



Universitat de Girona  
Escola Politècnica Superior

## **Projecte/Treball Final de Carrera**

**Estudi:** Enginyeria Tècnica Mecànica Industrial

**Títol:** Projecte d'una instal.lació solar tèrmica en una piscina coberta.

**Document:** Memòria

**Alumne:** Joan Grandia Obradors

**Director/Tutor:** Josep M. Corretger Canós  
**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial  
**Àrea:** Màquines i motors tèrmics

**Convocatòria:** Febrer 2006

## MEMÒRIA

1.- Introducció	
1.1.- Antecedents	1
1.2.- Objecte	1
1.3.- Abast	1
2.- Descripció arquitectònica de l'edifici	1
3.- Horaris de funcionament i ocupació estimada	4
4.- Descripció de la solució proposada	5
4.1.- Instal·lació solar de servei a les piscines	5
4.1.1.- Condicions de càlcul	5
4.1.2.- Necessitats energètiques	6
4.1.3.- Aportació d'energia solar	6
4.1.4.- Plaques solars	8
4.1.5.- Funcionament de la instal·lació	8
4.2.- Instal·lació solar de servei a A.C.S.	9
4.1.1.- Condicions de càlcul	9
4.1.2.- Necessitats energètiques	9
4.1.3.- Aportació d'energia solar	10
4.1.4.- Plaques solars	11
4.1.5.- Funcionament de la instal·lació	11
4.1.6.- Control de legionel·la	12
5.- Impacte ambiental	12
6.- Resum final de dades	13
7.- Normativa aplicada el projecte	14
8.- Resum del pressupost	16
9.- Conclusions	17
10.- Relació de documents	18
11.- Bibliografia	19

<b><u>ANNEX I “Càlcul de les necessitats energètiques”</u></b>	20
<b>1.- Càlcul de les necessitats energètiques del vas principal.</b>	21
1.1.- Pèrdues per transferència de vapor d'aigua al ambient (evaporació).	21
1.1.1.- Càlcul del cabal màssic evaporat.	21
1.1.2.- Càlcul del calor perdut per evaporació.	22
1.2.- Pèrdues per convecció de la superfície de l'aigua de la vas.	23
1.3.- Pèrdues per conducció a través de les parets del vas.	24
1.3.1.- Càlcul del coeficient de transmissió de les parets del vas ( K ).	24
1.3.2.- Càlcul del calor perdut per transmissió.	25
1.4.- Pèrdues per renovació de l'aigua del vas.	26
<b>2.- Càlcul de les necessitats energètiques del vas complementari.</b>	27
2.1.- Pèrdues per transferència de vapor d'aigua al ambient.	27
2.1.1.- Càlcul del cabal màssic evaporat.	27
2.1.2.-Càlcul del calor perdut per evaporació.	28
2.2.- Pèrdues per convecció de la superfície de l'aigua de la vas.	29
2.3.- Pèrdues per conducció a través de les parets del vas.	29
2.3.1.- Càlcul del coeficient de transmissió de les parets del vas ( K ).	29
2.3.2.- Càlcul del calor perdut per transmissió.	30
2.4.- Pèrdues per renovació de l'aigua del vas.	31
<b>3.- Necessitats totals del vas principal.</b>	32
<b>4.- Necessitats totals del vas complementari.</b>	32
<b>5.- Necessitats totals del vas principal + complementari</b>	33
<b>6.- Càlcul de les necessitats per ACS.</b>	34

<b><u>ANNEX II “Càlcul de l’energia solar disponible”</u></b>	35
<b>1.- Càlcul de l’energia solar disponible</b>	36
1.1.- Radiació solar global sobre superfícies inclinades a 50 °( directe + difusa ).	37
1.2.- Radiació solar global descomptant l’efecte de reflexió inicial i final del dia.	37
<b><u>ANNEX III “Càlcul de l’energia aprofitada pel captador solar”</u></b>	38
<b>1.- Càlcul del rendiment del col·lector solar.</b>	39
1.1.- Càlcul de la intensitat mitjana de radiació.	39
1.2.- Càlcul dels increments de temperatura.	41
2.- Càlcul de la radiació aprofitada pel col·lector.	42
<b><u>ANNEX IV “Càlcul de la superfície de captació i volum d’acumulació d’ACS”</u></b>	43
<b>1.- Càlcul de la superfície de captació.</b>	44
1.1.- Energia aprofitada pel sistema.	44
1.2.- Superfície de captació, piscines i ACS.	45
1.2.1.- Superfície de captació necessària pel consum energètic de les dues piscines.	46
1.2.2.- Superfície de captació necessària pel consum energètic de ACS.	47
1.3.- Superfície de captació total i nombre de plaques solars.	48
<b>2.- Càlcul del volum d’acumulació d’ACS.</b>	48
<b><u>ANNEX V “Càlculs del circuit hidràulic de servei a ACS”</u></b>	49
<b>1.- Càlcul del circuit primari de servei a ACS.</b>	50
1.1.- Distribució dels col·lectors solars.	50
1.2.- Càlcul dels diàmetres dels tubs.	51

