

CLUB PAIHUEN

ASESORÍA EN COMPORTAMIENTO TÉRMICO



INFORME PARTE II
Diciembre 2009 v2

EnergíaZero
Av. Vitacura 2670, piso 15
+56 (2) 820.4343
www.energiazero.cl

INDICE

1. Introducción
 - 1.1- Generalidades
2. Optimización Zona Fitness
 - 2.1- Situación actual / Modelo base
3. Estrategias Pasivas
 - 3.1- Sensibilización de las Estrategias
 - 3.1-1. Modelo base v/s Ventilación nocturna
 - 3.1-2. Modelo base v/s Ventilación nocturna y natural
 - 3.1-3. Modelo base v/s Ventilación nocturna, natural y control de iluminación
 - 3.1-4. Modelo base v/s Ventilación nocturna, natural, control de Iluminación y protección solar
4. Sumario Resultados Zona Fitness
 - 4.1- Conclusiones de las Estrategias
 - 4.1-1. Cuantificación (\$) de las Estrategias
 - 4.1-2. Resumen Inversiones
 - 4.2- Comparación Cálculo Dinámico v/s Estático
5. Optimización Zona Piscina
 - 5.1- Generalidades
 - 5.2- Situación actual / Modelo base
 - 5.3- Cuantificación de las Perdidas Interiores
 - 5.4- Cuantificación de las Pérdidas Exteriores
 - 5.5- Alternativas de Ahorro
 - 5.6- Razones Financieras a Considerar
 - 5.6-1 Resumen Inversiones

1. INTRODUCCION

El recinto denominado Club Palhuén (www.paihuen.cl) se ubica en la Región Metropolitana, comuna de Colina, sub-sector de Chicurero. Las actividades que se desarrollan en el interior de este club son esencialmente deportivas, dividiéndose en tres grupos o zonas; Zona Fitness, Zona Aqua o Piscina y Zona de Equilibrio.



1.1 Generalidades

El presente Informe tiene como contenido, los resultados en condición dinámica¹ en cuanto a las ganancias térmicas de Verano, en específico las *Zonas de Fitness*² y *Piscina*. Ambas áreas, pese a estar bajo un mismo techo, presentan problemáticas opuestas; la Zona Fitness tiene problemas de sobrecalentamiento entre los meses de Septiembre a Marzo (meses cálidos).

En la Zona Piscina se busca minimizar las “pérdidas / fugas de energía” dado que es un recinto climatizado durante todo el año (+28,5° C). El mayor problema se presenta entre los meses de Abril a Agosto (meses fríos). El documento permitirá conocer a cabalidad la situación existente y validar diferentes *Estrategias Pasivas*, cuantificando los ahorros de cada una de ellas. A continuación se identifican las zonas analizadas:



¹ Plataforma Computacional de Simulación Dinámica EDSL TAS 9.1.3 y Ecotect 5.6

2. OPTIMIZACION ZONA FITNESS

2.1 - Situación Actual / Modelo Base

Debido a un rápido crecimiento en la incorporación de nuevos socios, el Club genero una ampliación de la *Zona Fitness*, específicamente en la zona Noroeste del edificio existente. Con esto, el edificio cambió su geometría, aumentó su capacidad de ocupación y por ende sus cargas térmicas, generándose problemas de sobrecalentamiento en horas *Peak* del Verano (16 a 20 hrs.), dado que los actuales equipos de climatización (4) no son capaces de absorber el aumento de la demanda.



Estos factores que influyen en el aumento de la demanda de climatización se pueden dividir en tres grupos, los cuales se detallan a continuación:

- CARGAS EXTERNAS
 - a) Radiación directa en vidrios
 - b) Flujo de calor por puertas y ventanas
 - c) Flujo de calor por paredes y techumbre exterior
 - d) Flujo de calor por paredes interiores
- CARGAS INTERNAS
 - e) Personas en actividad física
 - f) Iluminación
 - g) Equipos eléctricos
- CARGAS DEL AIRE EXTERIOR
 - h) Calor sensible y latente del aire exterior

2 Excluidas las Salas 1 y 2 para efectos de Modelo Base.

3. ESTRATEGIAS PASIVAS (seleccionadas)

Las estrategias sugeridas para Club Palhuén, mantienen como premisas poder abordar el problema de sobrecalentamiento de la Zona Fitness, con la incorporación de un *sistema de ventilación semi-pasivo*. Esta estrategia presentada corresponde a la solución de menor costo de inversión, la cual deberá lograr mitigar un porcentaje importante de horas de sobrecalentamiento en la Zona Fitness del gimnasio. A continuación se muestran gráficamente las cuatro (4) estrategias:



- Ventilación Nocturna (1): corresponde a la estrategia de ventilación desde el horario de cierre hasta apertura del día en horarios de Verano. Con esta estrategia, disminuyen las temperaturas de inicio y se descarga de la masa térmica existente.
- Ventilación Forzada^(*) (Diurna) con control de entrada (2): corresponde a la estrategia de ventilación en horarios en que la temperatura exterior es menor que la temperatura interior de confort para horarios de funcionamiento del Verano. Al mantener un control de temperatura, se previene el sobrecalentamiento por ganancias externas a través de la ventilación.
- Control de Iluminación (3): corresponde a un adecuado uso de la iluminación en el espacio de ampliación, con un seteo de tres (3) encendidos, reemplazando así al sistema existente.
- Protección Solar para fachadas (4): corresponde al control de ganancias solares (infra rojo) por fachada vidriada del nuevo edificio (ampliación) a través de la instalación de un sistema de protecciones (visera) exterior. La simulación se efectúa en plataforma dinámica Ecotect 5.6

() La estrategia corresponde a la incorporación de aire desde una zona sur-oeste del edificio, la cual posee una zona de áreas verdes, la que mantiene un factor de sombra considerable a partir de las 15 hrs., logrando mantener una temperatura más moderada y protegida de ganancias solares. Además el área posee un sistema de regadío por aspersores el cual puede ser el complemento ideal para una estrategias evaporativa³.*

³ Analizada pero descartada por su bajo impacto.

Sensibilización de las Estrategias

3.1.1 Modelo Base v/s Ventilación Nocturna

Como primera estrategia, se genera *ventilación nocturna* en el gimnasio para el periodo de verano. Esta comprende la inserción de dos ventanas superiores batientes (2 ventanas por fachada con medidas referenciales de 1,2 m largo x 0,35 m Alto) en los paños vidriados de las fachadas norte y sur del primer piso. Estas se mantendrán abiertas desde el término del horario de cierre (22 hrs.) y hasta las 7 de la mañana del día siguiente. Con esto se logra aprovechar las bajas temperaturas nocturnas, y se logra disminuir las temperaturas residuales del dentro del recinto Fitness, enfriando la masa de su interior.

