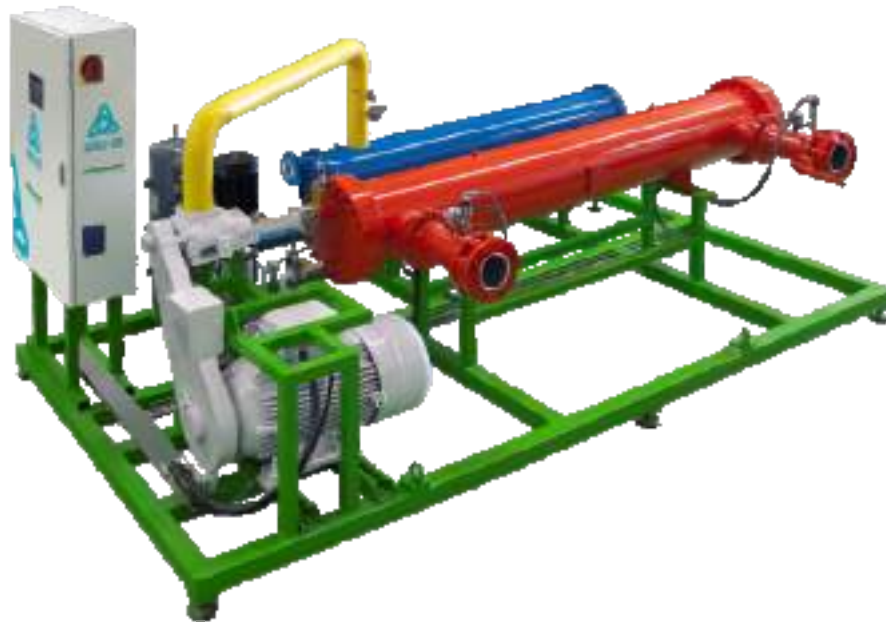




# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



**Ing. Javier CALVIÑO POLO**  
**ENERBASQUE S.L.**

**28 de junio de 2019**

**11.00 A.M. Hora Argentina**

## UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



### ¿Qué es un ciclo ORC?

El **ciclo ORC** es similar al ciclo de RANKINE, pero en vez de agua utiliza un fluido refrigerante que realiza el cambio de estado líquido-vapor a baja temperatura (habitualmente entre 70 y 280 °C).

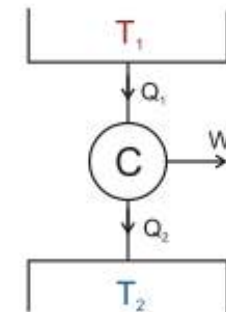
Gracias a esta tecnología, podemos generar trabajo mecánico o eléctrico a partir de fuentes de calor de baja entalpía.

Al igual que en el ciclo Rankine, el ciclo ORC es una **máquina térmica de CARNOT** que trabaja absorbiendo calor de una fuente de mayor temperatura (Q1) y cediendo calor a la de menor temperatura (Q2), produciendo un trabajo sobre el exterior.

Por lo tanto, nos encontramos ante una **máquina térmica** que funciona absorbiendo calor a alta temperatura y produciendo trabajo y calor a baja temperatura.

El rendimiento teórico de este ciclo viene definido por:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$



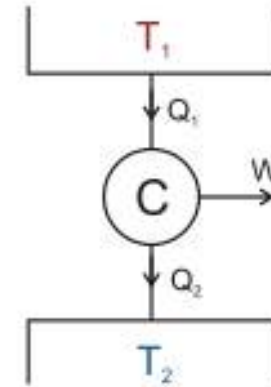
## UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