1.3.- Càlcul de les pèrdues de càrrega.	54
1.3.1- Pèrdues primàries.	54
1.3.2- Pèrdues secundàries.	54
1.3.2.1- Pèrdues de càrrega dels col·lectors.	54
1.3.2.2.- Pèrdues de càrrega dels accessoris.	55
1.4.- Càlcul del intercanviador de plaques.	56
1.5.- Càlcul del circulador.	57
1.6.- Càlcul del vas d'expansió.	58
1.6.1.- Càlcul del volum total del fluid caloportador.	58
1.6.2.- Càlcul del volum del vas d'expansió.	58
1.7.- Càlcul del gruix d'aïllament.	59
<b>2.- Càlcul del circuit secundari de servei a ACS.</b>	<b>60</b>
2.1.- Càlcul dels diàmetres dels tubs.	60
2.2.- Càlcul de les pèrdues de càrrega.	60
2.2.1- Pèrdues primàries.	60
2.2.2- Pèrdues secundàries.	61
2.3.- Càlcul del circulador.	61
2.4.- Càlcul del gruix d'aïllament.	62
<b>3.- Càlcul del sistema auxiliar.</b>	<b>63</b>
3.1.- Potència del sistema auxiliar.	63
3.2.- Càlcul del intercanviador de plaques.	63
3.3.- Càlcul dels diàmetres dels tubs.	64
3.4.- Càlcul de les pèrdues de càrrega.	64
3.4.1.- Pèrdues primàries.	64
3.4.2- Pèrdues secundàries.	65
3.5.- Càlcul del circulador.	65
3.6.- Càlcul del vas d'expansió.	66
3.6.1.- Càlcul del volum total del fluid caloportador.	66
3.6.2.- Càlcul del volum del vas d'expansió.	66
3.7.- Càlcul del gruix d'aïllament.	67

<b><u>ANNEX VI “Càlculs del circuit hidràulic de servei a les piscines”</u></b>	68
<b>1.- Càlcul del circuit primari de servei a piscines.</b>	69
1.1.- Distribució dels col·lectors solars.	69
1.2.- Càlcul dels diàmetres dels tubs.	70
1.3.- Càlcul de les pèrdues de càrrega.	74
1.3.1.- Pèrdues primàries.	74
1.3.2.- Pèrdues secundàries.	75
1.3.2.1.- Pèrdues de càrrega dels col·lectors.	75
1.3.2.2.- Pèrdues de càrrega dels accessoris.	75
1.4.- Càlcul del intercanviador de plaques.	76
1.4.1.- Intercanviador del vas principal.	76
1.4.2.- Intercanviador del vas secundari.	76
1.5.- Càlcul del circulador.	78
1.6.- Càlcul del vas d'expansió.	79
1.6.1.- Càlcul del volum total del fluid caloportador.	79
1.6.2.- Càlcul del volum del vas d'expansió.	81
1.7.- Càlcul del gruix d'aïllament.	81
<b>2.- Càlcul del sistema auxiliar.</b>	83
2.1.- Potència del sistema auxiliar.	83
2.2.- Càlcul del intercanviador de plaques.	83
2.2.1.- Intercanviador del vas principal.	83
2.2.2.- Intercanviador del vas secundari.	83
2.3.- Càlcul dels diàmetres dels tubs.	84
2.4.- Càlcul de les pèrdues de càrrega.	84
2.4.1.- Pèrdues primàries.	84
2.4.2.- Pèrdues secundàries.	85
2.5.- Càlcul del circulador.	86
2.6.- Càlcul del vas d'expansió.	86
2.6.1.- Càlcul del volum total del fluid caloportador.	86
2.6.2.- Càlcul del volum del vas d'expansió.	87
2.8.- Càlcul del gruix d'aïllament.	88

<b><u>ANNEX VII “Estructura de suport dels captadors”</u></b>	89
<b><u>ANNEX VIII “Estudi de seguretat i salut”</u></b>	91
<b>1.- Memòria.</b>	92
1.1.- Objecte de l’estudi de seguretat i salut.	92
1.2.- Característiques de l’obra.	92
1.2.1.- Descripció de l’obra.	92
1.2.2.- La propietat.	92
1.2.3.- Termini d’execució.	92
1.2.4.- Nombre de treballadors.	92
1.3.- Anàlisi i avaluació inicial dels riscos.	93
1.3.1.- Identificació dels riscos.	93
1.3.2.- Proteccions individuals.	94
1.4.- Formació i informació en seguretat i salut.	95
1.5.- Serveis comuns.	95
<b>2.- Plec de condicions de l’estudi de seguretat i salut.</b>	97
2.1.- Legislació aplicable a l’obra.	97
2.2. Prescripcions de caràcter facultatiu.	98
2.2.1. Introducció.	98
2.2.2. Llibre d’Incidències.	98
2.2.3. Obligacions de les parts.	98
2.3. Prescripcions de caràcter tècnic.	98
2.3.1. Mitjans auxiliars, màquines i equips.	98
2.3.2. Condicions dels mitjans de protecció.	98
<b>3.- Pressupost de seguretat i salut.</b>	100
<b><u>ANNEX IX “Manteniment de la instal·lació”</u></b>	101
<b>1.- Manteniment i prevenció.</b>	101
<b>2.- Pla de manteniment.</b>	103

---

<b><u>ANNEX X “Estudi econòmic”</u></b>	105
<b>1.- Estudi econòmic.</b>	110
1.1.- Cost mensual amb energia convencional.	110
1.2.- Cost mensual amb el suport de l’energia solar tèrmica.	112
1.3.- Estalvi econòmic i amortitzacions.	113
<b><u>ANNEX XI “Descripcions tècniques”</u></b>	109
<b>1.- Descripcions tècniques dels materials utilitzats.</b>	110
1.1.- Plaques solars.	110
1.2.- Vasos d’expansió.	112
1.3.- Dipòsits acumuladors.	113
1.4.- Bombes circuladores.	114
1.5.- Intercanviadors de plaques.	117
1.6.- Sondes de temperatura.	118
1.7.- Vàlvules.	118
1.8.- Regulador de cabal.	121
1.9.- Tubs de polietilè.	122
1.10.- Fluid caloportador.	123
<b><u>ANNEX XII “Justificació de preus”</u></b>	124



## **1.- Introducció**

### **1.1.- Antecedents:**

El protocol de Kioto obliga a reduir les emissions de CO<sub>2</sub>, utilitzant, entre altres, equips d'alta eficiència energètica o energies renovables.

