

# ENERGIAS RENOVABLES

## Trabajo Final

### Integrantes:

Perrone, Sebastian

LU: 17641

García Gorostegui, Ezequiel

LU: 17692

Ramirez, Alberto Luis

LU: 17619

Frete, Karina Anabel

LU: 18007

Ojeda, Ainara Itati

LU:17441





## INDICE

<b>I.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>Planteo del problema .....</b>	<b>4</b>
<b>III.</b>	<b>Propuesta .....</b>	<b>4</b>
<b>IV.</b>	<b>Estudio de asoleamiento de cubierta .....</b>	<b>4-6</b>
<b>V.</b>	<b>Paneles adoptados .....</b>	<b>7-8</b>
<b>VI.</b>	<b>Cálculos .....</b>	<b>8-13</b>
<b>VII.</b>	<b>Amortización .....</b>	<b>14-16</b>
<b>VIII.</b>	<b>Conclusión .....</b>	<b>17</b>



## **INTRODUCCIÓN**

El estilo de vida actual, basado en la continua explotación de los recursos naturales sin considerar los daños a la naturaleza y al ser humano, es la principal causa de muchos de los problemas a los que se enfrentamos como sociedad en estos días. Un claro ejemplo de estos problemas son los efectos del cambio climático, lo que prueba la urgencia de un cambio en nuestra manera de vivir, la cual está basada en un sistema productivo insostenible en el tiempo.

Es por ello que para poder reducir el impacto ambiental se debería racionalizar el consumo de energía utilizándolo de una manera más consciente y eficiente siendo necesarias unas pautas y actuaciones destinadas al ahorro energético.





## **PLANTEO DEL PROBLEMA**

Desde la cátedra de Energías Renovables se nos propuso realizar un proyecto con la finalidad de disminuir gastos en el consumo de electricidad en las facultades de Arquitectura e Ingeniería.

Por ello decidimos realizar un estudio para determinar el consumo eléctrico de los dispensers de provisión de agua caliente para el mate y buscar soluciones aplicando los conocimientos obtenidos en la materia.

## **PROPUESTA**

Se optó por reducir el consumo eléctrico mediante la utilización de paneles fototérmicos para precalentar el agua del mate, ya que el sistema es muy sencillo, tiene un costo razonable y tiene un buen margen de vida útil el cual permite su rápida amortización.

Para la facultad de arquitectura se resolvió adoptar tres paneles, uno para cada dispenser. Mientras que para la facultad de ingeniería se adoptó un panel para los dos dispensers.

## **ESTUDIO DE ASOLEAMIENTO DE CUBIERTAS**

Al no tener los recursos necesarios para realizar un análisis más minucioso del asoleamiento de cubiertas, se optó por realizar un reconocimiento visual mediante el programa Google Earth (Imagen n°1) y además relevamiento in situ (Imagen n°2 y n°3). Optamos por colocar los paneles en la terraza del edificio nuevo de la facultad de arquitectura con orientación hacia el noreste ya que se considera que la mejor orientación del panel para nuestra región es hacia el norte.

Este lugar nos resulta conveniente porque no hay árboles que produzcan sombras en este sector, además se encuentra cerca de tanques de provisión de agua y la instalación de los paneles será más sencilla ya que el techo de losa se encuentra en mejores condiciones estructurales respecto a los faldones o cubiertas de tejas.



*Imagen n° 1\_ Terraza accesible de la Facultad de Arquitectura.*





*Imagen n° 2\_ Terraza accesible de la Facultad de Arquitectura.*



*Imagen n° 2\_ Ubicación de tanques de reserva de agua, posible alimentación para termotanques solares.*