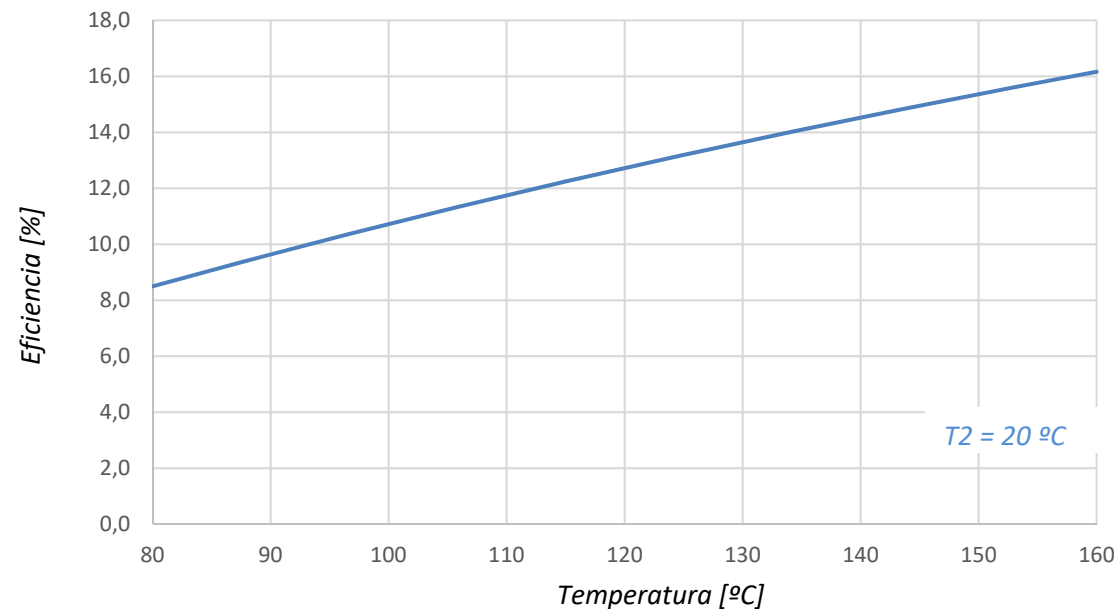
¿Qué es un ciclo ORC?

Cuando pasamos del rendimiento teórico a la materialización de la máquina, los rendimientos que podemos obtener se pueden aproximar inicialmente dividiendo entre 2 la eficiencia teórica:

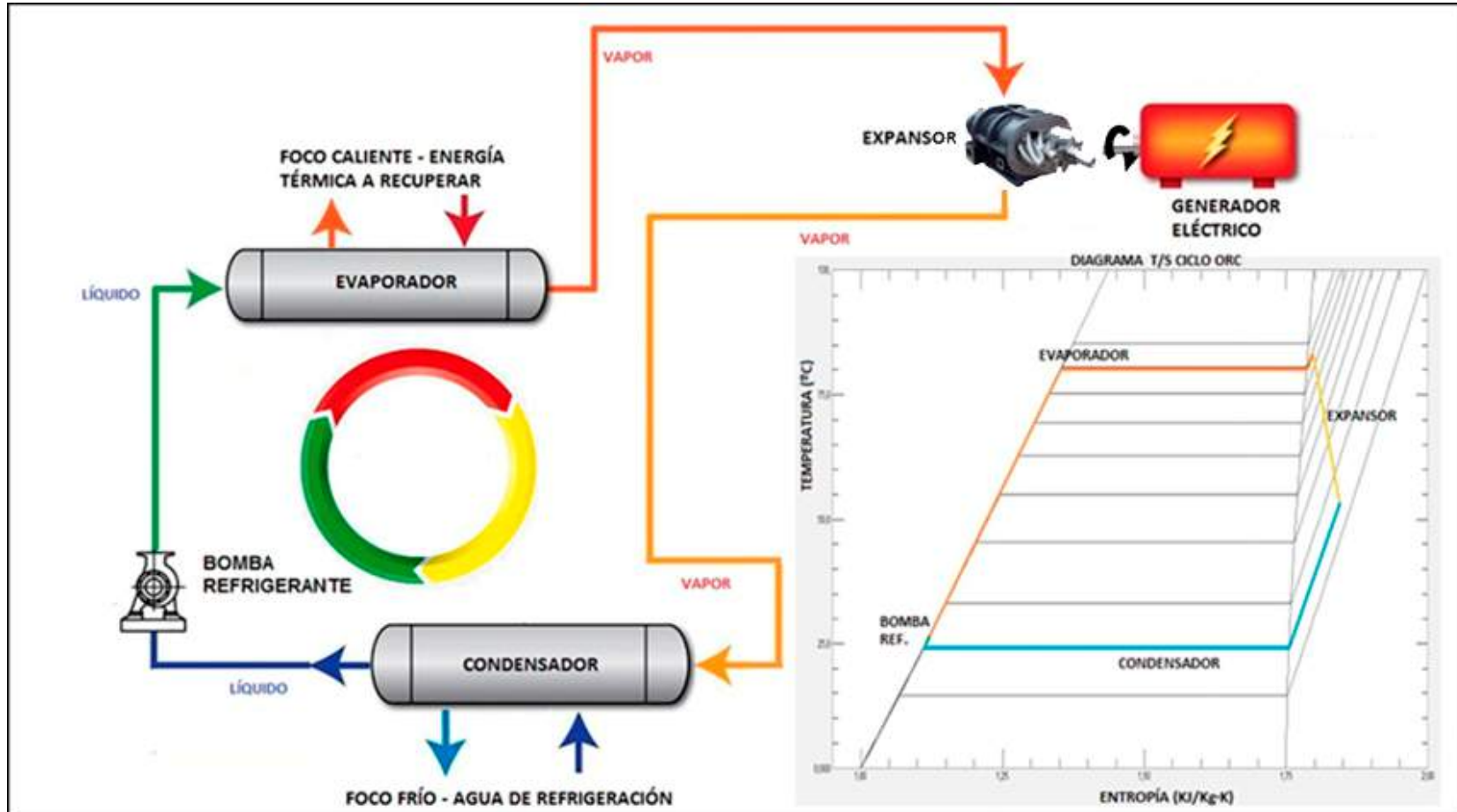
- Eficiencia teórica:  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
- Eficiencia real:  $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) / 2$



