TEMARIO

1 PRESENTACIÓN DEL LABORATORIO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

2 AGUA CALIENTE SANITARIA

3 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EDILICIO

TEMARIO

1 PRESENTACIÓN DEL LABORATORIO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

INTEGRANTES

- 2 INVESTIGADORES
- 2-4 ESTUDIANTES DE DOCTORADO
- 3 TESIS DE MAESTRÍA TERMINADAS
- 3 TESIS DE MAESTRÍA EN CURSO

LABORATORIO ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

- COLECTORES
- CONCENTRADORES
- ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EDILICIO

ITALO BOVE IFFI-UDELAR

PROYECTOS FINANCIADOS

- FSE 10649
- FSE 110011
- FSE 110109
- FSE 131880

CONSULTORÍAS

- DNE 2015: COLECTORES BAJO COSTO
- DNE 2015: MEDIDAS DE CONSUMO
- DNE 2019: ETUS
- BROU 2018 Y 2022

COLECTORES

FUNCIONAMIENTO CONTINUO

COLECTORES

BANCO DE ENSAYO (BECS)

COLECTORES

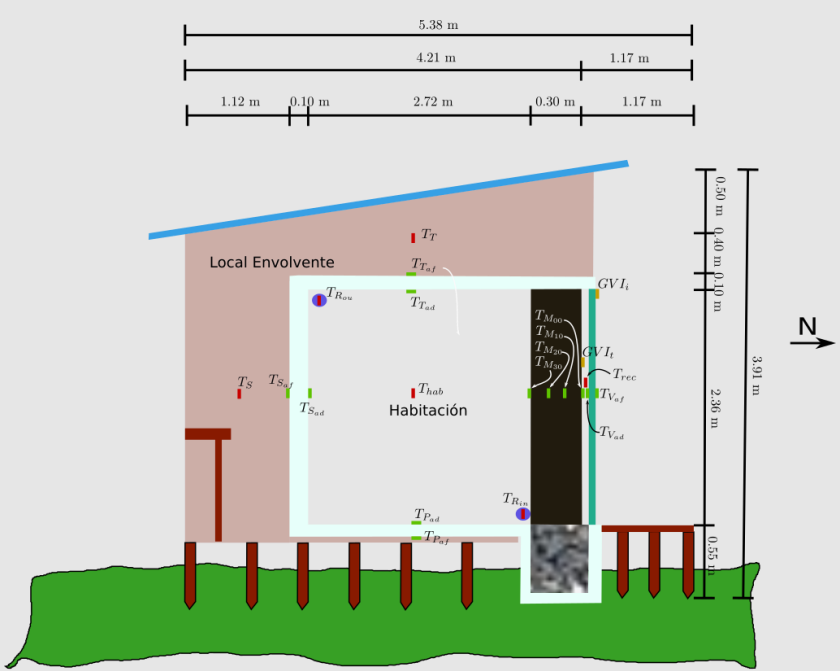