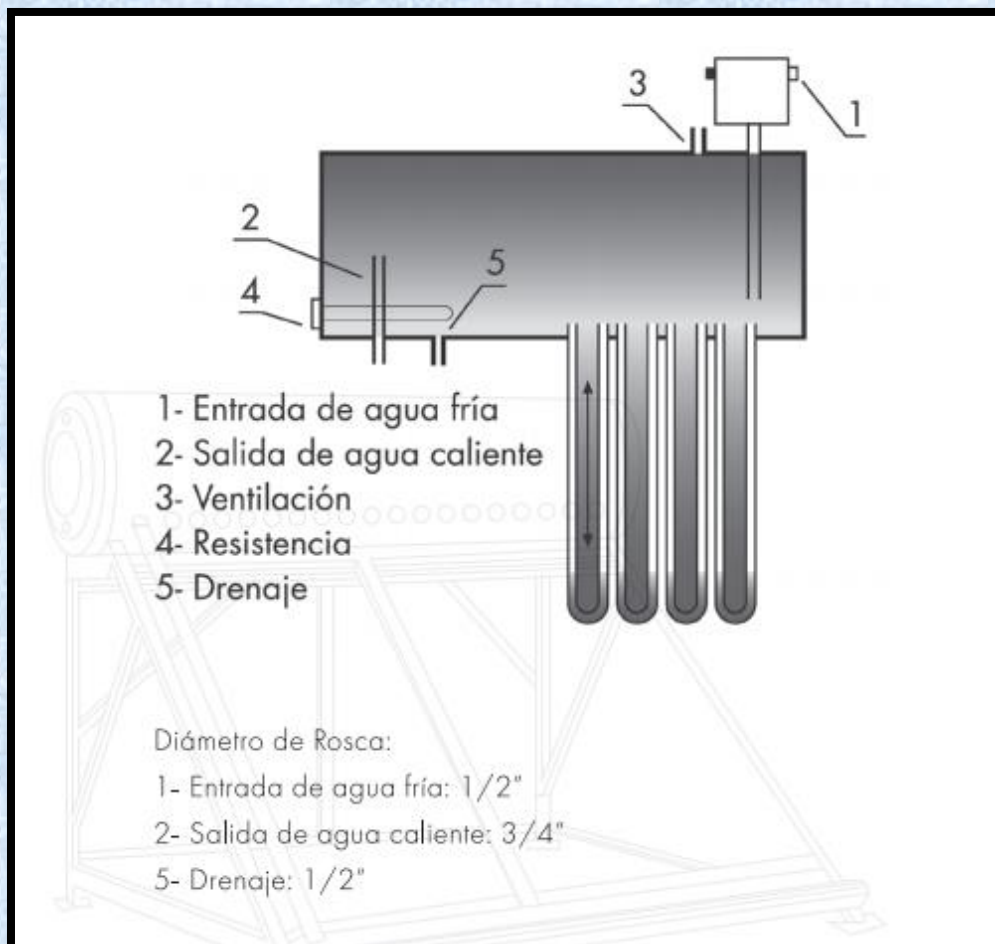
## PANELES ADOPTADOS

### Atmosferico

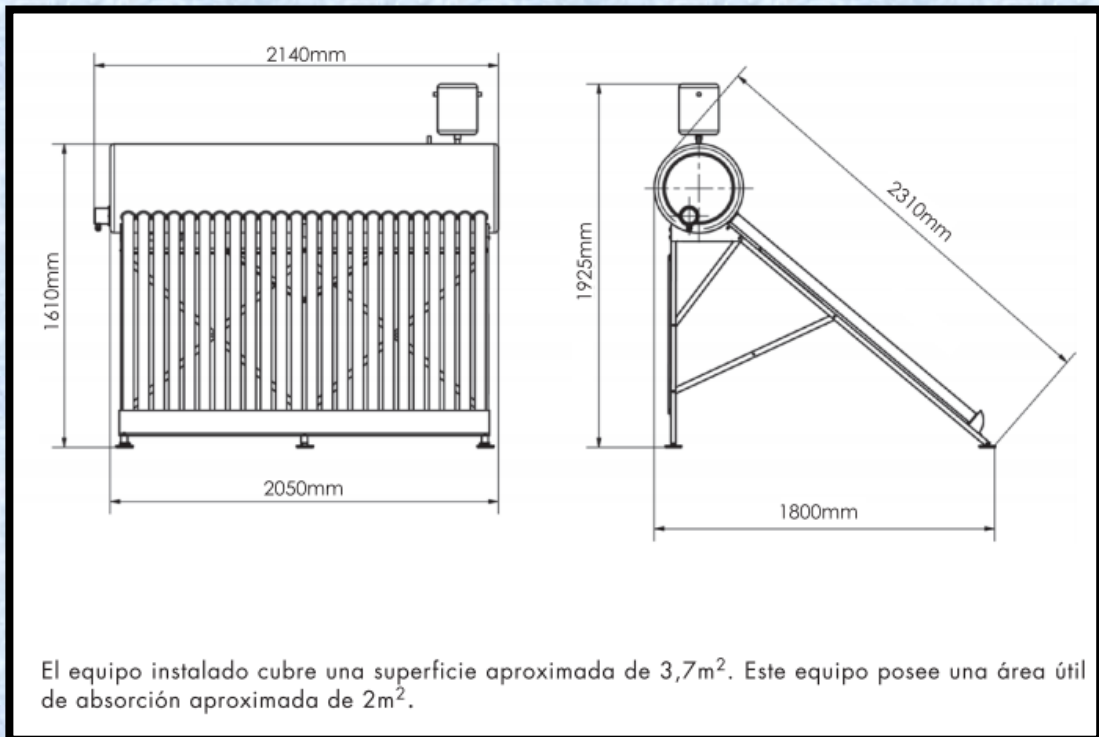
Casas con 1 o 2 baños, con tanque elevado, sin presurizar

#### Dimensiones y características

Dimensiones del sistema, LxA (mm):	2140 x 1800
Peso(kg):	80
Capacidad Nominal del recipiente de almacenamiento, incluido el volumen de los tubos (200 L+70L):	225
Área útil de absorción (mt <sup>2</sup> ):	2.00
Presión máxima de trabajo (presión atmosférica)(MPa)	0.001
Medio de transferencia de calor al colector:	Tubos de Vacío
Potencia eléctrica de la resistencia (watts)	1500
Superficie total (m <sup>2</sup> )	4







## CÁLCULOS

Para obtener el consumo de energía eléctrica utilizado en el calentamiento del agua para mate realizamos una encuesta en la facultad de Humanidades cuya finalidad era obtener el caudal consumido diariamente.