Eficiencia Real ORC vs T Foco Caliente



# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



## UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



ENERBASQUE ha desarrollado su propia tecnología ORC, con las siguientes características:

- Potencia entre **2 y 100 KWe**, que nos permite recuperar calor entre 20 KW y 1 MW térmico. Potencia adaptable en función del proyecto.
- Temperatura de recuperación de calor **a partir de 80°C**.
- Expansor de tornillo o ***twin screw expander***, que permite expandir desde fase líquida, simplificando el control y el mantenimiento de las unidades.
- Intercambiadores de **placas** o **tubulares** en función de los requerimientos del proyecto.





## UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



Temperatura Entrada Agua Caliente	°C	95			90			85		
Temperatura Salida Agua Caliente	°C	88	88	88	83	83	83	78	78	78
Caudal Agua Caliente	m <sup>3</sup> /h	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Potencia Térmica Recuperada	KWt	272	279	275	272	279	275	272	279	275
Temperatura Entrada Agua Fría	°C	26	16	8	26	16	8	26	16	8
Temperatura Salida Agua Fría	°C	32	22	14	32	22	14	32	22	14
Caudal Agua Fría	m <sup>3</sup> /h	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Potencia Térmica Intercambiada	KWt	238	241	236	239	243	237	243	247	241
Potencia Eléctrica Generada	KWe	<b>19,0</b>	<b>21,8</b>	<b>23,6</b>	<b>17,4</b>	<b>20,2</b>	<b>22,0</b>	<b>13,4</b>	<b>16,2</b>	<b>18,0</b>
Autoconsumo	KWe	1,9	2,0	2,1	1,9	2,0	2,1	1,9	2,0	2,1
Potencia Eléctrica Neta	KWe	17,1	19,8	21,5	15,5	18,2	19,9	11,5	14,2	15,9
Eficiencia Bruta (en bornas de generador)	%	7,0	7,8	8,6	6,4	7,2	8,0	4,9	5,8	6,5
Eficiencia Final	%	6,3	7,1	7,8	5,7	6,5	7,2	4,2	5,1	5,8
Potencia Recuperada (+)	KWt	272	279	275	272	279	275	272	279	275
Potencia Condensador (-)	KWt	238	241	236	239	243	237	243	247	241
Potencia Generada (-)	KWe	<b>19,0</b>	<b>21,8</b>	<b>23,6</b>	<b>17,4</b>	<b>20,2</b>	<b>22,0</b>	<b>13,4</b>	<b>16,2</b>	<b>18,0</b>
Potencia Autoconsumo (-)	KWe	1,9	2	2,1	1,9	2	2,1	1,9	2	2,1
Potencia Radiación (-)	KWt	13,6	14,0	13,8	13,6	14,0	13,8	13,6	14,0	13,8

Peso de la unidad <sup>(1)</sup>	kg	2.100
Dimensiones <sup>(1)</sup>	Ancho	m 2,38
	Largo	m 3,15
	Alto	m 1,75