- Cuadro de Cargas: Modelo Base v/s Modelo Mejorado⁴

(A)

Details of Building, annual loads 1modelo final base

TSD File: 1_Modelo Final Base

Values in kW·h

Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,0	18212,7	0,0	248,7	29702,1	3160,5	19875,4	896,6	23933,3
Salon 01	1	0,0	11881,9	0,0	305,8	12435,2	1700,2	17220,5	0,0	18920,7
Salon 02	1	0,0	9480,9	0,0	7791,4	6209,3	561,1	13511,9	0,0	14073,1
Gimnasio 2	1	0,0	20336,8	0,0	0,8	11709,6	4438,4	27910,7	1259,2	33610,3

Total	0,0	59912,3	0,0	8346,8	60056,2	9860,6	78518,7	2155,7	90535,4
Peak	0,0	44,5	0,0	7,6	31,2	2,0	16,5	0,4	18,9
Day	0	76	0	90	115	1	1	1	1
Hour	0	17	0	12	17	9	9	8	9
	Heating Peaks on Day 0, Hour 0	Cooling Peaks on Day 76, Hour 17	Humidify Peaks on Day 0, Hour 0	Dehumidify Peaks on Day 90, Hour 12	Solar Peaks on Day 115, Hour 17	Lighting Peaks on Day 1, Hour 9	Occupancy Peaks on Day 1, Hour 9	Equipment Peaks on Day 1, Hour 8	Internal (L,O,E) Peaks on Day 1, Hour 9

(B)

Details of Building, annual loads2 modelo final base vn

TSD File: 2_modelo final base con vn

Values in kW·h

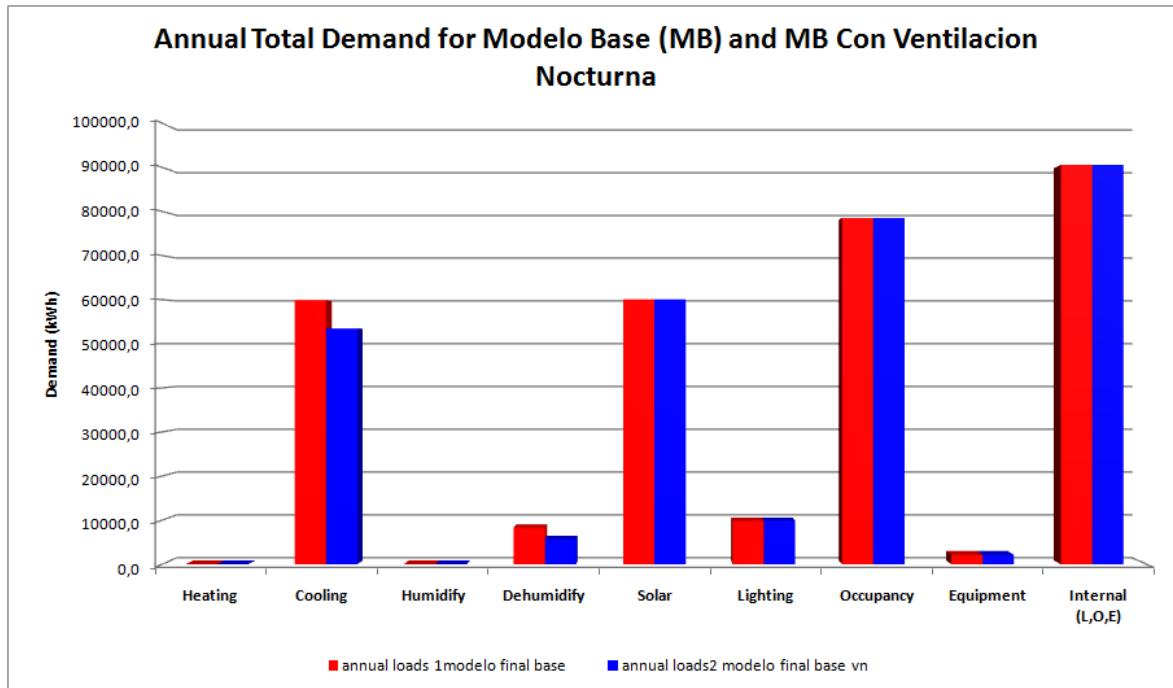
Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,00	16722,64	0,00	193,99	29702,10	3160,47	19875,36	896,65	23933,26
Salon 01	1	0,00	9658,68	0,00	173,59	12435,19	1700,19	17220,55	0,00	18920,71
Salon 02	1	0,00	7717,80	0,00	5299,37	6209,27	561,11	13511,93	0,00	14073,05
Gimnasio 2	1	0,00	19348,43	0,00	0,15	11709,63	4438,41	27910,68	1259,18	33610,32

Total	0,00	53447,62	0,00	5667,10	60056,21	9860,59	78518,69	2155,66	90535,41
Peak	0,00	44,74	0,00	7,01	31,22	1,98	16,52	0,41	18,92
Day	0	76	0	53	115	1	1	1	1
Hour	0	17	0	19	17	9	9	8	9
	Heating Peaks on Day 0, Hour 0	Cooling Peaks on Day 76, Hour 17	Humidify Peaks on Day 0, Hour 0	Dehumidify Peaks on Day 53, Hour 19	Solar Peaks on Day 115, Hour 17	Lighting Peaks on Day 1, Hour 9	Occupancy Peaks on Day 1, Hour 9	Equipment Peaks on Day 1, Hour 8	Internal (L,O,E) Peaks on Day 1, Hour 9

⁴ Unidades de energía, tanto de enfriamiento (cooling) y calefacción (Heatieng) generadas por la simulación en Kilowatt-Hora (kWh).
 Plataforma Computacional de Simulación Dinámica EDSL TAS 9.1.3

(Continuación – Ventilación Nocturna)

- Gráfico: Principales cambios por Tipo de Carga



Nota:

- En "rojo"; modelo base.
- En "azul"; modelo mejorado.

Frecuencias / Modelo Base:

Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	339	498	697	663	468	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	337	877	1262	242	23	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	320	1057	1273	80	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	462	1170	1052	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Frecuencias / MB + Ventilación Nocturna:

Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	541	379	655	652	445	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	900	684	1037	121	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	867	954	909	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	672	1048	976	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Importante: Ver resumen de las conclusiones de la estrategia de frecuencias y demanda en página 22.

3.1.2 Modelo Base v/s Ventilación Nocturna + Ventilación Forzada

Como segunda estrategia, se genera *ventilación forzada* en el gimnasio para el periodo de Verano, seteándose un sistema automatizado simple (solo ventila), el que deberá mantener (introducir) un flujo de aire en periodos de tiempo en que la temperatura del exterior mantenga temperaturas bajo los 23°C⁵. Si ella sube, el sistema deberá cortar este suministro, dejando que el sistema de climatización existente mantenga, dentro de lo posible, las temperaturas interiores.

Con esta estrategia se busca solucionar el mayor problema que se le detectó a la Zona y es su baja renovación de aire (ventilación).