Amb aquestes premisses, es pretent fer el projecte d'una instal·lació solar tèrmica en una piscina coberta municipal situada al municipi de Gironella de la comarca del Berguedà.

### **1.2.- Objecte:**

Realitzar el projecte de complementar la instal·lació de calefacció actual amb la instal·lació d'energia solar tèrmica, per estalviar energia i reduir així l'impacte ambiental.

### **1.3.- Abast:**

El projecte consistirà en donar servei d'aigua calenta sanitària per les dutxes i lavabos dels vestidors, així com per l'escalfament de l'aigua de la piscina.

## **2.- Descripció arquitectònica de l'edifici:**

Es tracta d'una piscina coberta municipal de nova construcció, amb la classificació PCO-2, classificació establida per la secretaria general de l'esport de la Generalitat de Catalunya en les seves fitxes tècniques.

Aquest edifici consta de dues plantes, la planta pis on hi ha el vas principal, vas complementari i els vestidors i planta baixa on hi ha sala de màquines i altres estances per els serveis de l'edifici.

L'edifici és troba orientat el sud amb una lleugera desviació, respecte a la façana sud de 5 ° cap a l'est. Veure figura 2.1.

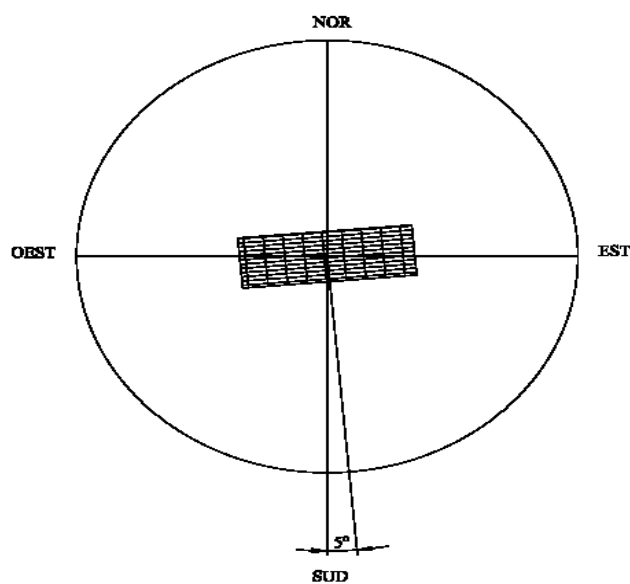


Fig. 2.1 “Orientació de l’edifici”

A continuació es descriuen els espais més importants.  
Segons la classificació PCO-2 a de tenir les següents característiques:

**Vas principal:**

- Làmina d’aigua: 312,5 m<sup>2</sup>
- Volum: 621.8 m<sup>3</sup>
- Fondària variable: 1,8 m mínim – 2,20 m màxim
  
- Forma regular: 12,5 x 25 m
- Revestiment:

Aplacat amb peces de gres esmaltat blanc anti-lliscant sense gravar en els frontals, rejuntat amb morter hidròfob.

**Vas complementaria:**

- Làmina d'aigua: 75 m<sup>2</sup>
- Volum: 86 m<sup>3</sup>
- Fondària variable: 1,1 m mínim – 1,20 m màxim
- Forma regular: 12,5 x 6 m
- Revestiment:

Aplacat amb peces de gres esmaltat blanc anti-lliscant sense gravar en els frontals, rejuntat amb morter hidròfob.

**Vestuaris :**

- Vestidors tècnics-arbitres ( 2 unitats ): 17.6 m<sup>2</sup> ( 8.8 + 8.8 )
- Vestidors col·lectius ( 2 unitats ): 152 m<sup>2</sup> ( 76 + 76 )
- Vestidors per a grups ( 3 unitats ): 48.6 m<sup>2</sup> (17.2 + 14.2 + 17.2 )
- Serveis generals ( 2 unitats ): 22 m<sup>2</sup> (11 + 11)
- Dutxes generals ( 2 unitats ): 13.4 m<sup>2</sup> (6.7 + 6.7)
- Túnel de dutxes ( 1 unitat ): 6.6 m<sup>2</sup>

Tenint en compte totes aquestes instal·lacions, tenim 30 punts de servei de aigua calenta sanitària A.C.S.