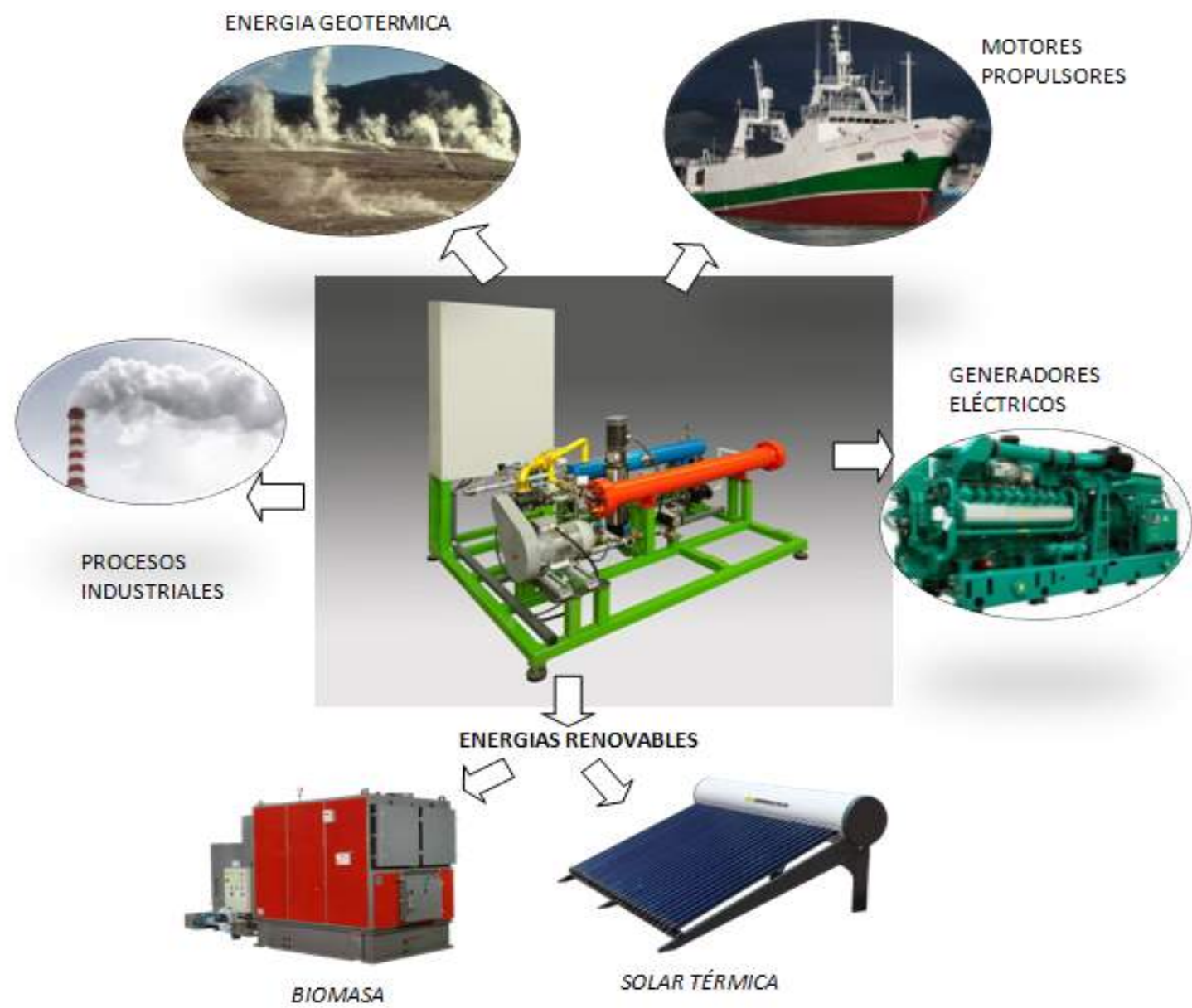
\* Consultar datos a otras temperaturas

\* Balance referido a agua. Consultar datos para otros fluidos

(1) Incluye carga refrigerante, sistema de control y bancada.

Consultar para otras disposiciones como capotado/cabinado o diseño compacto con intercambiadores de placas

# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



## UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



La máxima eficiencia de la tecnología ORC se alcanza cuando utilizamos las máquinas para la producción de energía térmica y eléctrica, llegando a obtener rendimientos globales por encima del 98%.

A continuación vamos a ver ejemplos concretos de la aplicación ORC con fines duales, térmicos y eléctricos, siempre a partir de utilización de **BIOMASA** como fuente de energía primaria y utilizando una **CALDERA** de aceite térmico, agua sobresaturada o agua para producción del calor del foco caliente.

Partiremos en todos los casos de una generación térmica de 100 unidades procedentes del combustible BIOMASA y, para simplificar los casos, consideraremos rendimientos del 100% en la generación de calor en la caldera y en el ciclo ORC.