- Cuadro de Cargas : Modelo Base v/s Modelo Mejorado⁶

(A)

Details of Building, annual loads 1modelo final base

TSD File: 1_Modelo Final Base

Values in kW-h

Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,0	18212,7	0,0	248,7	29702,1	3160,5	19875,4	896,6	23933,3
Salon 01	1	0,0	11881,9	0,0	305,8	12435,2	1700,2	17220,5	0,0	18920,7
Salon 02	1	0,0	9480,9	0,0	7791,4	6209,3	561,1	13511,9	0,0	14073,1
Gimnasio 2	1	0,0	20336,8	0,0	0,8	11709,6	4438,4	27910,7	1259,2	33610,3
Total		0,0	59912,3	0,0	8346,8	60056,2	9860,6	78518,7	2155,7	90535,4
Peak		0,00	44,47	0,00	7,61	31,22	1,98	16,52	0,41	18,92
Day		0	76	0	90	115	1	1	1	1
Hour		0	17	0	12	17	9	9	8	9
Heating Peaks on Day 0, Hour 0 Cooling Peaks on Day 76, Hour 17 Humidify Peaks on Day 0, Hour 0 Dehumidify Peaks on Day 90, Hour 12 Solar Peaks on Day 115, Hour 17 Lighting Peaks on Day 1, Hour 9 Occupancy Peaks on Day 1, Hour 9 Equipment Peaks on Day 1, Hour 8 Internal (L,O,E) Peaks on Day 1, Hour 9										

(B)

Details of Building, modelo final base 4

TSD File: modelo final con ventilacion nocturna y vent nat

Values in kW-h

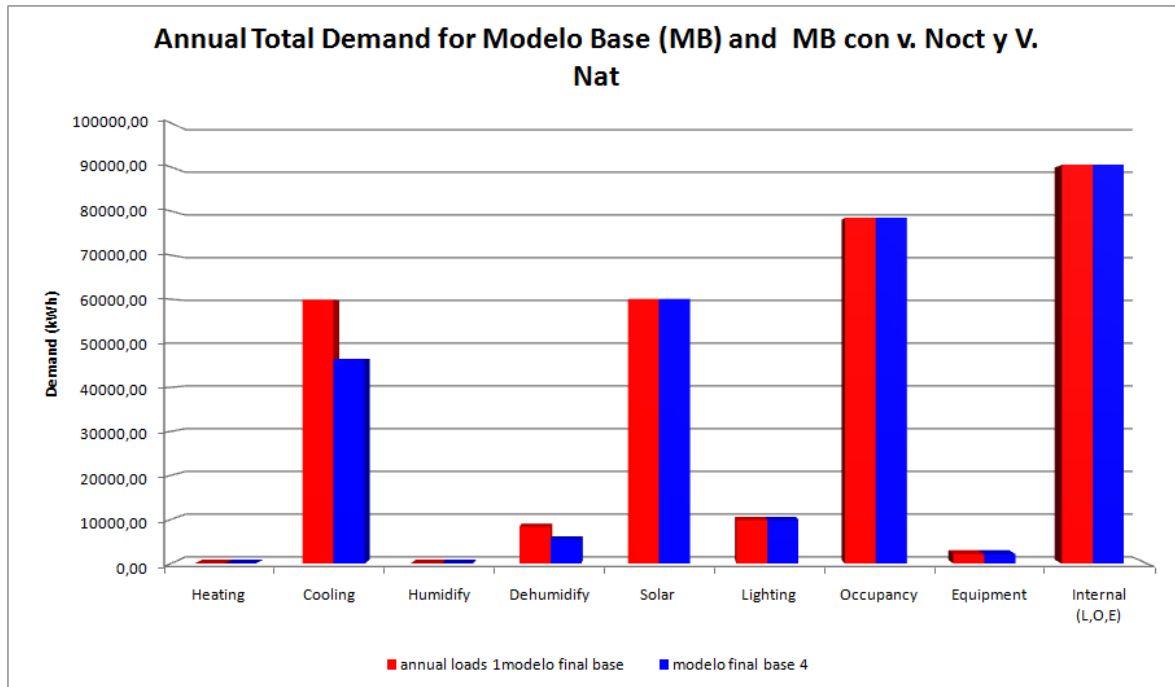
Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,0	14723,5	0,0	1763,7	29702,1	3160,5	19875,4	896,6	23933,3
Salon 01	1	0,0	8607,1	0,0	198,9	12435,2	1700,2	17220,5	0,0	18920,7
Salon 02	1	0,0	5941,4	0,0	2900,1	6209,3	561,1	13511,9	0,0	14073,1
Gimnasio 2	1	0,0	17102,5	0,0	576,5	11709,6	4438,4	27910,7	1259,2	33610,3
Total		0,0	46374,5	0,0	5439,1	60056,2	9860,6	78518,7	2155,7	90535,4
Peak		0,00	46,12	0,00	13,34	31,22	1,98	16,52	0,41	18,92
Day		0	76	0	53	115	1	1	1	1
Hour		0	18	0	13	17	9	9	8	9
Heating Peaks on Day 0, Hour 0 Cooling Peaks on Day 76, Hour 18 Humidify Peaks on Day 0, Hour 0 Dehumidify Peaks on Day 53, Hour 13 Solar Peaks on Day 115, Hour 17 Lighting Peaks on Day 1, Hour 9 Occupancy Peaks on Day 1, Hour 9 Equipment Peaks on Day 1, Hour 8 Internal (L,O,E) Peaks on Day 1, Hour 9										

5 Temperatura límite adoptada en relación al seteo (termostatos) de funcionamiento normal de los equipos de climatización para Verano.

6 Unidades de energía, tanto de enfriamiento (cooling) y calefacción (Heatieng) generadas por la simulación en Kilowatt-Hora (kWh).

(Continuación – Ventilación Forzada)

- Gráfico: Principales cambios por Tipo de Carga



Nota:

- En "rojo"; modelo base.
- En "azul"; modelo mejorado II.

Frecuencias / MB + Vent. Nocturna:⁷

Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	541	379	655	652	445	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	900	684	1037	121	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	887	954	909	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	672	1048	976	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Frecuencias / MB + Vent. Nocturna + Vent. Forzada:

Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	579	423	665	614	413	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	910	680	1031	121	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	884	963	885	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	798	1107	818	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Importante: Ver resumen de las conclusiones de la estrategia de frecuencias y demandas en página 22.

⁷ Las tablas de frecuencias hacen referencia a las horas totales durante un periodo de tiempo determinado (Anual) en que los recintos mantienen una determinada temperatura, seteados en un escenario sin climatización. Plataforma Computacional de Simulación Dinámica EDSL TAS 9.1.3

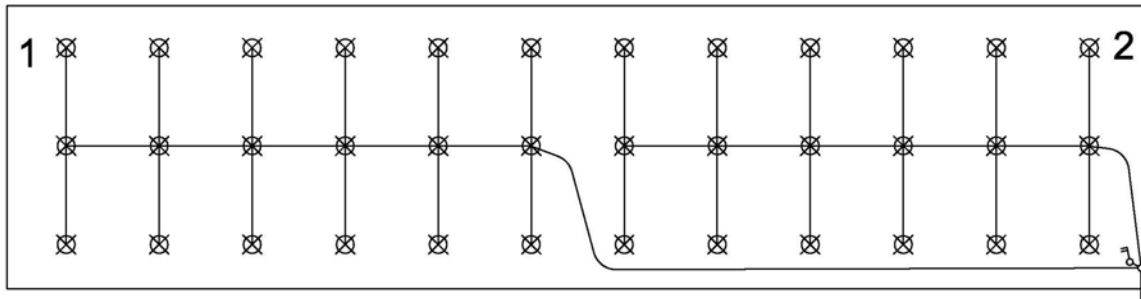
3.1.3 Modelo Base v/s Vent. Nocturna + Vent. Forzada y Control Iluminación

Introducción Control de Iluminación:

El *control lumínico* de un espacio, es una de las estrategias mas económicas y sencillas de implementar. Básicamente consiste en un reordenamiento de circuitos en aquellos espacios donde no existe un adecuado control de la cantidad de luz artificial (todo se enciende o todo se apaga).