**Sala de màquines:**

- Sala de màquines ( 1 unitat ): 13 m<sup>2</sup>

La superfície total construïda és de 2.956 m<sup>2</sup>

### 3.- Horaris de funcionament i ocupació estimada

#### Ocupació estimada de la piscina i vestuaris:

- Ocupació màxima : 105 persones
- Classificació de la piscina: PCO-2

Veure fig. 3.1

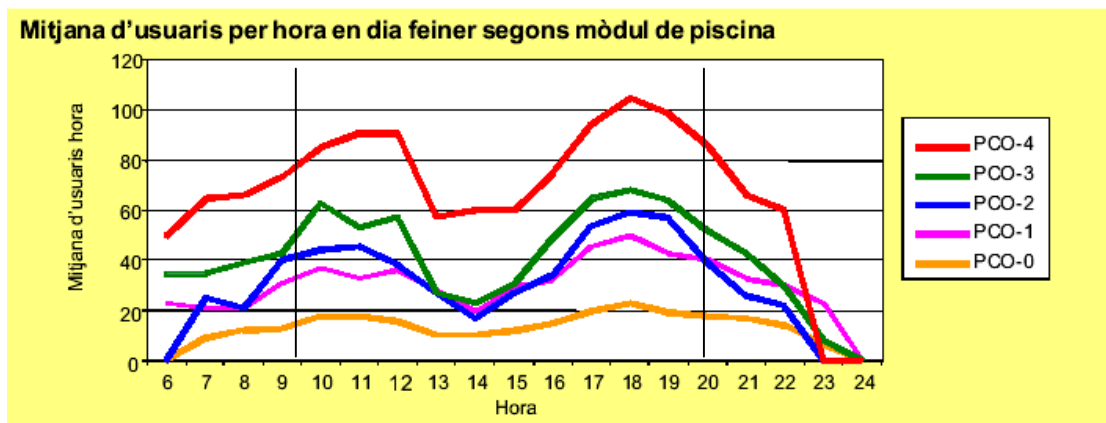


Fig.3.1“Mitjana d’usuaris segons mòdul”

Font : Fitxes tècniques de la Secretaria General de l’Esport de la Generalitat de Catalunya”

- Hores de funcionament de la piscina: 11 hores ( de 9 del matí a 8 del vespre)
- Factors d’ocupació diària: Veure taula 3.2

% ocupació	Durada estimada	Factor
50	3 hores	0.50
20	5 hores	0.20
60	3 hores	0.60
0	13 hores	0

Taula 3.2 “Factors d’ocupació”

“ Factors d’ocupació en funció de la màxima ocupació i la mitjana d’usuaris per hora”

#### 4.- Descripció de la solució proposada

La instal·lació convencional per escalfar l'aigua de la piscina i l'aigua calenta sanitària és de gas natural. La nostre proposta és rebaixar el consum de gas natural i per tant, la despesa econòmica que això comporta, amb la instal·lació de plaques solars tèrmiques a la coberta de l'edifici. Aquesta instal·lació es complementarà amb la convencional.

Es pretén una cobertura mitja anual de 66 % amb energia solar i la resta amb gas natural. Per raons tècniques i de manteniment, s'ha decidit fer una instal·lació solar dedicada a escalfar l'aigua de les dues piscines i una altre per donar servei de aigua calenta sanitària.

#### 4.1.- Instal·lació solar de servei a les piscines:

##### 4.1.1.- Condicions de càlcul:

Condicions interiors del local:

- $T_s = 28 \text{ }^\circ\text{C}$
- $H_r = 65 \%$
- Aigua dels vasos:  $26 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Condicions exteriors: veure taula 4.1

	<b>T exterior °c</b>
<b>gener</b>	3
<b>febrer</b>	6
<b>març</b>	10
<b>abril</b>	13
<b>maig</b>	16
<b>juny</b>	24
<b>juliol</b>	26
<b>agost</b>	24
<b>setembre</b>	20
<b>octubre</b>	15
<b>novembre</b>	8
<b>desembre</b>	4

Taula 4.1 “Condicions exteriors”

“ Font: Ajuntament de Gironella “

#### 4.1.2.- Necessitats energètiques:

Les necessitats energètiques mensuals de les dues piscines ( vas principal + vas complementaria ), són les següents: Veure taula 4.2

Mesos	Kwh
gener	62449
febrer	55234
març	58559
abril	54162
maig	54670
juny	51647
juliol	52072
agost	53368
setembre	52903
octubre	55966
novembre	56672
desembre	62448
<b>Total anual</b>	<b>670149</b>

Taula 4.2 “Necessitats energètiques”

El consum energètic anual per escalfar l’ aigua de les piscines és de 670.149 Kwh. Per veure en més detall el càlcul de les necessitats energètiques, veure Annex I “ Càlcul de les necessitats energètiques “.

#### 4.1.3.- Aportació d’energia solar:

L’energia solar que ens arriba a la placa solar no la podem aprofitar el 100%. De la radiació solar només en podem aprofitar una part, d’aquesta, el captador tampoc la pot aprofitar el 100% ja que aquest té un rendiment i per últim, aquesta energia captada, una part és perd per pèrdues en el conjunt de la instal·lació.

L’energia disponible de la radiació solar per escalfar l’aigua de les piscines és la següent:

Veure taula 4.3

Mesos	Kwh / m2
GENER	48,74
FEBRER	57,88
MARÇ	81,22
ABRIL	80,55
MAIG	89,59
JUNY	94,31
JULIOL	99,91
AGOST	97,34
SETEMBRE	84,54
OCTUBRE	76,42
NOVEMBRE	54,42
DESEMBRE	45,61

Taula 4.3 “Energia disponible”

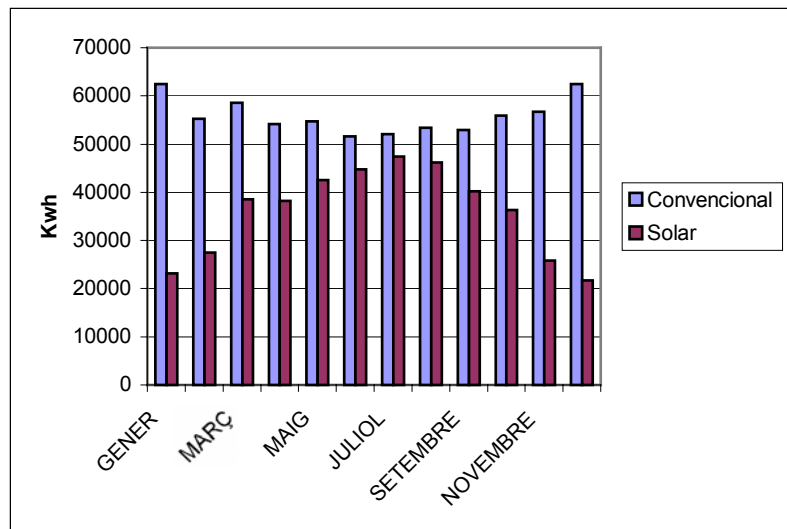
Per tan, en funció dels m<sup>2</sup> de plaques que posem, tindrem més o menys Kwh mensuals. Com que volem una cobertura del 66 %, hem de buscar la superfície que ens permet això. La superfície que ens permet aquesta cobertura és de 475 m<sup>2</sup> de plaques. La producció mensual d'energia solar tèrmica amb 475 m<sup>2</sup> útils de superfície és la següent: Veure taula 4.4