COLECTORES DE BAJO COSTO

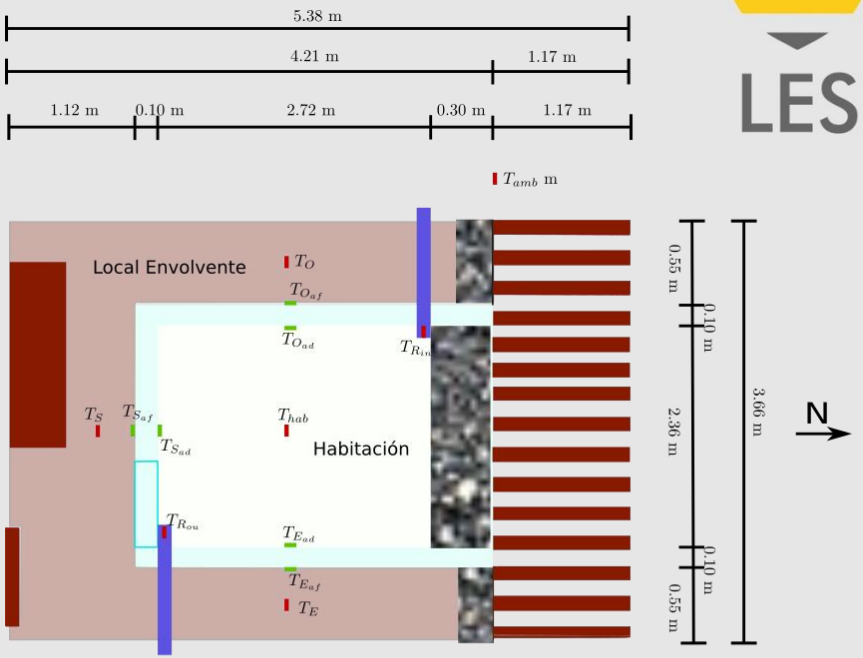
CONCENTRADORES

A.T.E.: MURO ACUMULADOR

ITALO BOVE IFFI-UDELAR

A.T.E.: MONTAJE EXPERIMENTAL





Viga de hormigón
Madera de eucaliptus colorado
Madera compensada (OSB)
Placas de poliestireno (10 kg/m^3)
Tubo de PVC (110 mm), renovaciones.
Termómetro de aire (centrado en el espacio).
Termómetro de superficie (centrado en el plano).
Piranómetro fotovoltaico.

Viga de hormigón
Madera de eucaliptus colorado
Madera compensada (OSB)
Placas de poliestireno (10 kg/m^3)
Tubo de PVC (110 mm), renovaciones.
Termómetro de aire (centrado en el espacio).
Termómetro de superficie (centrado en el plano).

ITALO BOVE IFFI-UDELAR

21 MAYO 2021

TEMARIO

2 AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

TECNOLOGÍA PARA AHORRA COSTO EN ACS

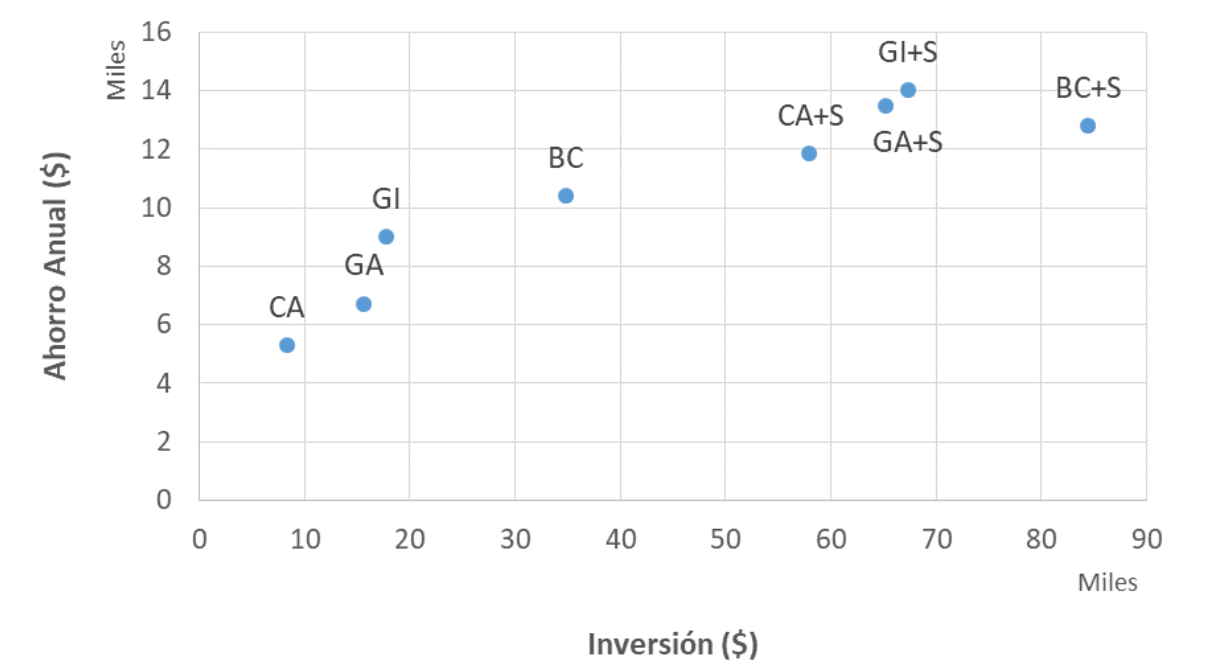
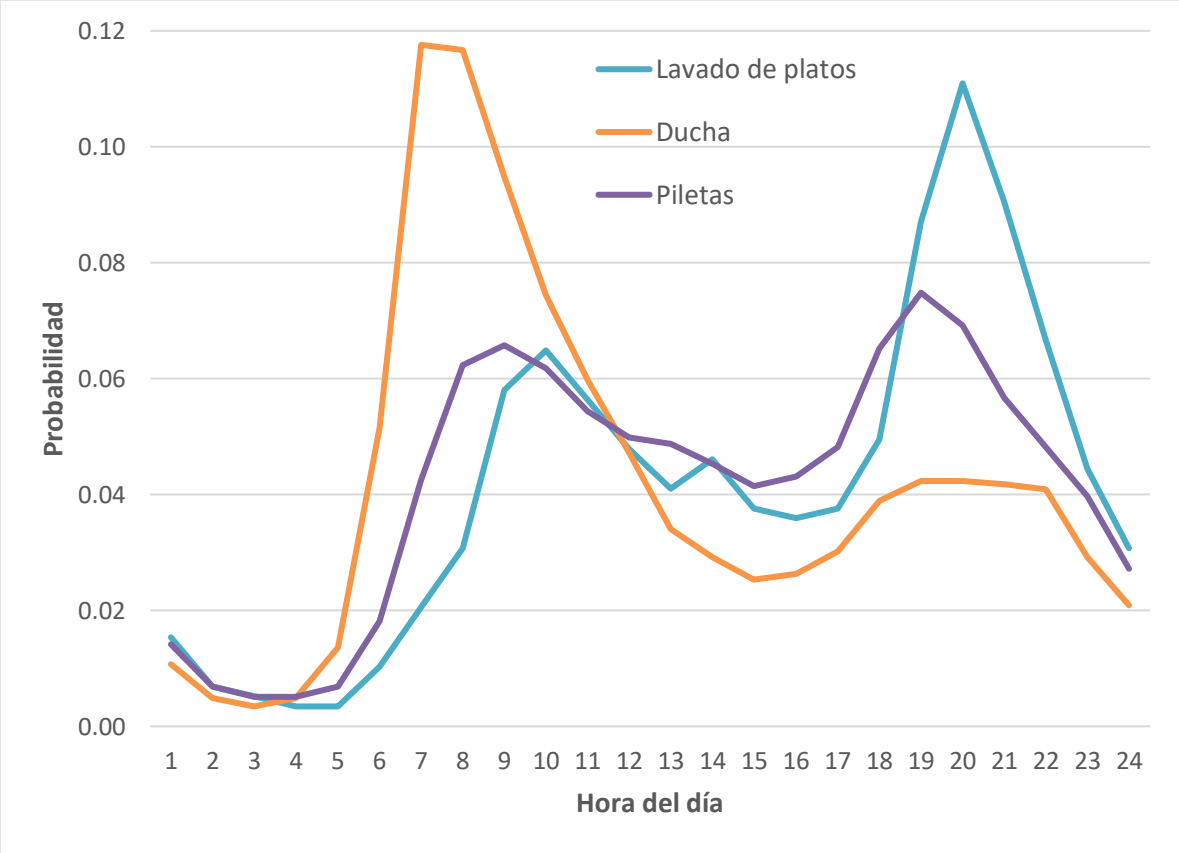


