo vegetal



Portogruaro (Venezia, Itália) - Recuperação de calor a partir de jaquetas de refrigeração e escapamentos dos motores a biogás



Roma (Itália) - Recuperação de calor a partir de jaquetas de refrigeração e escapamentos dos gaseificadores e motores a syngas



Morgex (Aosta, Itália) - recuperação de calor a partir de jaquetas de refrigeração e escapamentos dos motores a óleo vegetal



Mestre (Venezia, Itália) - Recuperação de calor de caldeira de biomassa e turbinas de ar quentes



S. Pietro in Gu (Padova, Itália) - Recuperação de calor a partir de jaquetas de refrigeração e escapamentos dos motores a biogás



Meran (Bolzano, Itália) - Recuperação de calor a partir de jaquetas de refrigeração e escapamentos dos gaseificadores e motores a syngas

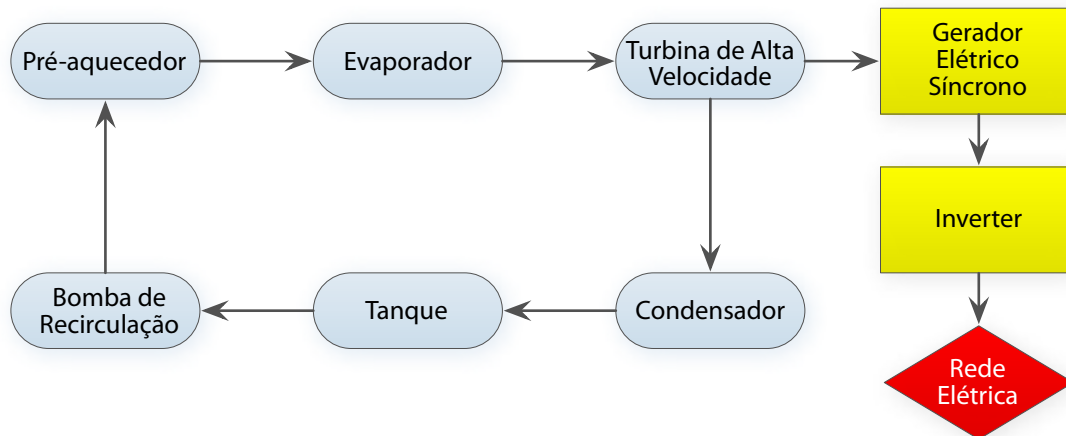


Borgoforte (Mantova, Itália) - Recuperação de calor a partir de jaquetas de refrigeração e escapamentos dos motores a biogás

Para uma lista atualizada e exaustiva de nossas referências, consulte a seção “Referências” do nosso site, www.zuccatoenergia.it.

COMPONENTES DO CIRCUITO ORC

Além do fluido de trabalho acima mencionado, o módulo de geração de energia é feita de vários elementos, mostrados na figura a seguir.



- **Pré-aquecedor:** pré-aquece o fluido de trabalho usando a água quente do circuito diatérmico que alimenta o módulo de geração de energia ORC;
- **Evaporador:** utiliza o calor da água quente no circuito diatérmico que alimenta o módulo de geração de energia ORC para vaporizar o fluido de trabalho (ou seja, alterar o estado de líquido para gás, aumentando a sua pressão);
- **Turbina:** impulso de expansão do fluido de trabalho, o seu impulsor ultraleve atinge uma velocidade muito alta (12-18000 rot / min), arrastando com ele, o rotor do gerador;
- **Gerador Elétrico Síncrono:** girando em alta velocidade, graças à sua ligação direta com a turbina, produz energia elétrica.
- **Inverter :** garante que todas as especificações (fase, frequência e tensão) da corrente elétrica de saída do gerador sejam adequados para a conexão com a rede elétrica nacional;
- **Condensador :** reduz a temperatura do fluido de trabalho na fase gasosa na saída da turbina, para que ele possa voltar a sua fase líquida original;
- **Tanque de armazenamento** para armazenar o fluido de trabalho condensado em forma líquida;
- **Bomba de recirculação** para bombear o fluido de volta no circuito ORC;

DADOS DO PROCESSO

Estes são os dados do processo estimados para a planta:

PRÉ-AQUECEDOR + EVAPORADOR	VALOR	U.M.
Entrada total de energia térmica	550	[kWth]
Temperatura de entrada da água	≥ 160	[°C]
Temperatura de retorno da água	145	[°C]
Abragência nominal de água	8,49	[kg/s]
Energia elétrica produzida pela turbina	75	[kWe]