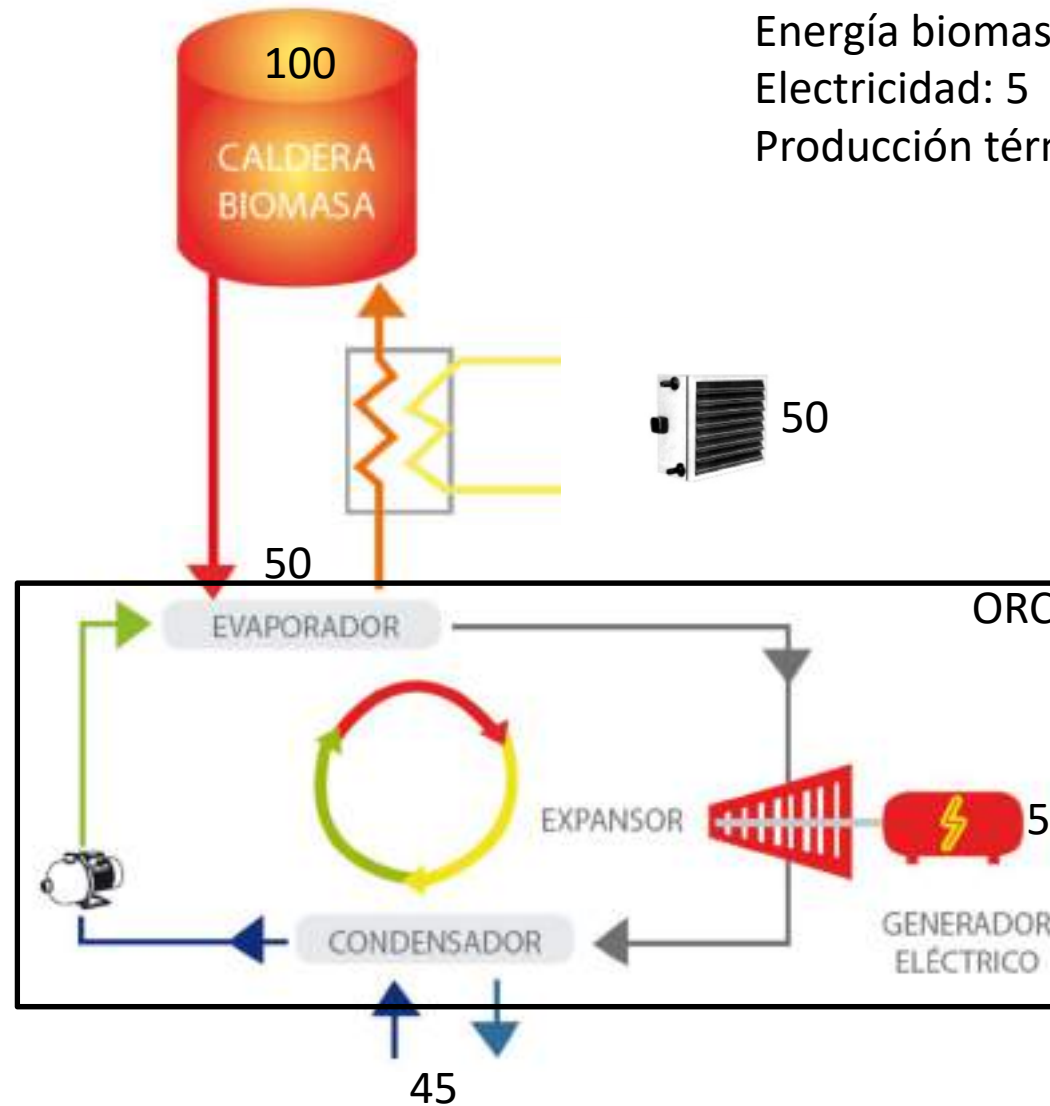


# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



ORC para la producción térmica y eléctrica

**APLICACIÓN: calefacción mediante aerotermia y producción eléctrica**



Energía biomasa: 100

Electricidad: 5

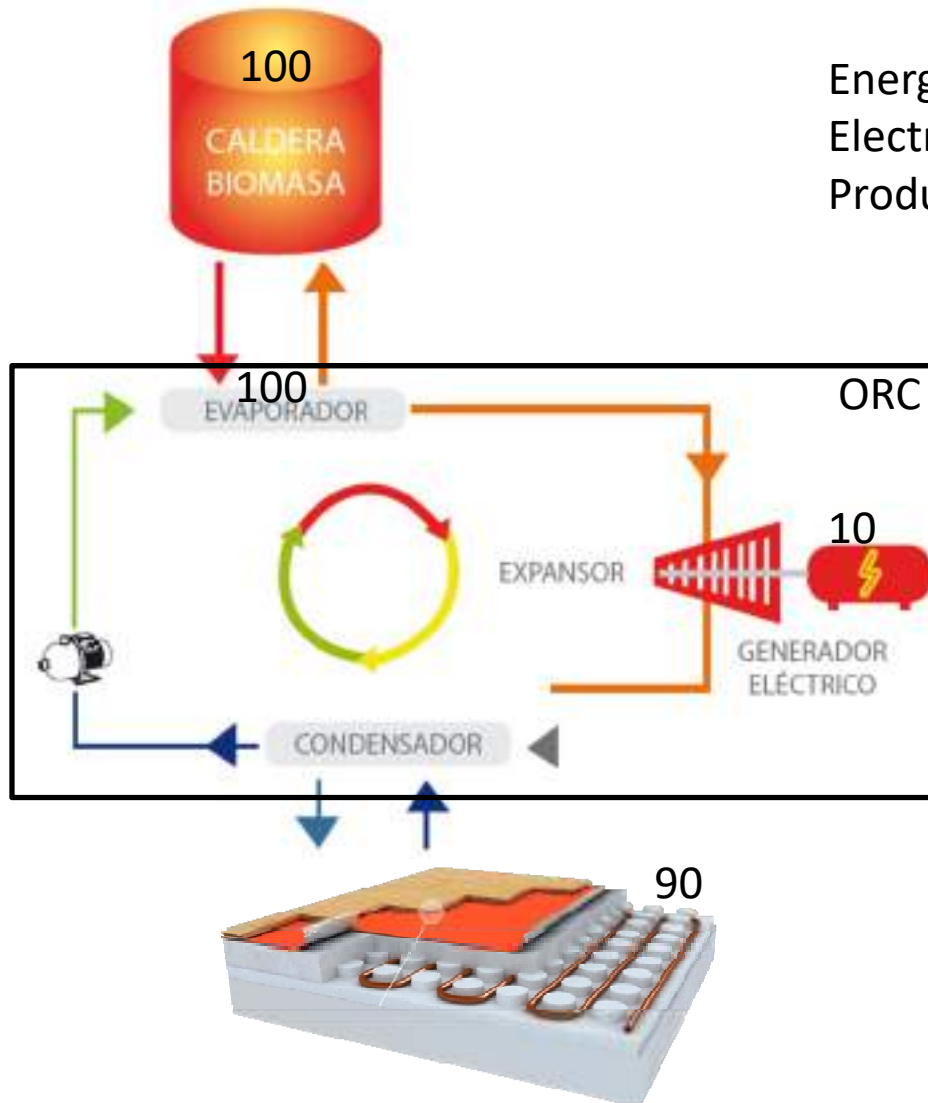
Producción térmica calefacción: 50

# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