Figura: Ahorro versus inversión para equipos con tarifas doble horario y con GLP.
CA: Calefón A; BC: Bomba de Calor; GI: Gas Instantáneo; GA: Gas con Almacenamiento; +S: CSA

PROBABILIDAD DE CONSUMO DE ACS

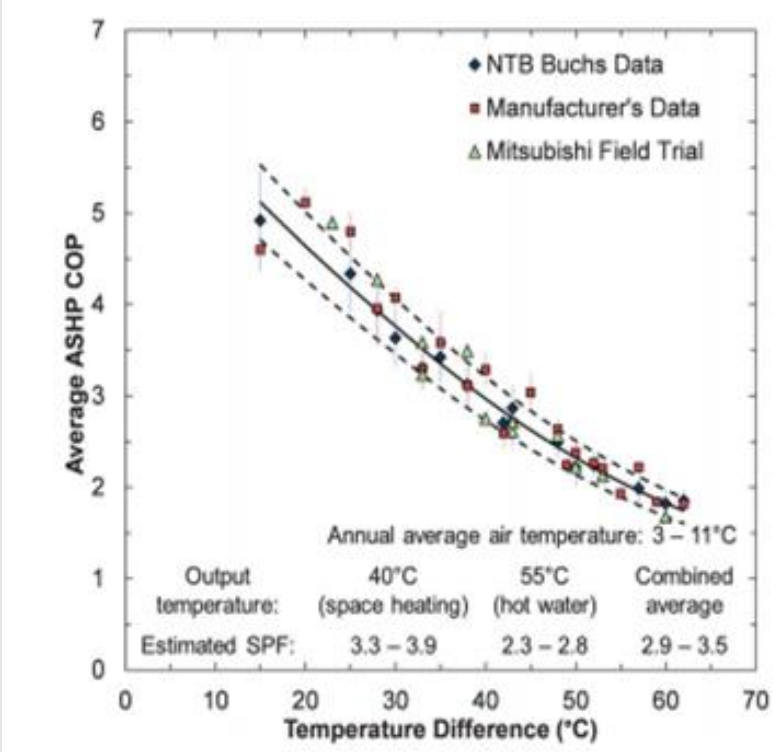


ITALO BOVE IFFI-UDELAR

MODELO DEL COP BOMBA AIRE-AGUA

$COP = 6{,}81 - 0{,}121 * \Delta T + 0{,}00063 * \Delta T^2$ Para $15 \leq \Delta T \leq 60$