CONDENSADOR	VALOR	U.M.
Dissipação de energia térmica	471	[kWth]
Temperatura de saída da água	40	[°C]
Temperatura de entrada da água	32	[°C]
Abragência nominal de água no circuito do condensador	14,07	[kg/s]

FLUIDO DE TRABALHO

BREVES

Fluido de trabalho exclusivo

Baixo ponto de ebulição, alto ponto de condensação

Circuito fechado = sem contaminação

Não há erosão das lâminas da turbina

Seguro para o homem e o ambiente

O fluido de trabalho é o componente característico que permitiu Zuccato Energia de realizar estes tipos de plantas.

As soluções de alta tecnologia que Zuccato Energia tem sido capaz de desenvolver e propor são de fato devidas a sua existência.

O fluido de trabalho utilizado por Zuccato Energia tem as seguintes características:

- Ampla gama de trabalho, que permite o aproveitamento de fontes antes consideradas inutilizáveis;
- Alta temperatura de condensação que permite o uso de torres de resfriamento standard;
- Sem a erosão das lâminas da turbina, porque o fluido de trabalho é completamente seco;
- Baixa pressão operativa (20 bar) ou seja maior segurança, redução de custos e menos problemas regulamentares;
- É completamente "ozone-friendly", orgânico, não-tóxico, totalmente biodegradável e não inflamável na forma líquida. Portanto respeite totalmente o ambiente e as possíveis perdas acidentais não são consideradas nocivas ou perigosas;
- Raramente requer recarga, porque funciona em circuito fechado;
- Além disso, não há consumo de água nem de vapor de modo que a planta é muito mais econômica para operar, assim como mais simples e mais compacto de outros sistemas que usam vapor.

O fluido no interior da planta sofre várias mudanças de fase e de tratamentos; as especificações do processo estão resumidas na tabela a seguir:

FLUIDO DE TRABALHO	
Gama de temperatura de trabalho	60-165°C
Temperatura de condensação	≤ 33°C
Pressão operativa	max. 20 bar
Tipo	Mix de HFC amigo do ambiente
Temperatura de entrada	85 °C
Pressão de entrada	4,38 bar
Energia térmica necessária	1280 kWth
Pressão de saída do condensador	1,17 bar
Fluxo de massa de vapor orgânico	~ 6 kg/s



ESPECIFICAÇÕES DO TURBO GERADOR

As tabelas a seguir mostram as principais especificações técnicas da turbina do módulo de geração de energia ZE-50-ULH e do seu gerador e inverter.

TURBINA	
Tipo	Radial, bocais fixos, diretamente acoplado ao gerador
Temperatura de entrada	145°C
Temperatura de saída	~ 100°C
Pressão de estágio	PS 16 (testado até 10 bar)
Material da turbina	Aço soldado
Material do impulsor	Liga de alumínio
Controle de velocidade	Voltagem do bus DC
Juntas e selos	Labirinto selado na parte de trás do impulsor, Opcional: labirinto selado interface com o gerador Selo exterior: selos estáticos e O-rings

GERADOR	
Tipo	Síncrono, com ímãs permanentes, refrigerado a água
Potência de saída	75 kWe
Velocidade de rotação	15.000 Rpm (12...18 kRpm)
Retificador	Incorporado
Sincronizador	Incluído
Voltagem de saída	533 VAC
Refrigeração	Camisa-de-água
Refrigeração necessárias	15 kWth
Fluido de refrigeração	Água /glycol
Temperatura de entrada de fluido de refrigeração	< 40°C
Volume de fluido de trabalho	30 l/min
Refrigeração adicional (opcional)	Injeção de fluido de trabalho
Selo de pressão	18 bar (selo gás)

INVERTER	
Tipo	IGBT, sincronizado com a rede
Potência de saída	75 kWe
Voltagem de saída	400 V + 5% Tol.
Frequência de saída	50 Hz +0,5% Tol.
Refrigeração	Refrigerado a ar
Temperatura ambiente máxima operacional	40°C
Chopper de frenagem	Incorporado, sobre resistor

BREVES

Turbina radial de alta velocidade a baixa temperatura de design personalizado

Alternador incorporado montado diretamente no eixo da turbina

Inverter integrado especificamente projetador

BREVES

Permutadores de calor a placas soldadas compactos e eficientes

Ampla reservatório de fluido de trabalho

Bomba de recirculação de alta eficiência

COMPONENTES DO SISTEMA

PERMUTADORES DE CALOR

Os permutadores de calor utilizados neste módulo de geração de energia são do tipo a placas soldadas - a solução mais compacta e eficiente para várias aplicações.