	<b>Kwh</b>
<b>GENER</b>	23153
<b>FEBRER</b>	27495
<b>MARÇ</b>	38582
<b>ABRIL</b>	38262
<b>MAIG</b>	42557
<b>JUNY</b>	44796
<b>JULIOL</b>	47459
<b>AGOST</b>	46234
<b>SETEMBRE</b>	40155
<b>OCTUBRE</b>	36298
<b>NOVEMBRE</b>	25850
<b>DESEMBRE</b>	21663
<b>Total</b>	432504

Taula 4.4 “Producció mensual amb 475 m<sup>2</sup>”

La cobertura mensual, amb 475 m<sup>2</sup> de superfície de plaques, és la següent: Veure taula 4.5

	<b>Cobertura %</b>
<b>GENER</b>	37
<b>FEBRER</b>	50
<b>MARÇ</b>	66
<b>ABRIL</b>	71
<b>MAIG</b>	78
<b>JUNY</b>	87
<b>JULIOL</b>	91
<b>AGOST</b>	87
<b>SETEMBRE</b>	76
<b>OCTUBRE</b>	65
<b>NOVEMBRE</b>	46
<b>DESEMBRE</b>	35



Taula 4.5 “Cobertura solar”

En la gràfica es pot veure la part que pot cobrir l'energia solar respecte la convencional. El promig de cobertura és del 66 %. Augmentar aquesta cobertura suposaria sobredimensionar la instal·lació i tenir sobrecalfaments a l'estiu.

Per veure en detall els càlculs d'aportació d'energia solar, veure annexos II, III i IV.

#### 4.1.4.- Plaques solars:

S'ha optat per les plaques solars de la marca Viessmann, model Vitosol 100 s2.5, amb una superfície útil de captació de 2.5 m<sup>2</sup>. Aquestes plaques són les anomenades plaques solars planes de baixa temperatura.

Per tal de cobrir els 475 m<sup>2</sup> de superfície de captació, necessitem 190 plaques d'aquest model ( veure annex IV ). Aquestes aniran col·locades i distribuïdes a la coberta del edifici com s'hi indica en el document n° 2 , en els plànols 3, 4 i 5

#### 4.1.5.- Funcionament de la instal·lació:

La instal·lació la dividim en 3 parts:

- Circuit primari.
- Circuit secundari.
- Circuit auxiliar.

El circuit primari forma part de tota la instal·lació de les plaques solars, tubs de connexió, accessoris i el intercanviador.

El fluid calo-portador circula a través d'aquest circuit gràcies a una bomba circuladora. El fluid s'escalfa a les plaques solars, a unes temperatures que poden arribar entre els 70 i 80 °c, llavors, aquest, és enviat als intercanviadors de plaques per intercanviar el calor obtingut, el circuit secundari. Hi ha un intercanviador per el vas principal i un altre per el vas secundari.

Aquest procés es troba regulat per una centraleta electrònica de la casa Viessmann model Solartrol-M, que a partir de diverses sondes de temperatura col·locades estratègicament, governa tot el procés.

Un cop el calor es transferit al circuit secundari, aquest calor ja es pot aprofitar per l'escalfament de les piscines.

Si la centraleta electrònica detecta que la temperatura de l'aigua d'una de les piscines no és la correcte, aquesta dona ordres d'actuar el sistema auxiliar.

En cas que hi hagués la impossibilitat de transferir el calor de les plaques per raons de manteniment o avaria, es posaria en marxa un ventilador-dissipador per tal de protegir tot el circuit primari.

El sistema auxiliar, és el sistema que permet complementar o suplir el 100 % l'energia solar tèrmica per energia convencional, en aquest cas amb una caldera de gas natural de 160.000 Kcal/h.

Per veure més detalladament el funcionament, veure document n° 2 plànol n° 2 “ Esquema de principi”



## 4.2.- Instal·lació solar de servei a A.C.S

### 4.2.1.- Condicions de càlcul:

- Consum per persona i dia: 30 litres/usuari
- Temperatura de servei A.C.S. 45°C
- Temperatura aigua xarxa: Veure taula 4.6

	<b>T xarxa °c</b>
<b>gener</b>	6
<b>febrer</b>	7
<b>març</b>	9
<b>abril</b>	11
<b>maig</b>	12
<b>juny</b>	13
<b>juliol</b>	14
<b>agost</b>	13
<b>setembre</b>	12
<b>octubre</b>	11
<b>novembre</b>	9
<b>desembre</b>	6

Taula 4.6 “Temperatura aigua xarxa”

### 4.2.2.- Necessitats energètiques:

A partir del càlcul del volum d'acumulació necessari ( veure annex IV ), posarem dos dipòsits de 2000 litres cada un, això suposa un consum diari aproximat de 4000 litres. Per tan la necessitat energètica és la següent: Veure taula 4.7