Con los resultados obtenidos y la cantidad de personas que asisten a las facultades de Arquitectura, Ingeniería y Humanidades realizamos una extrapolación y pudimos determinar el caudal consumido en las facultades de Arquitectura e Ingeniería

Consumo diario en litros:

- Facultad de humanidades: Caudal másico (m) = 368 lts/día  
3686 personas
- Facultad de Arquitectura: Caudal másico = X lts/día  
4149 personas

$$X = \frac{4149 \text{ personas} \times 368 \text{ lts/día}}{3686 \text{ personas}} = 414,22 \text{ lts/día}$$





Como se decidió adoptar un panel por dispenser y son 3 dispensers en la facultad de Arquitectura cada dispenser necesitará 138 lts al día.

Cálculo de la energía necesaria para calentar agua:

$$Q = m \times C_e \times \Delta T$$

Q = Energía diaria necesaria

m = Caudal másico

C<sub>e</sub> = Calor específico del agua

ΔT = Diferencia de temperatura

$$Q = 138 \frac{\text{lts}}{\text{dia}} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{lts}^\circ\text{C}} \times (90 - 22,02)^\circ\text{C} = 9381,24 \text{ kcal/dia}$$

- Facultad de Ingeniería:

Caudal másico = X lts/dia

1400 personas

$$X = \frac{1400 \text{ personas} \times 368 \text{ lts/dia}}{3686 \text{ personas}} = 140 \text{ lts/dia}$$

Como se decidió adoptar un panel para los dos dispensers

Cálculo de la energía necesaria para calentar agua:

$$Q = m \times C_e \times \Delta T$$

$$Q = 140 \frac{\text{lts}}{\text{dia}} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{lts}^\circ\text{C}} \times (90 - 22,02)^\circ\text{C} = 9517,2 \text{ kcal/dia}$$

### 1. Cálculo de la pérdida de calor en la cañería por metro

Se resolvió adoptar los tubos AMANCO FUSION porque: el Polipropileno Copolímero Random – Tipo 3 es un excelente aislante térmico que garantiza una baja pérdida de calor de los fluidos transportados, lo que se refleja en los gastos de energía. En la Tabla 7, puede verse las conductividades térmicas de los diferentes materiales.

*Nota: Los valores de conductividad térmica se refieren a una característica intrínseca de los materiales. Sin embargo, dado que los tubos Amanco Fusión poseen mayores espesores de pared el aislamiento térmico resulta mayor en comparación con otros materiales.*

Se puede calcular la pérdida de calor por metro de conducción como:

$$Q = \frac{1,16 \times \Delta t}{\sum r}$$

Donde:

- **Q:** Cantidad de calor perdido por metro (kcal/m)
- **ΔT:** Diferencia de temperatura entre la temperatura del fluido y la temperatura ambiente exterior
- **r:** resistencia térmica de cada capa de material:

$$r = \frac{(\ln x (De/Di))}{(2\pi x L x k)}$$

- **De:** Diámetro exterior de la capa, en mm
- **Di:** Diámetro Interior de la capa, en mm
- **L:** Longitud de la tubería (en este caso, L = 1,0 m)
- **K:** Coeficiente de conductividad térmica de la capa, en W/m. °C

En instalaciones con tuberías de gran longitud, que requieren mayor eficiencia térmica, se recomienda el uso de aislantes térmicos.

Material	Conductividad Térmica (W/m°C)
PPR	0,24
Aluminio	195,00
Hierro	62,00
Cobre	332,00

**Tabla 7. Conductividad Térmica (Temperatura: 20°C)**



PN 12.5 (Agua Fría)		PN 20 (Agua Caliente)	
Diamétero (mm)	Espesor (mm)	Diamétero (mm)	Espesor (mm)
20,00	1,90	20,00	2,80
25,00	2,30	25,00	3,50
32,00	2,90	32,00	4,40
40,00	3,70	40,00	5,50
50,00	4,60	50,00	6,90
63,00	5,80	63,00	8,60
75,00	6,80	75,00	10,30
90,00	8,20	90,00	12,30

Se quiere estimar la pérdida de calor por metro en una tubería PPR PN20 (de diámetro externo 200 mm y espesor de 2,8 mm) con 5 mm de recubrimiento con material aislante (conductividad térmica de 0,035 W/m. °C) que conduce un fluido con una temperatura de 70°C, siendo la temperatura ambiente de 20°C.

$$D_i, \text{ tubo} = 20 - 2 \times 2,8 = 14,4 \text{ mm}$$

$$D_e, \text{ tubo} = 20 \text{ mm}$$

$$D_e, \text{ aislante} = 20 + 2 \times 5 = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Conductividad térmica PPR} = 0,24 \text{ W/m. } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad térmica aislante: } 0,035 \text{ W/m. } ^\circ\text{C}$$

Se calculan las resistencias térmicas de cada material como:

$$r_{\text{tubo}} = \ln (20/14,4) / (2 \times \pi \times 0,24) = 0,218^\circ\text{C/W}$$

$$r_{\text{aislante}} = \ln (30/20) / (2 \times \pi \times 0,035) = 1,84^\circ\text{C/W}$$