ORC para la producción térmica y eléctrica

**APLICACIÓN:** calefacción mediante suelo radiante y producción eléctrica



Energía biomasa: 100

Electricidad: 10

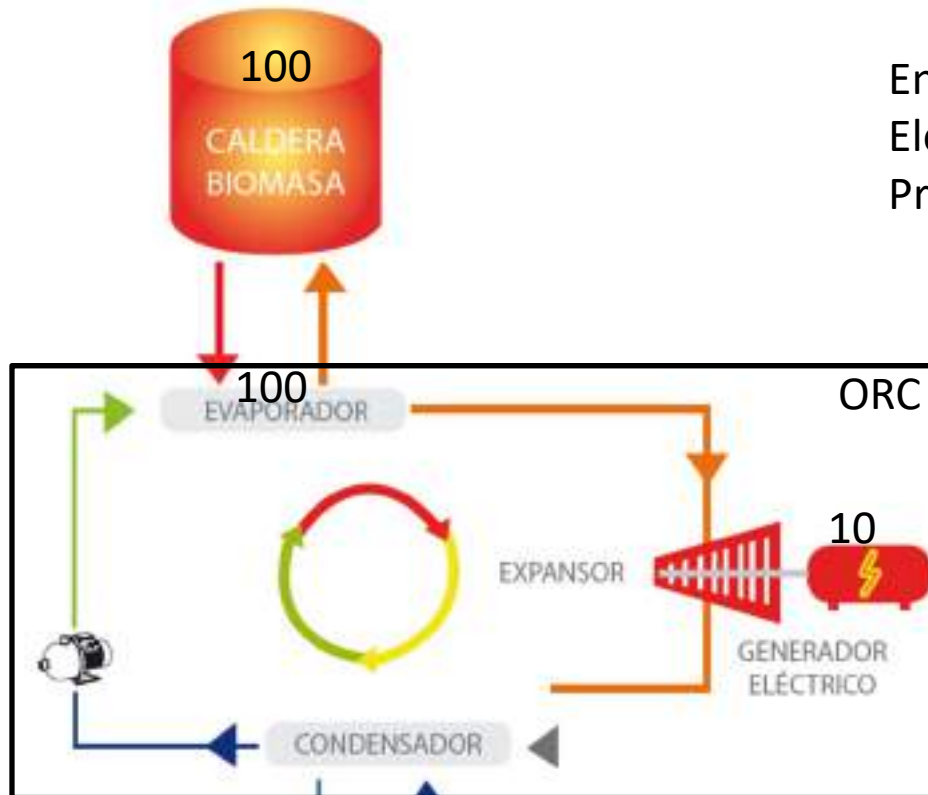
Producción térmica suelo radiante: 90

# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



ORC para la producción térmica y eléctrica

**APLICACIÓN:** calefactado de piscina y producción eléctrica



Energía biomasa: 100