Eles são feitos por brasagem de várias chapas de aço corrugado de qualidade, tendo o cuidado primeiro de transformar as ondulações em forma de espinha de peixe, em cada placa de 180° a partir da placa adjacente. Tendo em mente que as seções de passagem de fluidos são muito pequenas, em relação a grande capacidade de troca destes Permutadores.

Entre as características técnicas desses tipos de permutadores de calor, estes são as mais importantes:

- **Pequena dimensão:** ocup 10% do espaço dos outros tipos de permutadores, tornando o transporte mais fácil e a planta menor.
- **Baixos diferenciais de temperatura:** é possível trabalhar com a diferença de temperatura mínima entre o fluido de arrefecimento e o fluido a arrefecer, aumentando assim a eficiência global do sistema;
- **Peso reduzido:** graças à sua construção compacta e volume interno pequeno este tipo de trocador pesa uma fração do que trocadores tradicionais semelhantes pesam;
- **Perdas de carga muito baixas:** na maioria dos casos, a perda de carga em um permutador de placas soldadas é ainda mais baixa do que a de um permutador coaxial.
- **Resistência à sujeira e corrosão:** alta turbulência de fluidos e uso total da superfície disponível significa uma drástica redução nos depósitos devidos ao material contido nos fluidos. Além do mais, eles podem ser perfeitamente limpo com detergente líquidos normais. Os problemas de corrosão são evitados pelo uso de materiais especialmente resistentes na sua construção.

TROCADORES DE CALOR	
Tipo	A placas soldadas
Pressão nominal de serviço	30 bar
Pressão de teste	39 bar
Pressão de ruptura	225 bar
Materiais de construção	Aço AISI316I & 99,9% cobre
Temperatura máxima de trabalho	195°C

TANQUE DE CONDENSAÇÃO

É um recipiente para manter uma reserva adequada de fluido de trabalho líquido para a planta, equipado com sensores para monitorar constantemente o nível do fluido.

TANQUE DE RECOLHA DE CONDENSADO	
Material de construção	Aço carbono à prova de ferrugem
Capacidade	180 litros
Conexões	PN25
Sensor de nível	Incorporado

BOMBA DO FLUIDO DE TRABALHO

Utilizado para bombear o fluido de trabalho líquido condensado de volta para o circuito ORC. A parte hidráulica é mantida por correias no lugar entre a tampa superior e o corpo da bomba.

BOMBA DE FLUIDO DE TRABALHO	
Motor	Circuito fechado tipo gaiola com ventilação externa
Eficiência Energética	Classe de eficiência 1
Índice de protecção	IP55
Isolamento	Classe F (Tmax=155°C);
Norma de certificação	EN 60034-1;

PAINEL DE CONTROLE

O painel de controle hospeda todos os dispositivos eletrônicos de controle, supervisão, automação e comunicação para o módulo de geração de energia. O painel contém:

- Eletrônica de gestão de processos;
- Sistema eletrônico de controle de temperatura;
- Sistema eletrônico de controle de pressão;
- Alarm management systems;
- Sistemas de gerenciamento de alarme;
- Circuito do inverter para correção do fator de potência da energia produzida;
- Painel de interface com circuito de proteção de baixa tensão.

O painel de controle também inclui sistemas de telecontrole e telediagnostico, que permitem o monitoramento constante das performances da planta, bem como controle remoto em tempo real para eventual intervenção em caso de avarias.

Esta conexão é feita por um router modem celular incorporado 3G / GPRS e permite o acesso através de qualquer dispositivo (PC ou tablet) capaz de acessar a web..

TORRE DE RESFRIAMENTO (opcional)

Quando o cliente não tiver uma utilização para o calor residual que tem de ser dissipado durante o trabalho de condensação de fluidos e não tiver uma torre de resfriamento disponível, adotamos um tipo de torre de resfriamento com especificações de construção capaz de garantir uma temperatura de condensação constante durante todo o ano, um requisito fundamental para a eficiência ideal e contínua do ciclo.