Entonces, la pérdida de calor por metro de tubería será:

$$Q = 1,16 \times (70-20) / (0,218+1,84) = 28,2 \text{ kcal/m}$$

Considerando que el recorrido de la cañería es de 99,38 mts; el calor perdido será:

$$Q_p = 28,2 \text{ kcal/m} \times 99,38 \text{ m} = 2802,52 \text{ kcal}$$

## 2. Energía generada por panel

$$\eta = \frac{m \times C_e \times \Delta t}{G \times A}$$

### Datos:

- Rendimiento:  $\eta$  40% = 0,4
- Área del colector:  $A = 2\text{m}^2$
- Calor específico del agua:  $C_e = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{lbs}^\circ\text{C}}$
- Insolación promedio en Chaco, Resistencia:  $4.72 \text{ kWh/m}^2 \text{ día} = 862,07 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \text{ h})$

Variable	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Insolation, kWh/m <sup>2</sup> /day	6.54	5.78	4.91	3.83	3.32	2.70	3.00	3.71	4.60	5.39	6.25	6.57
Clearness, 0 - 1	0.55	0.53	0.51	0.48	0.52	0.47	0.50	0.52	0.52	0.52	0.54	0.55
Temperature, °C	27.49	26.27	25.29	22.39	18.98	17.35	16.89	19.64	21.36	23.84	25.23	27.03
Wind speed, m/s	4.89	4.96	4.95	5.13	4.99	5.43	5.76	5.62	5.91	5.72	5.31	5.21
Precipitation, mm	169	147	159	168	86	54	44	47	73	132	142	129
Wet days, d	7.2	7.2	7.3	7.2	5.5	4.8	4.5	4.5	5.5	6.8	7.5	6.8

- Facultad de Arquitectura:

Caudal másico  $m = 13,8 \text{ lbs/hora}$

Consideramos que en un día el dispenser se utiliza aproximadamente 10 horas.

$$\Delta t = \frac{\eta \times G \times A}{m \times C_e} = \frac{0.4 \times 862,07 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 2\text{m}^2}{13,8 \text{ lbs/h} \times 1 \text{ kcal/lbs}^\circ\text{C}} = 49,97^\circ\text{C}$$

$$Q = 138 \frac{\text{lbs}}{\text{dia}} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{lbs}^\circ\text{C}} \times 49,97^\circ\text{C} = 6895,86 \text{ kcal/dia}$$

Energía eléctrica que necesitará la resistencia del dispenser:

$$Q_r = 9381,24 \text{ kcal/día} - 6895,86 \text{ kcal/día} = 2485,38 \text{ kcal/día}$$

$$E = 2485,38 \text{ kcal/día} \times \frac{0.001163 \text{ kW}}{1 \text{ kcal/h}} = 2,89 \text{ Kwh/día}$$



- Facultad de Ingeniería:

Caudal másico  $m=7$  lts/hora

Consideramos que en un día el dispenser se utiliza aproximadamente 10 horas.

$$\Delta t = \frac{\eta \times G \times A}{m \times C_e} = \frac{0.4 \times 862,07 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 2\text{m}^2}{14 \text{ lts/h} \times 1 \text{ kcal/lts}^\circ\text{C}} = 49,26^\circ\text{C}$$

$$Q = 140 \frac{\text{lts}}{\text{dia}} \times 1 \frac{\text{kcal}}{\text{lts}^\circ\text{C}} \times 49,26^\circ\text{C} = 6896,4 \text{ kcal/dia}$$

Teniendo en cuenta la pérdida de calor por el recorrido de la cañería:

$$Q = 6896,4 \text{ kcal kcal/día} - 2802,52 \text{ kcal/día} = 4092,88 \text{ kcal/día}$$

Energía eléctrica que necesitará la resistencia del dispenser:

$$Q_r = 9517,2 \text{ kcal/día} - 4092,88 \text{ kcal/día} = 5423,32 \text{ kcal/día}$$

$$E = 5356,2 \text{ kcal/dia} \times \frac{0.001163 \text{ kW}}{1 \text{ kcal/h}} = 6,31 \text{ Kw h/dia}$$



### Amortización

- Se adoptó 4 paneles Solares Saiar Dual Tss24sa cuyo precio es de \$42599 c/u

$$\text{Total} = \$42599 \times 4 = \$170396$$

- Costo de mantenimiento:

Se estima un 0.5% del precio del equipo

$$\$170396 \times 0,5\% = \$ 851,98/ \text{ Año.}$$

- Precio de cañería para agua caliente "Amanco Fusión"  $\frac{3}{4}$ "  
\$140 por 4 mts, entonces por metro será \$35.

#### Para facultad de Arquitectura:

$$24.48 \text{ mts} \times \$ 35 = \$ 856,8$$

#### Para facultad de Ingeniería:

$$103,72 \text{ mts} \times \$35 = \$ 3630,2$$

$$\text{Total: } \$4487$$

- Se decidió optar por hacer falsa columna y falsa viga como recubrimiento de la cañería con el fin de no dejar a la intemperie, que tenga una óptima durabilidad y por cuestión estética.  
Precio de recubrimiento para interior: \$360 por metro de longitud.  
Precio de recubrimiento para exterior: \$480 por metro de longitud.