Dentro de la *nueva ampliación* observamos que mantiene dos encendidos configurados para alumbrar de forma homogénea, sin variantes que logren una adecuada relación con la luz natural. A continuación se muestra la situación actual:



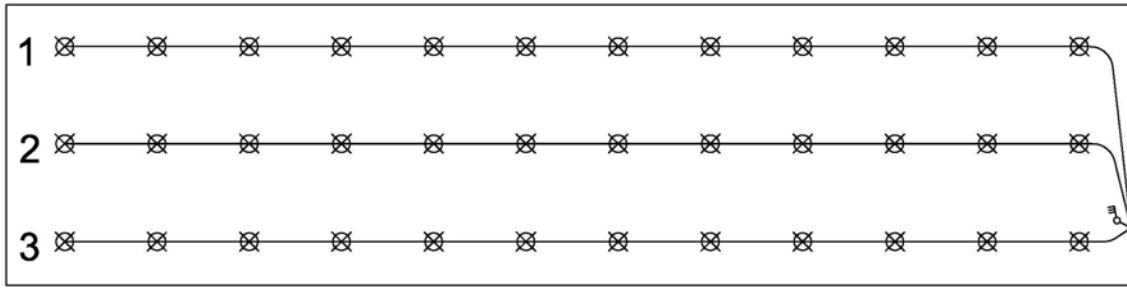
El *seteo existente*, no permite la posibilidad de escalar la iluminación hacia la ventana existente, siendo solamente posible encender los dos (2) golpes de luz, para mantener la homogeneidad del espacio teniéndose un 100% de las ganancias térmicas por iluminación.

Situación Mejorada / Propuesta Control Iluminación

Para la *nueva ampliación* (dentro de Zona Fitness), proponemos integrar un circuito de tres (3) encendidos, lo que nos dará la posibilidad de encender la iluminación según los requerimientos que tengamos. Por esto, se genera un primer encendido (33,3% de las ganancias totales), escalable a un segundo (66,6% de las ganancias) y luego concluir en un tercero que equivaldrá al 100% de la potencia instalada.

(Continuación – Control Iluminación)

- Cuadro: Propuesta Circuito de Luces Ampliación (ZF)



- Cuadro de Cargas: Modelo Base v/s Modelo Mejorado⁸

(A)

Details of Building, annual loads 1 modelo final base

TSD File: 1_Modelo Final Base

Values in kW·h

Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,0	18212,7	0,0	248,7	29702,1	3160,5	19875,4	896,6	23933,3
Salon 01	1	0,0	11881,9	0,0	305,8	12435,2	1700,2	17220,5	0,0	18920,7
Salon 02	1	0,0	9480,9	0,0	7791,4	6209,3	561,1	13511,9	0,0	14073,1
Gimnasio 2	1	0,0	20336,8	0,0	0,8	11709,6	4438,4	27910,7	1259,2	33610,3

Total	0,0	59912,3	0,0	8346,8	60056,2	9860,6	78518,7	2155,7	90535,4
Peak	0,0	44,5	0,0	7,6	31,2	2,0	16,5	0,4	18,9
Day	0,0	76,0	0,0	90,0	115,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Hour	0,0	17,0	0,0	12,0	17,0	9,0	9,0	8,0	9,0

Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar Peaks	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on
Day 0,	Day 76,	Day 0, Hour	Peaks on Day	on Day 115,	Day 1, Hour	Peaks on Day 1,	Peaks on Day	Internal (L,O,E) Peaks
Hour 0	Hour 17	0	90, Hour 12	Hour 17	9	Hour 9	1, Hour 8	on Day 1, Hour 9

(B)

Details of Building, modelo final base 6

TSD File: modelo final con ventilacion nocturnay vent nat y luz

Values in kW·h

Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,0	14328,6	0,0	1764,3	29702,1	2551,2	19875,4	896,6	23323,7
Salon 01	1	0,0	8602,9	0,0	199,0	12435,2	1700,2	17220,5	0,0	18920,7
Salon 02	1	0,0	5936,5	0,0	2900,4	6209,3	561,1	13511,9	0,0	14073,1
Gimnasio 2	1	0,0	16534,5	0,0	576,9	11709,6	3582,6	27910,7	1259,2	32754,0

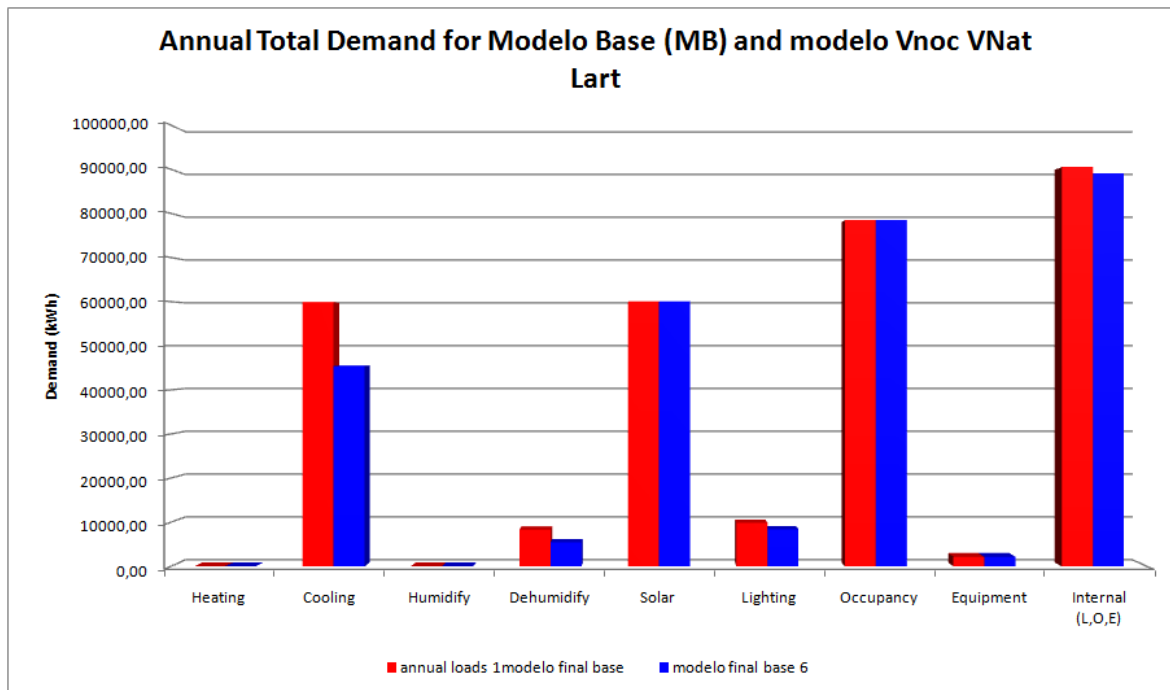
Total	0,0	45402,4	0,0	5440,6	60056,2	8395,2	78518,7	2155,7	89067,5
Peak	0,0	45,6	0,0	13,3	31,2	2,0	16,5	0,4	18,9
Day	0,0	76,0	0,0	53,0	115,0	2,0	1,0	1,0	2,0
Hour	0,0	18,0	0,0	13,0	17,0	9,0	9,0	8,0	9,0

Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar Peaks	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on	Peaks on
Day 0,	Day 76,	Day 0, Hour	Peaks on Day	on Day 115,	Day 2, Hour	Peaks on Day 1,	Peaks on Day	Internal (L,O,E) Peaks
Hour 0	Hour 18	0	53, Hour 13	Hour 17	9	Hour 9	1, Hour 8	on Day 2, Hour 9

⁸ Unidades de energía, tanto de enfriamiento (cooling) y calefacción (Heatieng) generadas por la simulación en Kilowatt-Hora (kWh).