A bateria de comutação de calor foi projetada para obter uma ampla superfície de troca de calor e para facilitar a manutenção e limpeza. O uso adequado de a utilização de matérias plásticas e de fibras de vidro reduz o peso e permite a instalação em quase qualquer lugar.

TORRE DE RESFRIAMENTO	
Tipo	A ventiladores axiais
Dimensões	2,6 x 2,3 x h 3,9 m
Capacidade de dissipação	1000 kWt
Peso de trabalho aproximado	3 t
Bulbo úmido	25°C
Alimentação de recarga de água necessária (Pmax = 4bar)	26,4 l/min
Nível máximo de ruído @ 1 m/ 15 m	80 / 67 dBa (sem silenciadores)
Material da estrutura	Aço galvanizado
Material do tanque de água	Aço galvanizado
Material de elementos de fixação	Aço inoxidável AISI 304
Conduatas de distribuição de água	Tubagens em PVC PN10
Bicos	em PVC, a prova de obstrução
Material de defletores do respingo	Extrusão de nylon reforçado



Sistema silenciador opcional para aplicações em área residencial



Unidade de torres gêmeas sem silenciadores

BREVES

Sistema de controle totalmente automatizado

Sem presença humana necessária

Painel de controle touch-screen

Controle remoto através da interface de internet móvel

Inverter e painéis de interface da rede a bordo

Torre de resfriamento opcional leve e compacta

BREVES

Versão standard
do "skid"
para instalação
interna

Dimensões de Skid:
495 x 215 cm
h 280

Área requerida:
800 x 515 cm
h 410

Peso do Skid:
about 5 t

Versão apainelada,
à prova d'água, para
instalação ao ar livre
está disponível
(495 x 252 x 320 cm,
peso ~ 6 t)