#### Recubrimiento exterior para ambas bajadas (ingeniería y arquitectura):

$$12,88 \text{ mts} \times \frac{\$480}{\text{mts}} = \$6182,4$$





Recubrimiento interior:

Para arquitectura:

$$10,4 \text{ mts} \times \frac{\$360}{\text{mts}} = \$3744$$

Para ingeniería:

$$103,72 \text{ mts} \times \frac{\$360}{\text{mts}} = \$37339,2$$

**Total: \$47265,6**

- Precio de la mano de obra para la instalación: se estima un 20% del costo total calculado en los ítems anteriores.

$$\$222148,6 \times 0,2 = \$44429,72$$

**Inversión inicial + costo de instalación: \$266578,32**

- Beneficio anual:

Para arquitectura la energía ahorrada por cada dispenser será:

$$E = 6895,86 \frac{\text{kcal}}{\text{dia}} \times \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \times \frac{0.001163 \text{kw}}{1 \text{ kcal/h}} = 1924,77 \frac{\text{kwh}}{\text{año}}$$

En ingeniería para los 2 dispensers la energía ahorrada será:

$$E = 4161 \frac{\text{kcal}}{\text{dia}} \times \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \times \frac{0.001163 \text{kw}}{1 \text{ kcal/h}} = 1161,4 \frac{\text{kwh}}{\text{año}}$$

Energía total ahorrada:

$$Et = \left( 1924,77 \frac{\text{kwh}}{\text{año}} \times 3 \right) + 1161,4 \frac{\text{kwh}}{\text{año}} = 6935,71 \frac{\text{kwh}}{\text{año}}$$



Se considera el precio de un kWh= \$5,5

$$6935,71 \frac{kwh}{año} \times \frac{\$5,5}{kwh} = 38146,41 \frac{\$}{año}$$

Beneficio anual será:

Valor económico de la energía no consumida – Costos de mantenimiento

$$\$38146,41/año - \$851,98/año = \$37294,43/año$$

Amortización = (Inversión inicial + costo de instalación) /Beneficio anual

$$(\$266578,32) / \$37294,43/año = 7,15 > 7 \text{ años}$$

#### GASTO EN ENERGÍA ELÉCTRICA SIN LA COLOCACION DEL PANEL:

Energía consumida por los dispensers:

Facultad de arquitectura = 28143,72 kcal/día  
Facultad de ingeniería = 9517,2 kcal/día  
Total = 37660,92 kcal/día

Energía consumida en kWh/año:

$$E = 37660,92 \frac{kcal}{dia} \times \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \times \frac{0.001163kw}{1 \text{ kcal/h}} = 10511,92 \frac{kwh}{año}$$

Se considera el precio de un kWh= \$5,5

$$10511,92 \frac{kwh}{año} \times \frac{\$5,5}{kwh} = 57815,54 \frac{\$}{año}$$





### **CONCLUSIÓN:**

En base al análisis realizado vemos que la implementación de paneles fototérmicos nos permite reducir el consumo de energía eléctrica logrando así un ahorro de \$20521,11 al año.

Además, considerando una vida útil del equipo de 15 años y en vista de que en 7 años aproximadamente se recupera lo gastado en la inversión, concluimos que esta solución es RENTABLE.

PLANTA BAJA - FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

PATIO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA Y URBANISMO

Bar Arquitectura

Librería

Deposito Librería

Aire y Luz

Hall a Ing.

Paso a Lib.

ATUN

AULA 6

AULA 5

OFICINA

BOX

DPTO. DE MECÁNICA APLICADA

LABORATORIO DE C.N.C.

GABINETE INFORMÁTICO AULA 4

LABORATORIO DE FÍSICA

PASILLO

PASILLO

CENTRO DE ESTUDIANTES

ADIUNE

ÁREA DE IMPRESIONES

FOTOCOPIADORA

C.G.A.

OFICINA

OFICINA

OFICINA

AULA 7

JEFE DE DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

SALA DE PROFESORES

DIRECCIÓN

HALL

BIBLIOTECA

AULA 8

Sanitarios Mujeres

Auditorio

PATIO DE MECÁNICA

Acceso

1 Bajada de agua caliente p/arquitectura.

2 Bajada de agua caliente p/ingeniería.

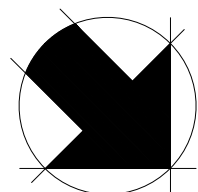
D Dispenser.