(Continuación – Control Iluminación)

- Gráfico: Principales cambios por Tipo de Carga



Nota:

- En "rojo"; modelo base.
- En "azul"; modelo mejorado II.

Frecuencias / MB + Vent. Noct. + Vent. Forzada:⁹

Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	579	423	665	614	413	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	910	680	1031	121	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	884	963	885	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	798	1107	818	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Frecuencias / MB + Vent. Noct. + Vent. Forzada + Control Iluminación

Illum / Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	596	422	679	615	390	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	911	679	1031	121	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	885	968	879	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	829	1125	774	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Importante: Ver resumen de las conclusiones de la estrategia para frecuencias y demandas en página 22.

⁹ Las tablas de frecuencias hacen referencia a las horas totales durante un periodo de tiempo determinado (Anual) en que los recintos mantienen una determinada temperatura, seteados en un escenario sin climatización. Plataforma Computacional de Simulación Dinámica EDSL TAS 9.1.3

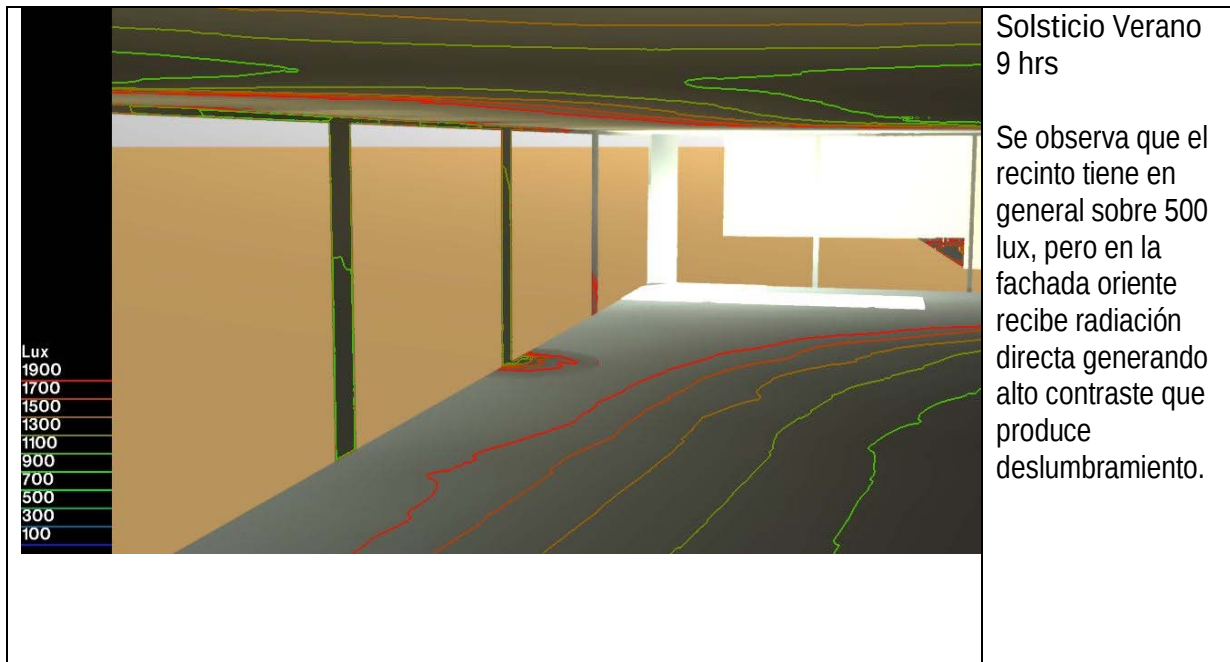
3.1.4 Modelo Base v/s Vent. Nocturna, Vent. Forzada, Control Iluminación y Protección Solar