Projetos skid
feitas
sob encomenda
disponíveis
a pedido

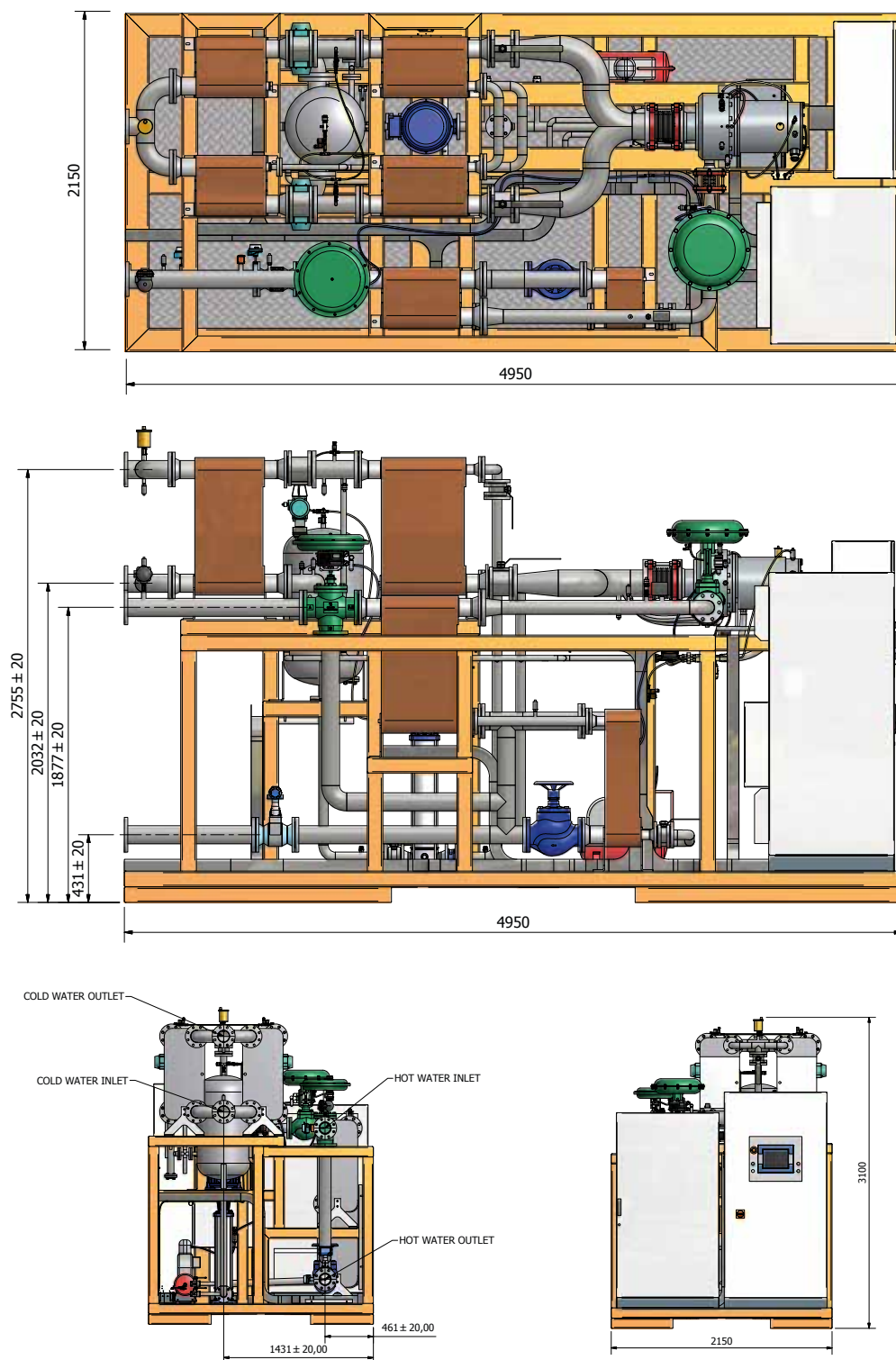
DIMENSÕES DO SISTEMA ZE-75-LT

SKID

O módulo de geração de energia é fornecido montado em uma estrutura compacta auto-sustentável ("skid"), que abriga todos os componentes principais, exceto a torre de resfriamento opcional, que é um sistema separado (ver página seguinte).

As seguintes figuras mostram a versão de série do módulo de geração de energia ORC ZE-75-LT, que pesa cerca de 5 toneladas e é projetado para instalação no interior..

Uma versão fechada, à prova de intempéries do "skid" para instalação ao ar livre está também disponível..