	<b>Kwh</b>
<b>gener</b>	<b>5778</b>
<b>febrer</b>	<b>5085</b>
<b>març</b>	<b>5333</b>
<b>abril</b>	<b>4875</b>
<b>maig</b>	<b>4574</b>
<b>juny</b>	<b>4588</b>
<b>juliol</b>	<b>4593</b>
<b>agost</b>	<b>4741</b>
<b>setembre</b>	<b>4731</b>
<b>octubre</b>	<b>5037</b>
<b>novembre</b>	<b>5161</b>
<b>desembre</b>	<b>5778</b>
<b>Total anual</b>	<b>60274</b>

Taula 4.6 “Temperatura aigua xarxa”

El consum energètic anual per escalfar l' aigua calenta sanitària és de 60.274 Kwh. Per veure en més detall el càlcul de les necessitats energètiques, veure Annex I “ Càlcul de les necessitats energètiques “.

#### 4.2.3.- Aportació d'energia solar:

L'energia solar disponible, evidentment, és la mateixa que la que tenim per les piscines. L'energia disponible de la radiació solar per escalfar l'aigua calenta sanitària és la següent: Veure taula 4.7

Mesos	Kwh / m2
GENER	48,74
FEBRER	57,88
MARÇ	81,22
ABRIL	80,55
MAIG	89,59
JUNY	94,31
JULIOL	99,91
AGOST	97,34
SETEMBRE	84,54
OCTUBRE	76,42
NOVEMBRE	54,42
DESEMBRE	45,61

Taula 4.7 “Energia solar disponible”

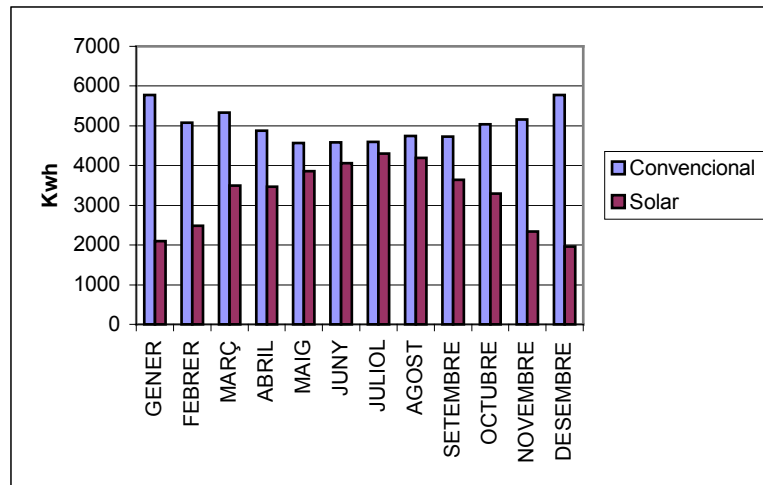
Per tan, en funció dels m<sup>2</sup> de plaques que posem, tindrem més o menys Kwh mensuals. Com que volem una cobertura del 66 %, hem de buscar la superfície que ens permet això. La superfície que ens permet aquesta cobertura és de 43 m<sup>2</sup> de plaques. La producció mensual d'energia solar tèrmica amb 43 m<sup>2</sup> útils de superfície és la següent: Veure taula 4.8

	Kwh
GENER	2096
FEBRER	2489
MARÇ	3493
ABRIL	3464
MAIG	3853
JUNY	4055
JULIOL	4296
AGOST	4185
SETEMBRE	3635
OCTUBRE	3286
NOVEMBRE	2340
DESEMBRE	1961
<b>Total</b>	<b>39153</b>

Taula 4.8 “Producció mensual amb 43 m<sup>2</sup>”

La cobertura mensual, amb 43 m<sup>2</sup> de superfície de plaques, és la següent: Veure taula 4.9

	Cobertura %
<b>GENER</b>	36
<b>FEBRER</b>	49
<b>MARÇ</b>	65
<b>ABRIL</b>	71
<b>MAIG</b>	84
<b>JUNY</b>	88
<b>JULIOL</b>	94
<b>AGOST</b>	88
<b>SETEMBRE</b>	77
<b>OCTUBRE</b>	65
<b>NOVEMBRE</b>	45
<b>DESEMBRE</b>	34



Taula 4.9 "Cobertura solar"

El promig de cobertura és del 66 %. Augmentar aquesta cobertura suposaria sobredimensionar la instal·lació i tenir sobrecalfaments a l'estiu.

Per veure en detall els càlculs d'aportació d'energia solar, veure annexos II, III i IV.

#### 4.2.4.- Plaques solars:

S'ha optat per les plaques solars de la marca Viessmann, model Vitosol 100 s2.5, amb una superfície útil de captació de 2.5 m<sup>2</sup>. Aquestes plaques són les anomenades plaques solars planes de baixa temperatura.

Per tal de cobrir els 43 m<sup>2</sup> de superfície de captació, necessitem 18 plaques d'aquest model ( veure annex IV ). Aquestes aniran col·locades i distribuïdes a la coberta del edifici com s'hi indica en el document nº 2 , en els plànols 3, 4 i 5

#### 4.1.5.- Funcionament de la instal·lació:

La instal·lació, igual que la instal·lació de servei a les piscines la dividim en 3 parts. Aquesta instal·lació és totalment independent de la de les piscines

- Circuit primari.
- Circuit secundari.
- Circuit auxiliar.

Aquesta instal·lació té el mateix funcionament que la instal·lació de servei a les piscines. Igualment està governada per una centraleta electrònica de la casa Viessmann model Solartrol-M.