ESTUDIO DE SOMBRAS

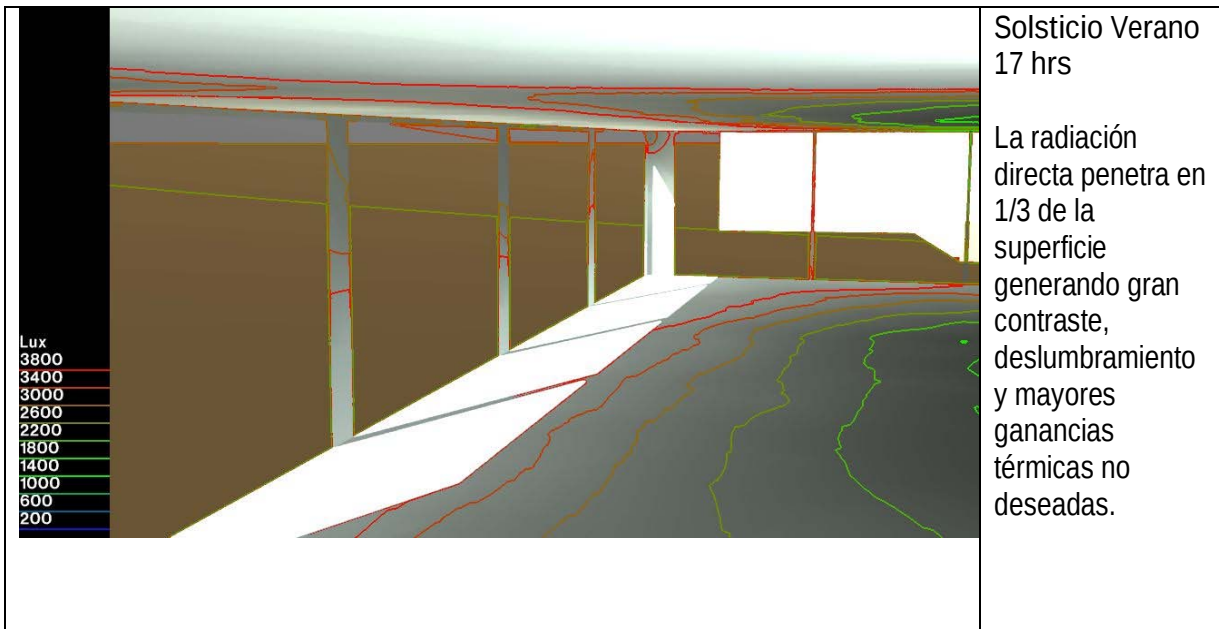
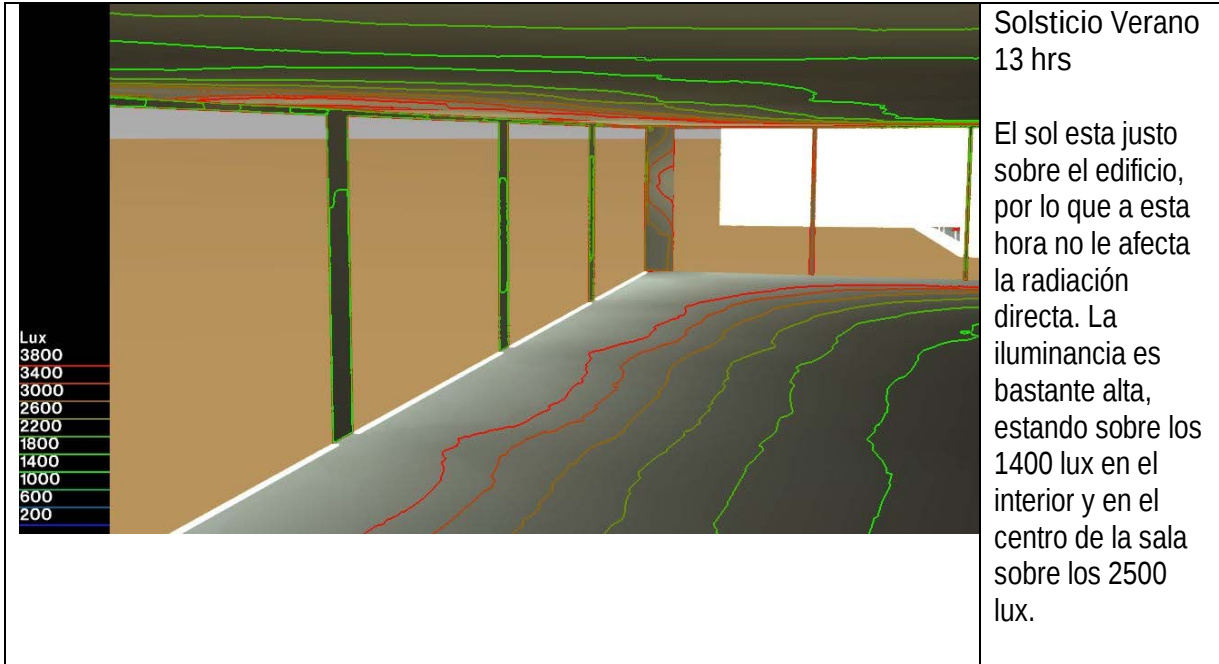
Para poder intervenir este ítem, se generó un estudio que pudiera respaldar una adecuada situación de mejora y de poder dimensionar el impacto de la solución. Para ello se realizó un estudio a través de los softwares Ecotect y Radiance, en los cuales se simuló los recintos que se ven principalmente afectados en la Zona Fitness. El área a modelar es el *ampliación Zona Fitness* que dado a su orientación Nor-Poniente recibe un mayor asoleamiento durante las horas de la tarde.

En las siguientes imágenes podemos comparar la luz solar y radiación incidente que recibe el recinto para los solsticios de Verano e Invierno a las 9 hrs, 13 hrs y 17 hrs:

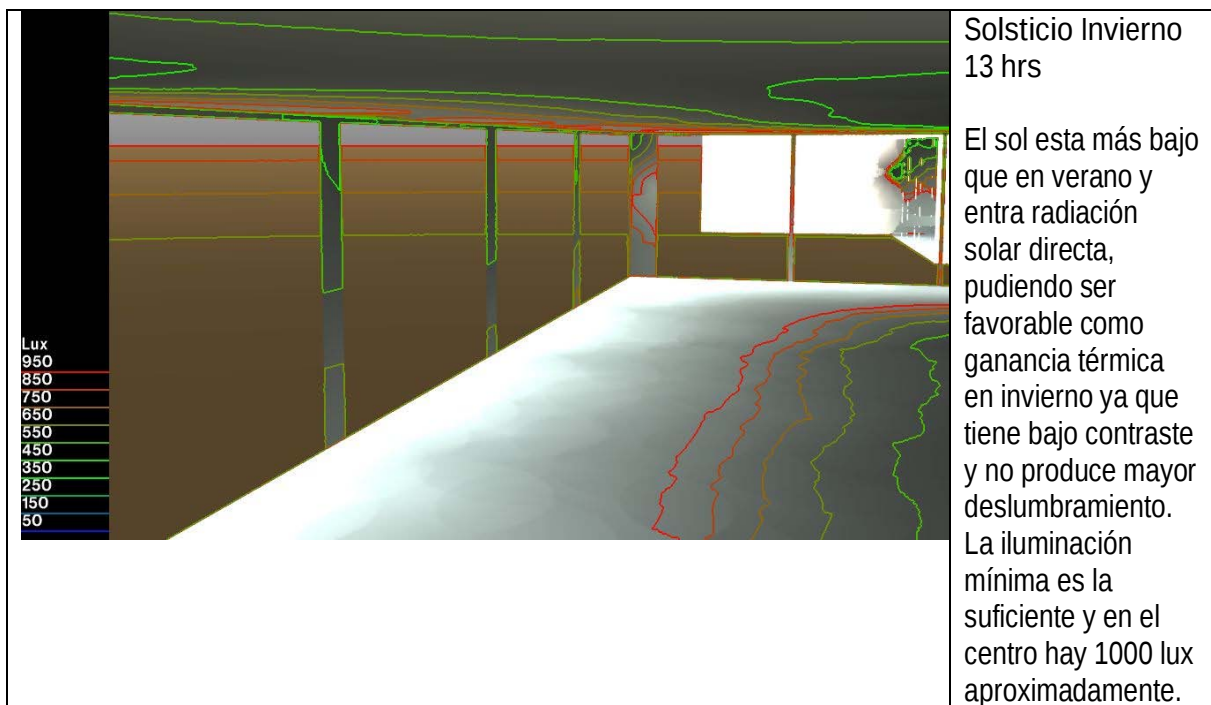
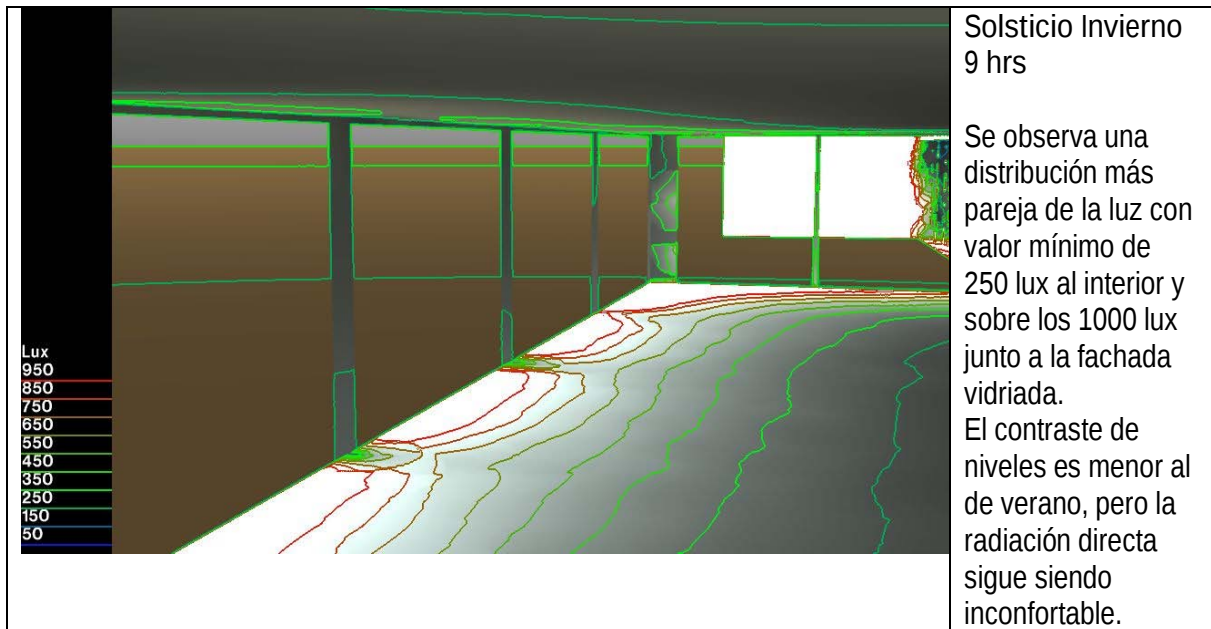
a) Situación de Verano:



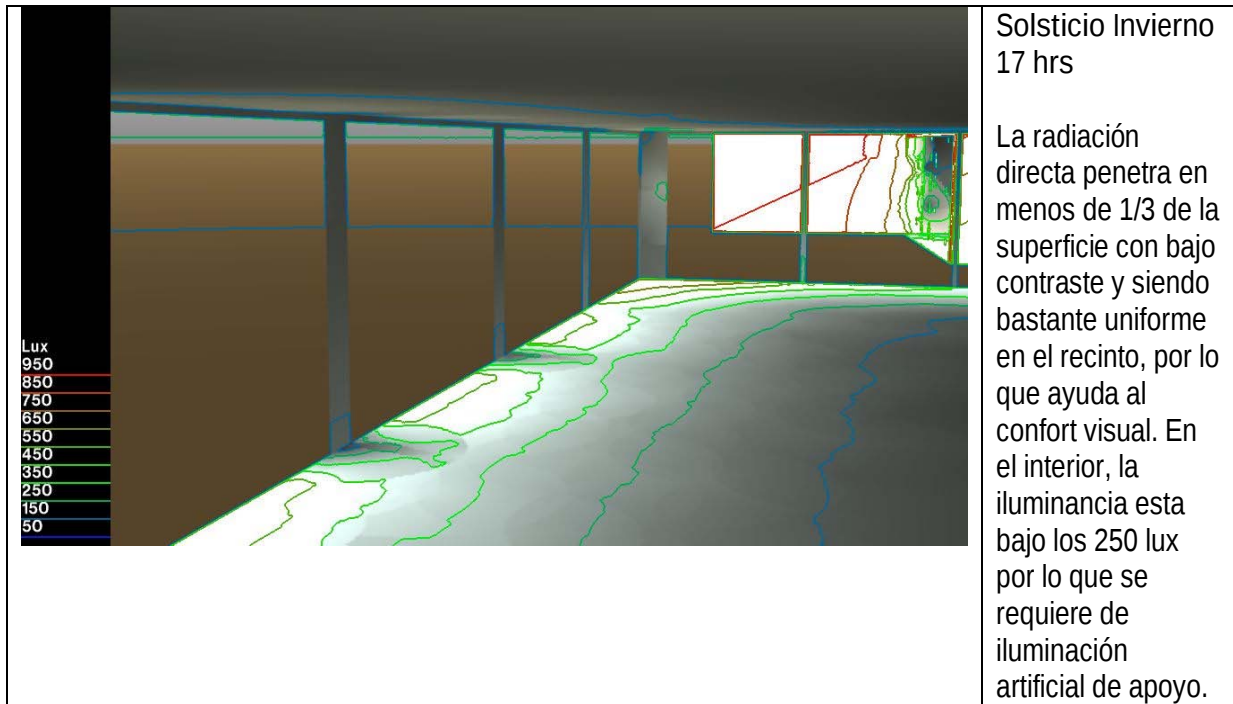
(Continuación – Estudio de Sombras / Verano)



b) Situación de Invierno:



(Continuación – Estudio de Sombras / Invierno)



c) Conclusiones Estudio de Sombras:

Con estos resultados de análisis de la situación existente, podemos concluir que las grandes superficies vidriadas de la *Ampliación Zona Fitness* favorecen la iluminación natural constante del lugar, lo que sabemos se traduce en mayor confort visual y beneficios psicológicos para el usuario. Además, su alto nivel de iluminancia a lo largo de todo el año deja al mínimo los requerimientos de luz artificial en este recinto durante las principales horas que se utiliza, generando un mayor ahorro energético.

Por otra parte, también se observó que principalmente en verano recibe gran cantidad de luz solar directa, que produce deslumbramiento y contrastes de iluminación muy desfavorables, siendo además una importante fuente de ganancias térmicas que se deben evitar para reducir el sobrecalentamiento del recinto. En cambio, en invierno la luz solar directa es de bajo nivel de luminancia por lo que es bastante confortable y permite aprovecharlas como ganancia térmica en los meses fríos del año.

Para evitar las ganancias térmicas y discomfort visual que genera la radiación directa en verano, se propone como solución técnica un elemento horizontal que impida el paso de luz solar directa al recinto (Protección Solar), pero que permita pasar la radiación directa durante el invierno. Esta solución se desarrolla a continuación.

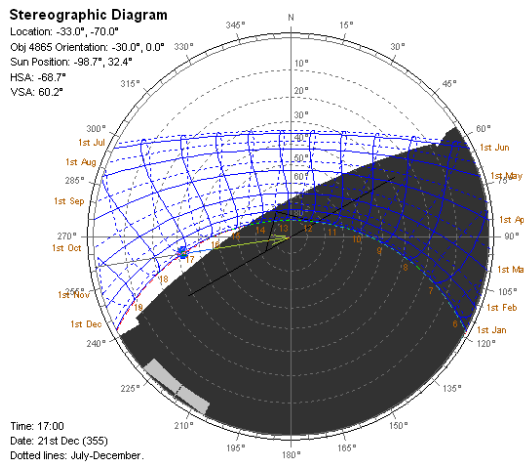
3.1.4.1 Incidencia Solar de la Solución Propuesta¹⁰

Se continua con un desarrollo del estudio utilizando un diagrama de sombra, al cual se le acopla la carta solar, con el fin de lograr un factor de sombra amplio, que logre abarcar las fechas de verano y con esto, disminuir las ganancias solares directas.

a) Situación Actual: Comprende un alero de poco desarrollo, que genera altas ganancias solares a los espacios del gimnasio.