UNNE

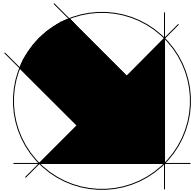
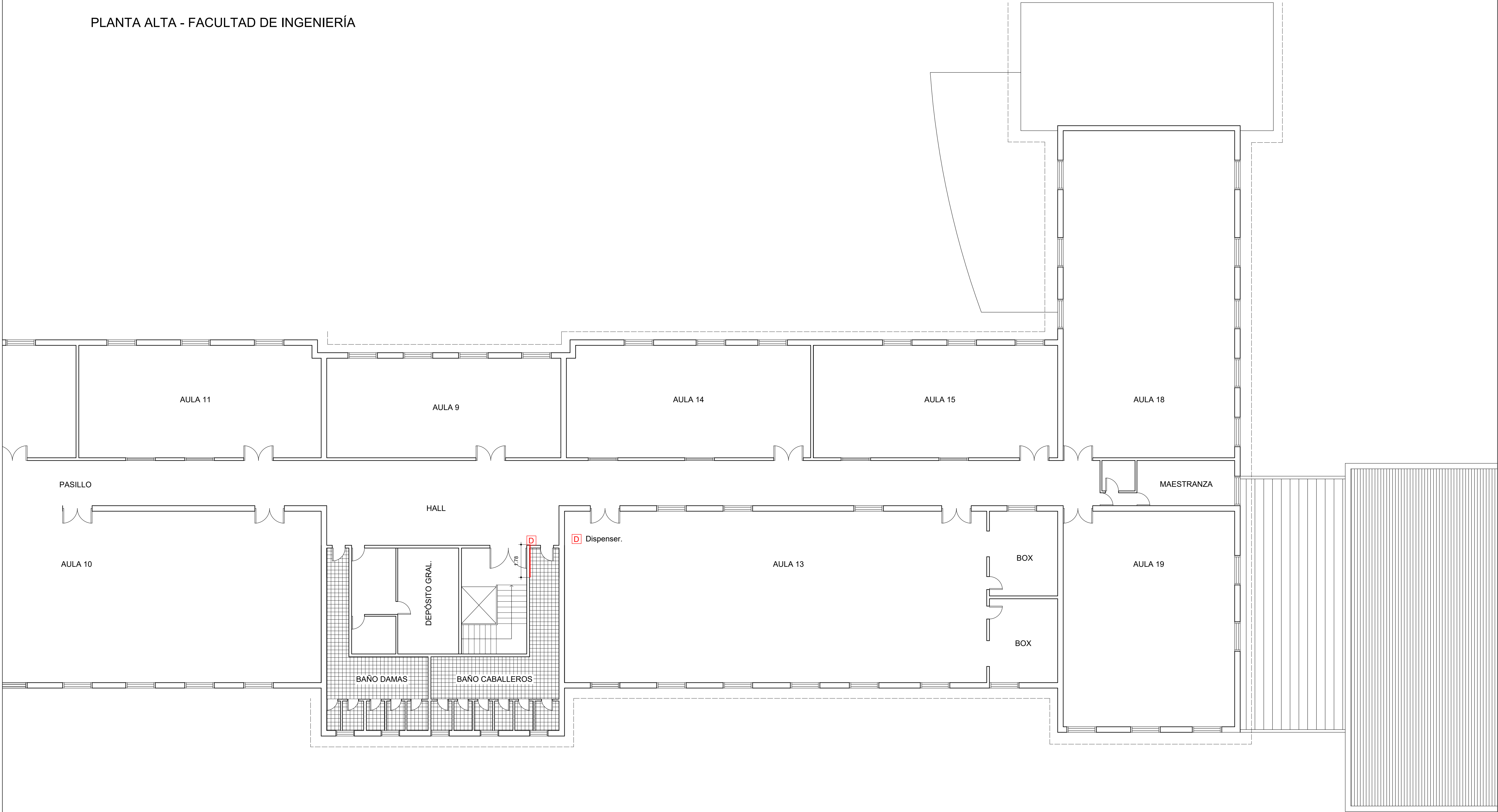
Energías Renovables