El sistema auxiliar, igual que el de les piscines, és capaç de suplir el 100 % de l'energia necessària per satisfer les necessitats d' A.C.S. , per això es disposa d'una caldera de 20.000 Kcal/h.

Per veure més detalladament el funcionament, veure document nº 2 plànol nº 2 “ Esquema de principi”.

#### 4.1.6.- Control de legionel·la:

Es complirà la norma UNE 100.030 referent a la legionel·la en instal·lacions tèrmiques.

Un cop el mes, s'augmentarà la temperatura d'acumulació d' ACS per sobre dels 70 °C durant 1 hora. Això es farà amb el suport de l'energia auxiliar.

#### 5.- Impacte ambiental:

Aquesta és una instal·lació que pretén reduir el màxim les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera. La instal·lació solar, en si mateixa, no representa cap risc per el medi ambient, ja que no emet gasos contaminants i tampoc hi ha perill per fugues de líquids, ja que aquests són de classificació alimentària.

A continuació podem veure l'estalvi d'emissions de CO<sub>2</sub> a causa de la utilització de l'energia solar tèrmica en la nostre instal·lació:

- Emissions de CO <sub>2</sub> per Kwh de gas natural* :	280 g de CO <sub>2</sub>
- Consum de gas natural sense instal·lació solar:	730.423 Kwh anuals
- Emissions de CO <sub>2</sub> sense instal·lació solar:	204.52 Tn anuals
- Consum de gas natural amb instal·lació solar:	258.366 Kwh anuals
- Emissions de CO <sub>2</sub> amb instal·lació solar:	72,34 Tn anuals
- Reducció d'emissions:	65 %

\* Font: Grup Gas Natural

## 6.- Resum final de dades:

A continuació hi ha una taula resum per veure més clarament els avantatges d'aquesta instal·lació solar: Veure taula 6.1 i 6.2

- Instal·lació de servei a les piscines ( vas principal + vas complementari )

Núm. De captadors solars:	190
Superfície de captació instal·lada:	475 m <sup>2</sup>
Sistema convencional auxiliar:	Caldera de gas natural de 160.000 Kcal/h
Demanda energètica total prevista (anual):	670.149 Kwh
Demanda auxiliar requerida (anual):	237.645 Kwh
Producció d'energia solar prevista (anual):	432.504 Kwh
Fracció solar:	66 %
Estalvi energètic previst (anual):	432.504 Kwh

Taula 6.1 “ Resum de dades de les piscines”

- Instal·lació de servei a A.C.S.

Núm. De captadors solars:	18
Superfície de captació instal·lada:	43 m <sup>2</sup>
Sistema convencional auxiliar:	Caldera de gas natural de 20.000 Kcal/h
Demanda energètica total prevista (anual):	60.274 Kwh
Demanda auxiliar requerida (anual):	21.121 Kwh
Producció d'energia solar prevista (anual):	39.153 Kwh
Fracció solar:	66 %
Estalvi energètic previst (anual):	39.153 Kwh

Taula 6.2 “ Resum de dades de ACS”

Aquestes serien les grans dades d'aquest projecte en els dos sistemes per separat.

Anem a veure a continuació el global de la instal·lació: Veure taula 6.3

- Instal·lació de global ( A.C.S. + Piscines )

Núm. De captadors solars:	208
Superfície de captació instal·lada:	518 m <sup>2</sup>
Sistema convencional auxiliar:	Calderes de gas natural de 20.000 Kcal/h i de 160.000 Kcal/h
Demanda energètica total prevista (anual):	730.422 Kwh
Demanda auxiliar requerida (anual):	258.366 Kwh
Producció d'energia solar prevista (anual):	471.657 Kwh
Fracció solar:	66 %
Estalvi energètic previst (anual):	471.657 Kwh
Estalvi econòmic (anual):	13.629,03 €
Estalvi d'emissions de CO <sub>2</sub>	132,18 Tones anuals

Taula 6.3 “ Resum de dades del conjunt”

## 7.- Normativa aplicada el projecte:

### • RITE (Reglamento de Instal·lacions Tèrmiques en Edificios)

- ITE 02.4: Disseny de sistemes de climatització.
- ITE 02.8: Disseny de canonades i accessoris.
- ITE 02.13: Disseny de comptabilització de consums.
- ITE 02.15: Requisits de seguretat.
- ITE 03.12: Càlcul d'aïllaments tèrmics de les instal·lacions.
- ITE 10.1: Producció d'ACS amb sistemes solars actius.
- ITE 10.2.1: Disseny d'acondicionadors de piscines.

### • INTA (Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales)

- INTA 610001. Assaig de col·lectors solars tèrmics
- INTA 610002. Assaig de resistència i durabilitat de col·lectors solars plans.

### • UNE (Una Norma Espanyola)

- UNE 94.101: Col·lectors solars tèrmics. Definicions i característiques generals.
- UNE 100.155: Climatització. Càlcul de vasos d'expansió.
- UNE 100.157: Climatització. Disseny de sistemes d'expansió
- UNE 9100-86: Calderes de vapor. Vàlvules de seguretat
- UNE 100.030: Prevenció de la legionel·la en instal·lacions d'edificis.

- **UNE-ENV (Norma Europea Experimental) referents als bescanviadors de calor.**

UNE-ENV 247-93: Terminologia.

UNE-ENV 305-93: Definicions dels rendiments dels bescanviadors de calor i procediment general d'assaig per a establir el rendiment de tots els bescanviadors de calor.

UNE-ENV 306-93: Mètode de mesura dels paràmetres necessaris per a establir el rendiment.

UNE-ENV 307-93: Directrius per a elaborar les instruccions d'instal·lació, operació i manteniment, necessàries per a mantenir el rendiment de cada un dels tipus de bescanviadors de calor.