Electricidad: 10

Producción térmica piscina: 90



90

# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



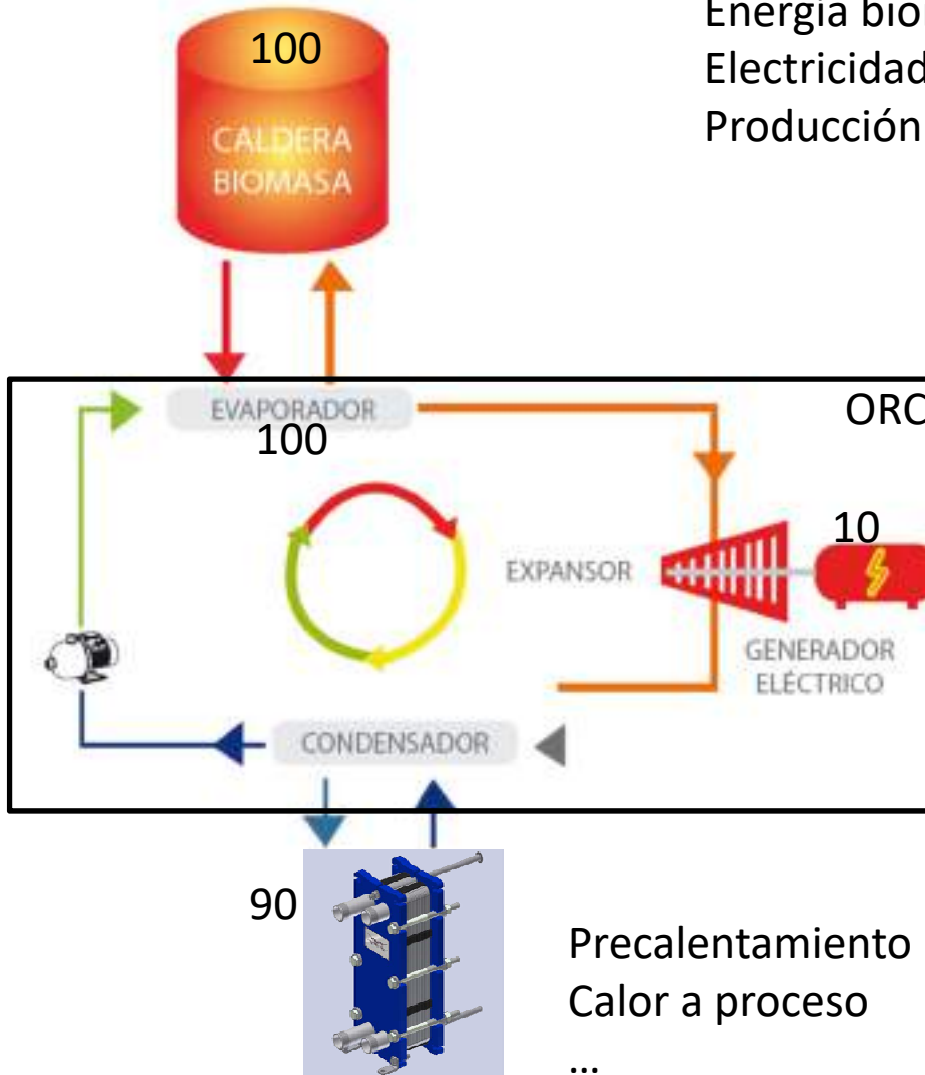
ORC para la producción térmica y eléctrica

**APLICACIÓN:** precalentamiento de ACS o agua para proceso y producción eléctrica

Energía biomasa: 100

Electricidad: 10

Producción térmica ACS o calor proceso: 90



Precalentamiento de ACS  
Calor a proceso

...