A review of domestic heat pumps. Staffell, I., Brett, D., Brandon, N. & Hawkes, A. 2012. Energy & Environmental Science 5, [11], 9291-9306



TIEMPO REPAGO BC PARA ACS EN AMERICA LATINA

Table 1: Ambient temperatures and annual consumptions for using HPWH in different cities

City	Ta annual (°C)	COP (50 °C)	3 pax HPWH (kWh)	5 pax HPWH (kWh)
La Paz	10	2.98	769	1,221
Bogotá	13.5	3.23	633	998
Quito	13.9	3.26	619	975
Santiago	14.6	3.32	594	934
Mexico, ciudad de	15.9	3.42	550	863
Montevideo	16.3	3.45	537	841
Buenos Aires	16.8	3.49	521	815
Lima	18.7	3.64	462	720
San José de Costa Rica	20.9	3.82	400	619
Brasilia	21.1	3.84	395	610
Medellín	21.6	3.89	381	588
Asunción	22.7	3.98	353	542
Rio de Janeiro	23.2	4.02	340	522
Santa Cruz de la Sierra	23.9	4.08	323	494
Guayaquil	25.7	4.24	281	426

Source: own elaboration, 2020

Table 3: Payback period obtained by installing the HPWH

		Changing the heater		Installing new heater	
City	Tariff (US$/MWh)	3pax payback (years)	5pax payback (years)	3pax payback (years)	5pax payback (years)
Montevideo	213	4.3	2.7	2.5	1.6
Santiago	156	5.6	3.5	3.3	2.1
San José de Costa Rica	180	5.9	3.8	3.4	2.2
Lima	153	6.4	4.1	3.8	2.4
La Paz	116	6.8	4.3	4.0	2.5
Bogotá	113	7.5	4.8	4.4	2.8
Quito	98	8.7	5.5	5.1	3.2
Medellín	113	9.6	6.2	5.6	3.6
Buenos Aires	92	10.1	6.4	5.9	3.8
Brasilia	105	10.2	6.6	6.0	3.9
santa cruz de la sierra	116	10.4	6.8	6.1	4.0
Rio de Janeiro	105	11.1	7.3	6.5	4.2
Guayaquil	98	13.4	8.9	7.8	5.2
Mexico, ciudad de	62	14.7	9.3	8.6	5.5
Asunción	56	20.6	13.4	12.0	7.8

Source: own elaboration, 2020; Tariffs were obtained from OSINERGMIN, 4th semester 2018.

TEMARIO

3 ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EDILICIO

MODELO DEL COP BOMBA AIRE-AIRE

$$COP = 7{,}17 - 0{,}322 * \Delta T + 0{,}00515 * \Delta T^2 \quad \text{Para } 5 \leq \Delta T \leq 25$$

Laboratory Test Report for Fujitsu 12RLS and Mitsubishi FE12NA Mini-Split Heat Pumps.
Winkler, J. (2011). National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy

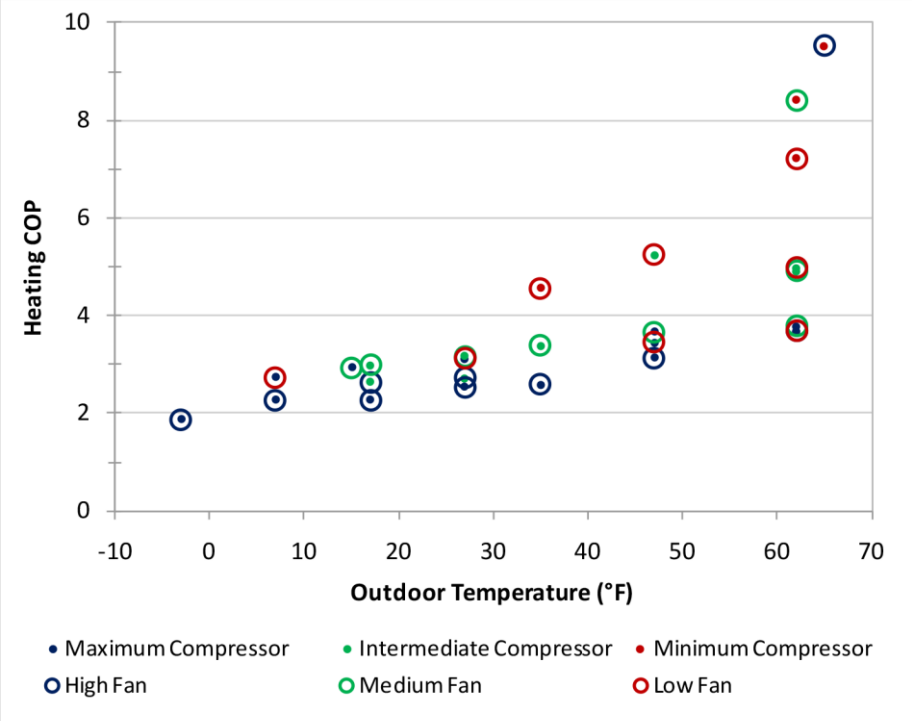


Figure 5. Fujitsu 12RLS steady-state heating COP (70°F return temperature)

CONSUMO VIVIENDA SOCIAL

Tabla 1. Demandas mensuales de calefacción para una casa de 50 m^2 en Bariloche, Santiago y Montevideo.

Mes	Bariloche			Santiago			Montevideo		
	Tm (°C)	grados -día	kWht	Tm (°C)	grados -día	kWht	Tm (°C)	grados -día	kWht
Enero	14,3	124	909	20,8	0	0	22,6	0	0
Febrero	14,1	118	862	19,8	0	0	22,2	0	0
Marzo	11,8	202	1.477	17,8	16	114	20,5	0	0
Abril	8,3	300	2.200	14,8	105	770	16,9	42	308
Mayo	5,7	391	2.864	11,6	208	1.523	13,8	140	1.023
Junio	3,2	453	3.321	8,8	285	2.090	10,9	222	1.628
Julio	2,5	490	3.591	8,6	301	2.205	10,6	239	1.751
Agosto	3,1	471	3.455	9,7	267	1.955	11,1	223	1.637
Setiembre	4,9	402	2.947	11,8	195	1.430	12,9	162	1.188
Octubre	7,7	329	2.409	14,4	121	886	15,2	96	705
Noviembre	10,8	225	1.650	17,2	33	242	18,2	3	22
Diciembre	13,4	152	1.114	19,6	0	0	20,9	0	0
Anual	**8,3**	**3.665**	**26.800**	**14,6**	**1.529**	**11.214**	**16,3**	**1.127**	**8.261**

Datos de Climate-data.org (2019).

COSTO DE LOS ENERGETICOS

Tabla 5. Tarifas (impuestos incluidos) de cada fuente de energía (en US$/MWht) en cada ciudad.

US$/MWht	Bariloche	Santiago	Montevideo
GN	5,04	99,27	94,03
GLP	102,86	102,44	91,37
Electricidad	160,17	151,13	211,58

GN: gas natural, GLP: gas licuado de petróleo.

Tabla 6. Costos anuales (U$S) de combustible en diferentes sistemas de calefacción.

Costo (US$)	Bariloche	Santiago	Montevideo
GN (caldera)	150	1.237	863
GLP (caldera)	3.063	1.277	839
GN (calefactor)	218	1.796	1.253
GLP (calefactor)	4.446	1.853	1.217
Electricidad conv.	4.293	1.695	1.748
BC (21°C) *Split*	1.215	409	281
BC (60 °C)	2.017	713	711

GN: gas natural, GLP: gas licuado de petróleo, Electricidad conv.: estufa eléctrica convencional.

TIEMPOS DE REPAGO

Tabla 7. Ahorros anuales (US$) con BC sustituyendo sistemas convencionales.

Ahorro (US$)	Bariloche	Santiago	Montevideo
GN (caldera)	–1.867	524	152
GLP (caldera)	1.046	564	128
GN (calefactor)	–997	1.387	972
GLP (calefactor)	3.231	1.444	936
Electricidad conv.	3.078	1.286	1.467

GN: gas natural, GLP: gas licuado de petróleo, Electricidad conv.: estufa eléctrica convencional.

Tabla 8. Años de recupación de inversión en BC para cada ciudad.

Años	Bariloche	Santiago	Montevideo
GN (caldera)	-	2,86	7,89
GLP (caldera)	2,10	2,66	9,38
GN (calefactor)	--	0,87	1,2
GLP (calefactor)	0,46	0,83	1,3
Electricidad conv.	0,49	0,93	0,82

GN: gas natural, GLP: gas licuado de petróleo, Electricidad conv: estufa eléctrica convencional, --: No corresponde por haber ahorro negativo.

¿PREGUNTAS?