UNE-ENV 308-93: Procediments d'assaig per a determinar les prestacions dels recuperadors de calor aire-aire i aire-gasos de combustió.

- **RAP (Reglamento de Aparatos de Presión)**

- **REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) i les corresponents instruccions Tècniques Complementàries, MI.BT.**

- **RD 909/2001, de 27 de juliol, pel que s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losis**

- **NBE-CPI. Norma Bàsica de l'Edificació – Condicions de Protecció contra Incendis.**

- **NIA. Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua.**

- **OSHT. Ordenances de Seguretat i Higiene en el Treball**

**8.- Resum del pressupost:****RESUM DE PRESSUPOST**

Capítol	Resum	Import
c1	SUB. I INSTAL·LACIÓ PLAQUES SOLARS.....	144.722,24 79,37
c2	SUB. I INSTAL·LACIÓ TUBS POLIETILÈ.....	8.276,72 4,54
c3	SUB. I INSTAL·LACIÓ TUBS DE COURE.....	225,44 0,12
c4	SUB. I INSTAL·LACIÓ BOMBES HIDRÀULIQUES.....	3.163,98 1,74
c5	SUB. I INSTAL·LACIÓ AILLAMENTS TÈRMICS.....	4.628,70 2,54
c6	SUB. I INSTAL·LACIÓ DIPÒSITS D'EXPANSIÓ.....	5.342,80 2,93
c7	SUB. I INSTAL·LACIÓ DIPÒSITS ACUMULADORS .....	3.903,98 2,14
c8	SUB. I INSTAL·LACIÓ BESCANVIADORS DE PLAQUES.....	2.692,23 1,48
c9	SUB. I INSTAL·LACIÓ DE VALVULARIA.....	7.343,67 4,03
c10	SUB. I INTSAL·LACIÓ ELEMENTS DE CONTROL.....	<u>2.028,95 1,11</u>
<b>TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL</b>		<b>182.328,71</b>
	13,00 % Despeses Generals.....	23.702,73
	6,00 % Benefici industrial .....	<u>10.939,72</u>
	SUMA DE G.G. y B.I.	34.642,45
	SEGURETAT I SALUT.....	<u>1.026,80</u>
	SUMA	1.026,80
	16,00 % I.V.A. ....	34.879,67
	<b>TOTAL PRESSUPOST CONTRACTE</b>	<b><u>252.877,63</u></b>
	<b>TOTAL PRESSUPOST GENERAL</b>	<b>252.877,63</b>

Puja el pressupost general a l'esmerada quantitat de DOS-CENT CINQUANTA-DOS MIL VUIT-CENTES SETANTA-SET EUROS amb SEIXANTA-TRES CÈNTIMS



## 9.- Conclusions:

El objectiu fixat per aquest projecte, era provocar un estalvi econòmic i mediambiental en el consum d'energia convencional , en aquest cas el gas natural.

A la vista dels resultats obtinguts, es pot dir que aquests objectius s'ha complert.

En la vessant econòmica, la instal·lació, es pot arribar a amortitzar amb 5,2 anys i en el pitjor dels casos amb 18,7 anys. Si la vida útil estimada es de uns 25-30 anys, econòmicament és viable, a mes la factura anual en gas natural es redueix considerablement, concretament un 62.5%.

La instal·lació, econòmicament i mediambientalment és correcte i interessant.

L' Enginyer Tècnic Industrial

**10.- Relació de documents:**

Els documents que formen aquest projecte són els següents:

**- Document nº 1:**

- Memòria:
  - Memòria.
  - Annexes.

**- Document nº 2:**

- Plànols:
  - 1-Situació i Emplaçament.
  - 2-Esquema de Principi.
  - 3-Distribució de les plaques ( planta ).
  - 4- Distribució de les plaques ( façana sud ).
  - 5- Distribució de les plaques ( secció est ).

**- Document nº 3:**

- Plec de condicions.

**- Document nº 4:**

- Estat d'amidaments

**- Document nº 5:**

- Pressupost

## 11.- Bibliografia:

### Publicacions:

- MITJÀ, ALBERT. Quadern pràctic per instal·ladors, Energia Solar Tèrmica. Publicacions del Institut Català de l'Energia. 2003.
- MITJÀ, ALBERT. Atlas de Radiació Solar de Catalunya. Publicacions del Institut Català de l'Energia. 2003.
- Consell Català de l'Esport. Fitxes Tècniques d'equipaments esportius.
- IDAE, INTA. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. 2002.

### Reglaments:

R.I.T.E. (Reglament de Instal·lacions Tèrmiques en l'Edificació)  
 REAL DECRET 1751/1998, de 31 de juliol.

### Llibres:

LÓPEZ, GERMAN., BERND-RAINER KASPER. Instalaciones Solares Térmicas. SODEAN S.A. ( Sociedad para el desarrollo energético de Andalucía). 2004.

### Pàgines web consultades:

- "Solarpraxis"      [www.solarpraxis.de](http://www.solarpraxis.de) ( manuals d'instal·lacions solars )
- "Sodean"            [www.sodean.es](http://www.sodean.es) ( manuals d'instal·lacions solars )
- "Aiguasol"         [www.aiguasol.com](http://www.aiguasol.com) ( esquemes de principi )
- "Viessmann"       [www.viessmann.com](http://www.viessmann.com) ( components de instal·lacions solar )
- "Roca"              [www.roca.es](http://www.roca.es) ( components de instal·lacions solar )
- "Idae"               [www.idae.es](http://www.idae.es) ( normativa )

Les consultes a les pàgines web s'han realitzat en el 2005