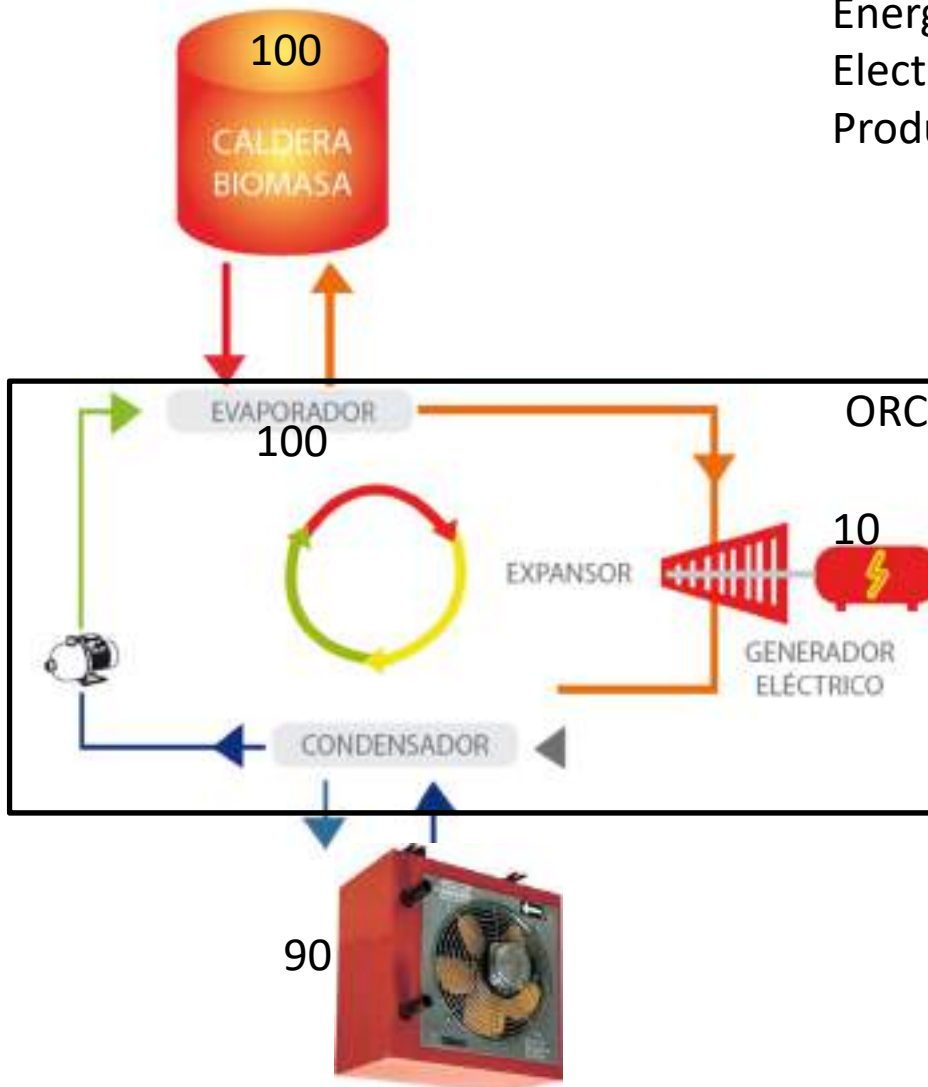
# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



ORC para la producción térmica y eléctrica

## APLICACIÓN: calefactado de invernaderos

Energía biomasa: 100  
Electricidad: 10  
Producción térmica invernadero: 90





## UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



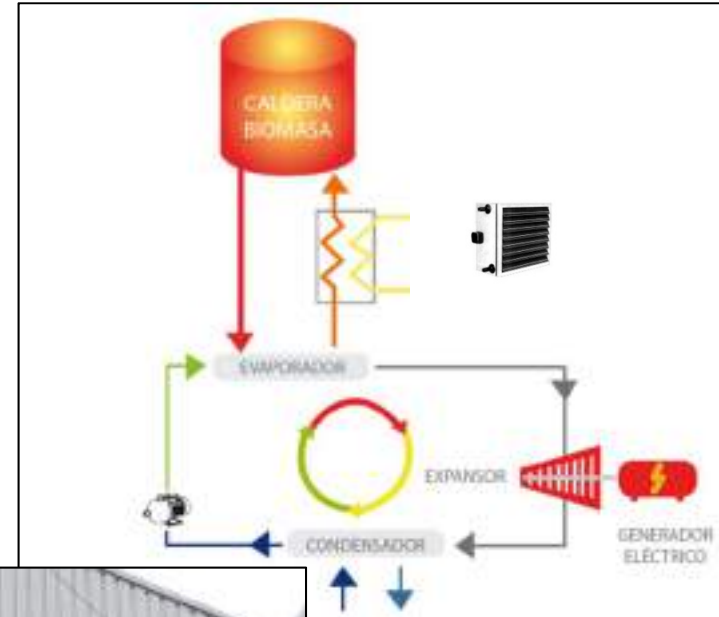
La **APLICACIÓN IDEAL** para la producción dual, térmica y eléctrica, la podemos encontrar cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Utilización de **BIOMASA RESIDUAL** (industrias de mecanizado de madera, industrias manufactureras de madera...)
- Utilización continua: 365 días al año, 24 horas al día.
- Aprovechamiento de calor a baja temperatura del condensador.
- Altos costes de la electricidad.

# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



Ejemplos ORC con aprovechamiento DUAL



# UTILIZACIÓN DE LOS CICLOS ORC CON FINES DUALES (TÉRMICOS Y ELÉCTRICOS) PARA APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA



Ejemplos ORC con aprovechamiento DUAL



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Ing. Javier CALVIÑO POLO



<https://www.linkedin.com/in/jcalvino>



[www.enerbasque.com](http://www.enerbasque.com)