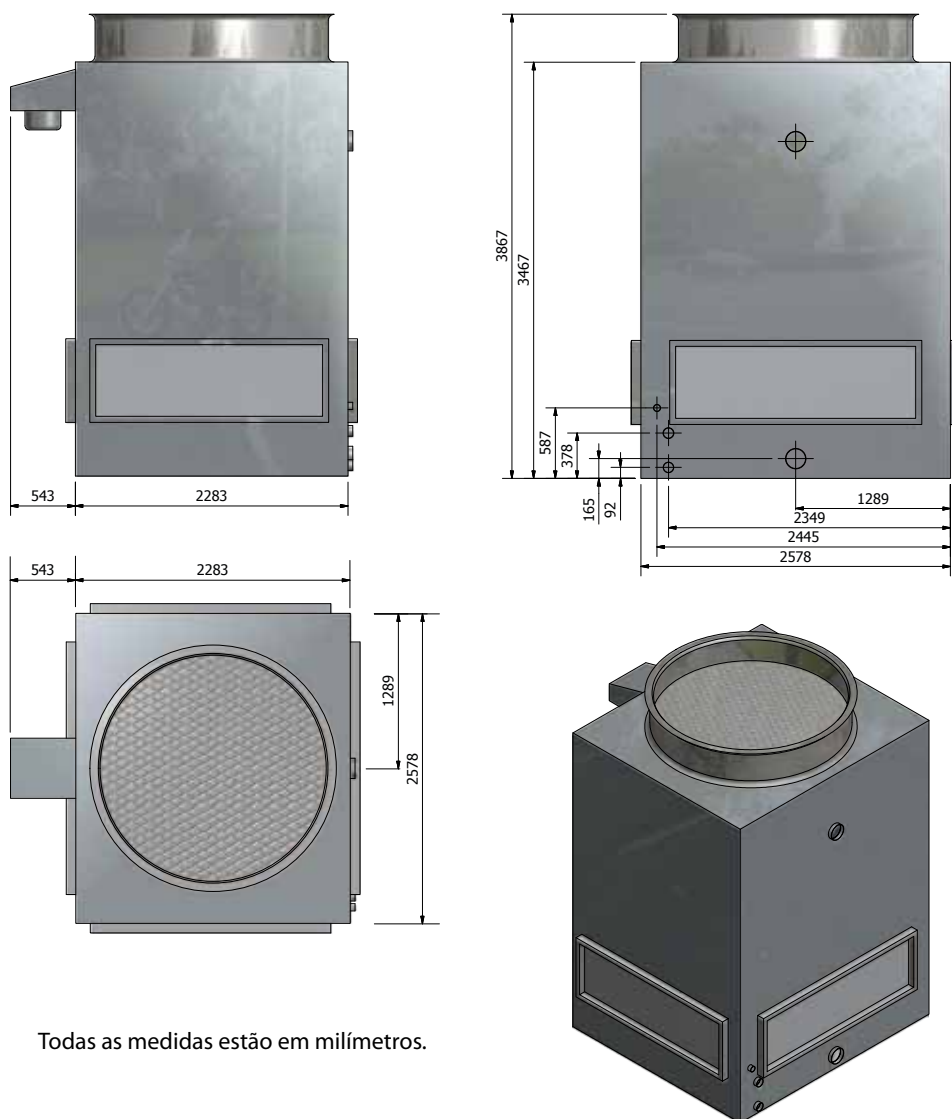


É preciso também notar que, além da área de abrangência do skid, é necessário um espaço livre de pelo menos 1.5 m de cada lado para o acesso em caso de manutenção.

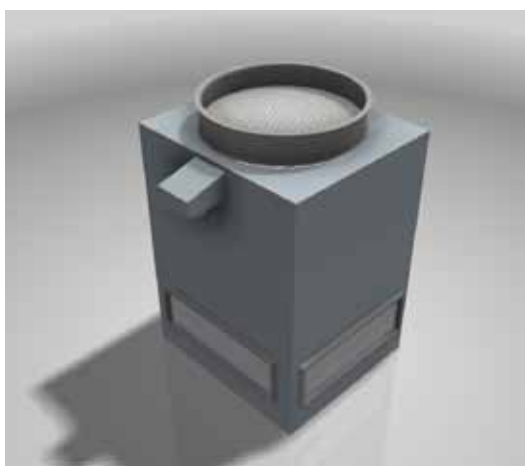
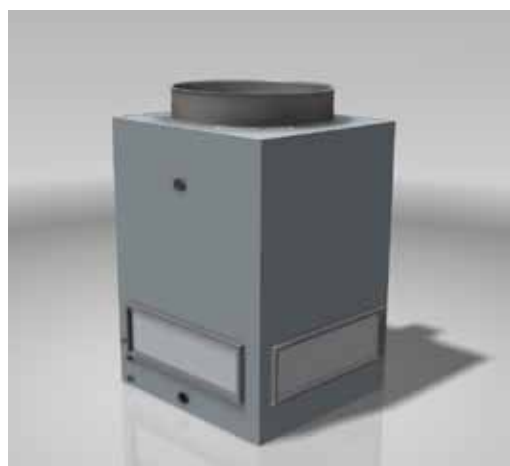
Zuccato Energia também pode realizar o Skid em tamanhos diferentes do padrão acima, para atender às necessidades do cliente.

TORRE DE RESFRIAMENTO

A torre de resfriamento é uma unidade opcional que tem a finalidade de dissipar o calor residual da condensação fluido de trabalho sempre que não for utilizado para outros fins (aquecimento ambiente, dessecação de combustível ...). A torre ocupa uma área de 2,6 x 2,8 m por 3,9 m de altura, como nos desenhos a seguir:



Todas as medidas estão em milímetros.



BREVES

Construção em aço galvanizado

Dimensões:
260 x 282 cm
h 387

Área necessária:
460 x 482 cm
h 486

Distância mínima de outras torres de resfriamento:
2 metros

Peso de Trabalho Aproximado:
~ 3,0 t

Também neste caso é necessário um outro metro de cada lado para o acesso em caso de manutenção e para permitir uma circulação de ar adequada.

Este espaço aumenta para dois metros na presença de outras torres de resfriamento ou outros equipamentos já presentes para evitar interferências no funcionamento.



Via della Consortia 2
37127 Verona - Italy

Tel. +39 045 8378 570
Fax +39 045 8378 574
www.zuccatoenergia.it
info@zuccatoenergia.it

Foram realizados todos os
nossos melhores esforços
para assegurar que os dados
contidos neste documentos
estão corretos e atualizados.

Não obstante isso, eles
devem ser considerados
meramente indicativos, não
contractuales e sujeitos a
alteração sem aviso prévio..

© 2014 Zuccato Energia Srl
All Rights Reserved

Document ID :
ZE SK ZE75LT 151204_PT