Trabajo Final

ESCALA 1:100

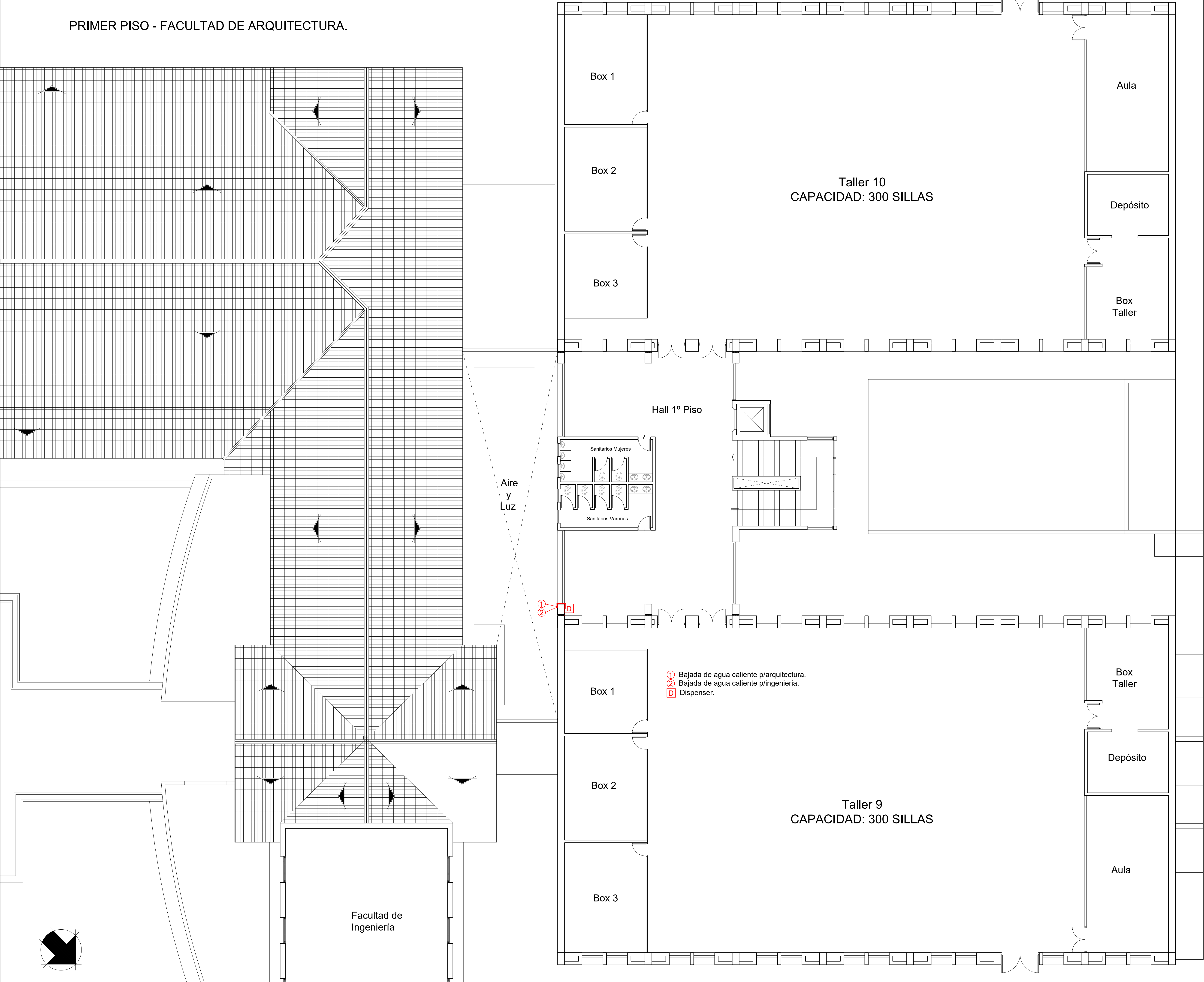


PLANTA ALTA - FACULTAD DE INGENIERÍA

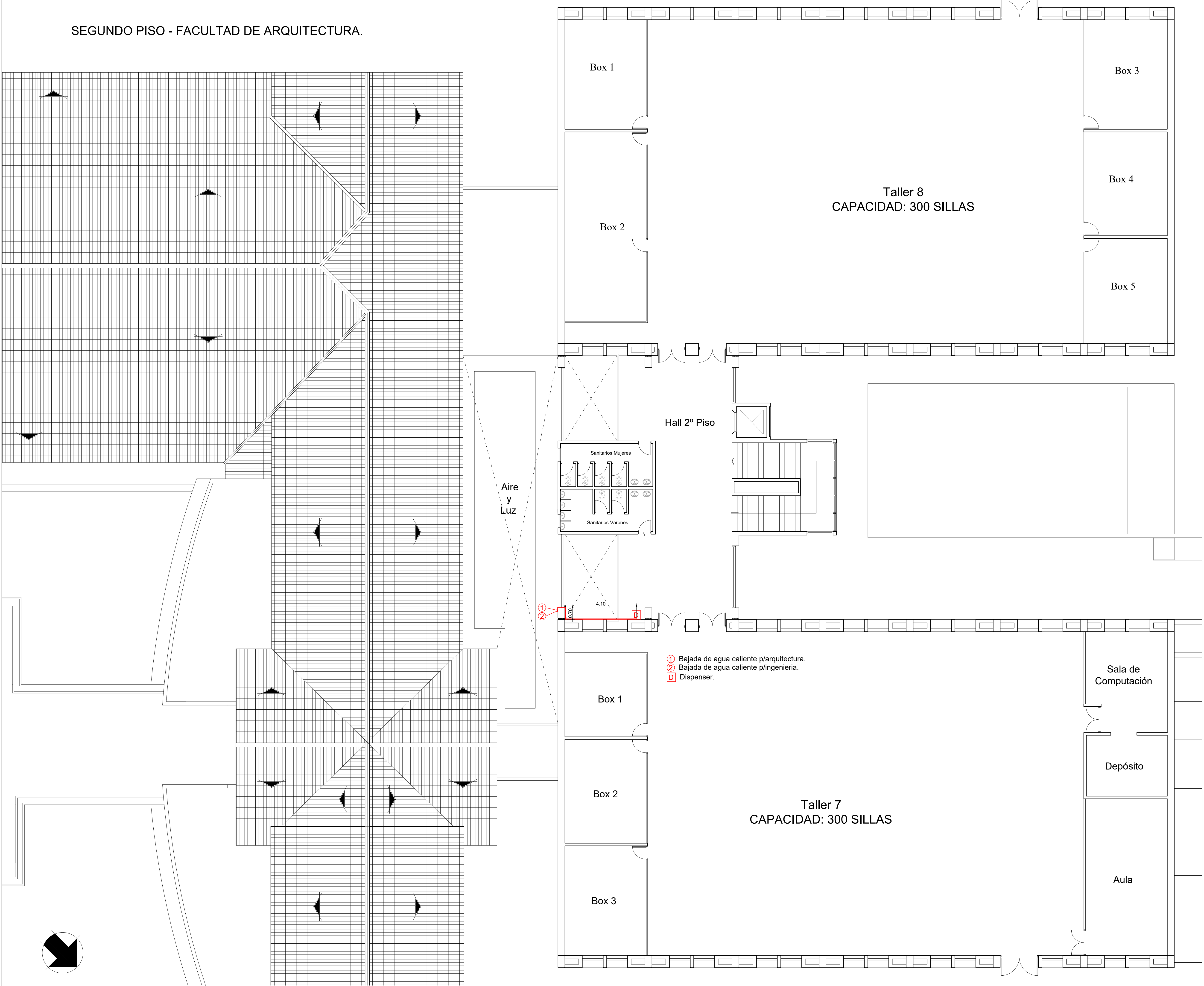




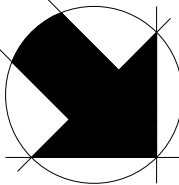
PRIMER PISO - FACULTAD DE ARQUITECTURA.



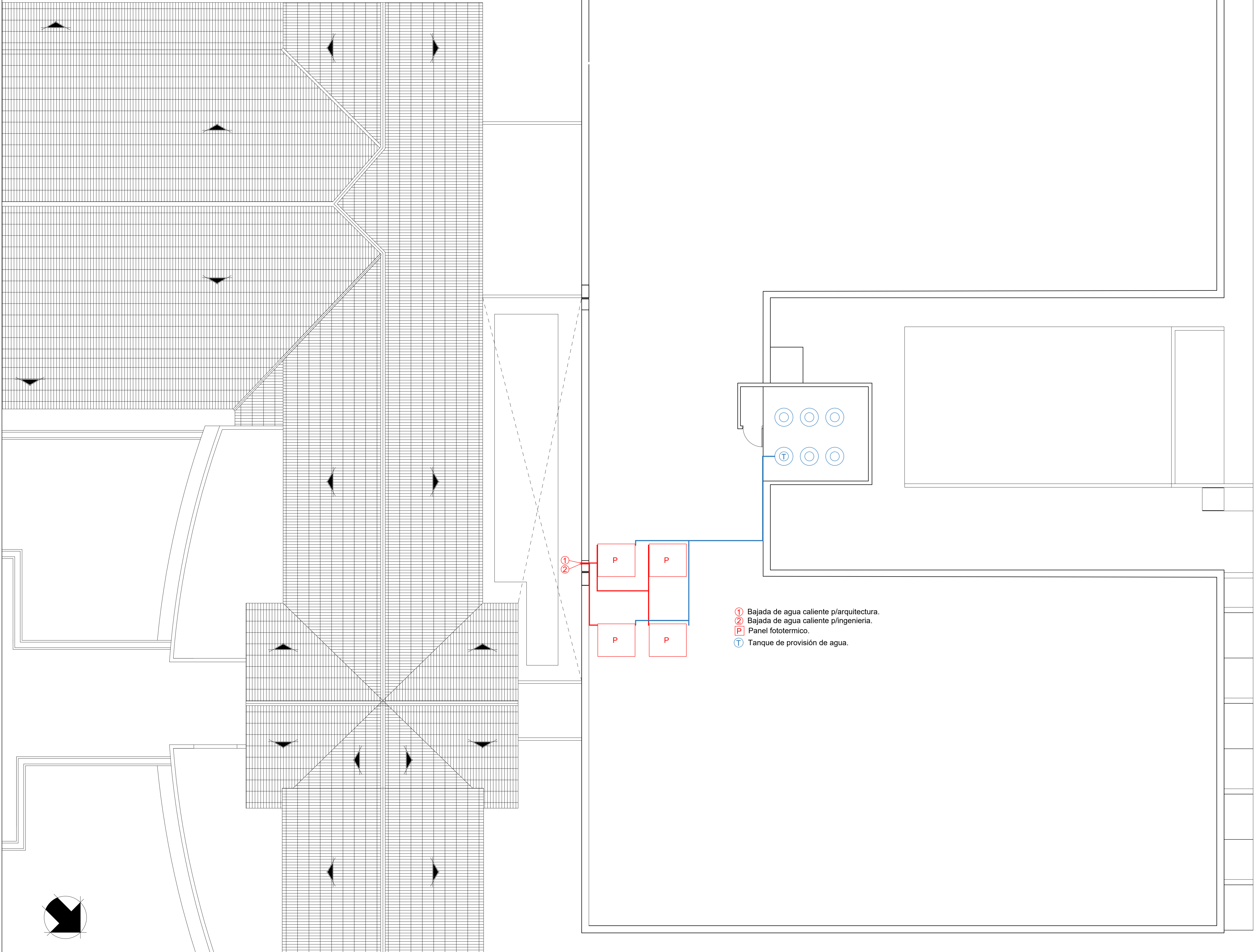
SEGUNDO PISO - FACULTAD DE ARQUITECTURA.



- ① Bajada de agua caliente p/arquitectura.  
② Bajada de agua caliente p/ingeniería.  
D Dispenser.



PLANTA DE TECHO - FACULTAD DE ARQUITECTURA.



- ① Bajada de agua caliente p/arquitectura.
- ② Bajada de agua caliente p/ingeniería.
- P Panel fototermico.
- T Tanque de provisión de agua.