En el diagrama a continuación se muestra la incidencia de la sombra actual del ventanal de la ampliación¹¹. En ella se observa la protección que mantiene solo en horarios de mañana (hasta las 15 hrs. para el 1º de Enero, disminuyendo esta en épocas de invierno, debido al ángulo solar de la latitud del lugar.



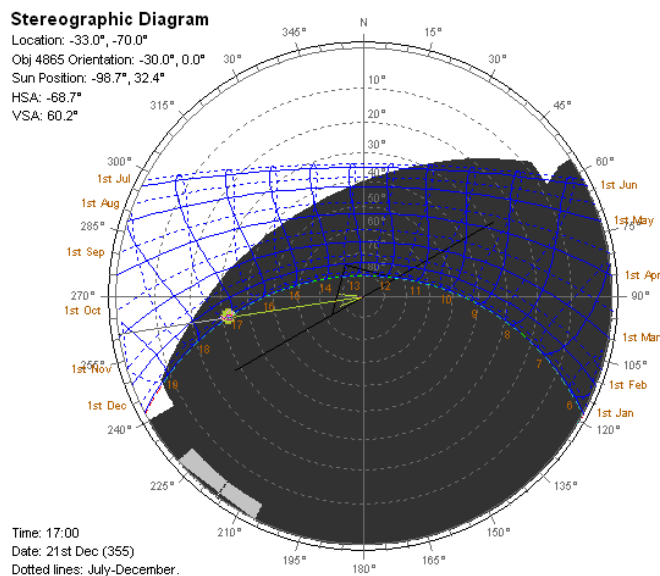
¹⁰ Plataforma Computacional de simulación Solar Ecotect 5.6

¹¹ El diagrama estereográfico, muestra la incidencia de la sombra (superficie oscura) de las ventanas de la figura, interpolada a una grafica que indica las fechas de todo un año (Lineas azules). Se busca mantener la mayor cantidad de sombra cubriendo las fechas de verano. Nótese el avance de ella en relación a los distintos seteos probados.

b) Situación Mejorada: se prueban seteos (dimensiones) de distintos aleros con el fin de poder determinar la incidencia de ellos en los ventanales del recinto. Los parámetros de elección van de la mano de poder disminuir las ganancias solares anuales solo en los periodos de mayor uso, con lo cual se podrá determinar de forma precisa la proyección exacta que debe tener el alero.

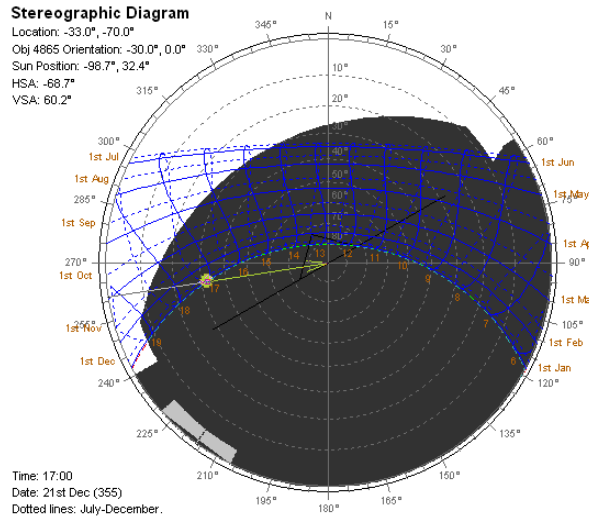


- Primera prueba / Proyección de 1 metro: se prueba un toldo de protección con medidas de 1 metro de ancho, logrando un factor de sombra correspondiente a una protección desde el 1º de Enero hasta las 19 hrs., disminuyendo hasta las 8 hrs. del 1ª del Junio.

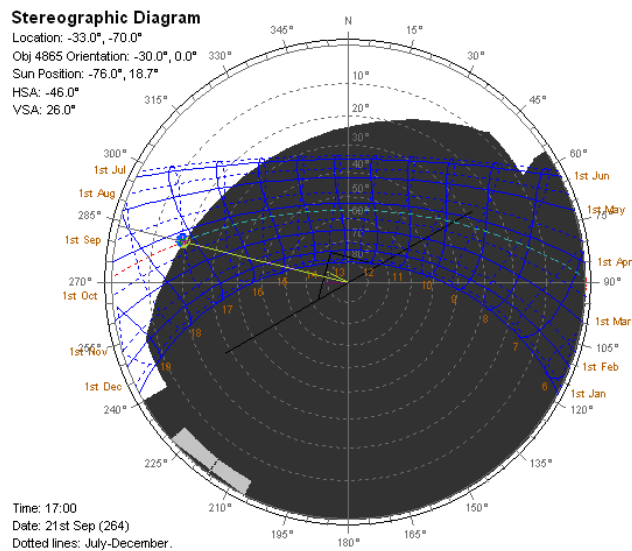


(continuación – Incidencia Solar / Solución)

- Segunda prueba / Proyección de 2 metros: se prueba un toldo de protección con medidas de 2 metros de ancho, logrando un factor de sombra alto entre Octubre y Marzo y disminuyendo hacia las épocas de invierno.



- Tercera prueba / Proyección de 2.4 mts: se prueba un toldo de protección con medidas de 2,5 metro de ancho, logrando un factor de sombra parecido a la situación anterior, siendo su repercusión en los resultados, de menor impacto en relación a su inversión.



3.4.1.2 Resultados estrategia Protección Solar¹²

A continuación se muestran los resultados en simulación dinámica para las estrategias de “Protección Solar” seleccionada (alero de 2 m). Se continúa con el mismo modelo de operación, es decir, el escenario actual se compara con la “suma” de las mejores analizadas.

- Cuadro de Cargas: Modelo Base v/s Modelo Final¹³

(A)

Details of Building, annual loads 1modelo final base

TSD File: 1_Modelo Final Base

Values in kW·h

Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,0	18212,7	0,0	248,7	29702,1	3160,5	19875,4	896,6	23933,3
Salon 01	1	0,0	11881,9	0,0	305,8	12435,2	1700,2	17220,5	0,0	18920,7
Salon 02	1	0,0	9480,9	0,0	7791,4	6209,3	561,1	13511,9	0,0	14073,1
Gimnasio 2	1	0,0	20336,8	0,0	0,8	11709,6	4438,4	27910,7	1259,2	33610,3
Total		0,0	59912,3	0,0	8346,8	60056,2	9860,6	78518,7	2155,7	90535,4
Peak		0,0	44,5	0,0	7,6	31,2	2,0	16,5	0,4	18,9
Day		0	76	0	90	115	1	1	1	1
Hour		0	17	0	12	17	9	9	8	9
Heating Cooling Humidify Dehumidify Solar Peaks Lighting Occupancy Equipment Internal (L,O,E) Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Day 0, Day 76, Day 0, Hour Peaks on Day on Day 115, Day 1, Hour Peaks on Day 1, Peaks on Day Internal (L,O,E) Peaks Hour 0 Hour 17 0 90, Hour 12 Hour 17 9 Hour 9 1, Hour 8 on Day 1, Hour 9										

(B)

Details of Building, caso final final 6

TSD File: 6_chupetinha pa diego

Values in kW·h

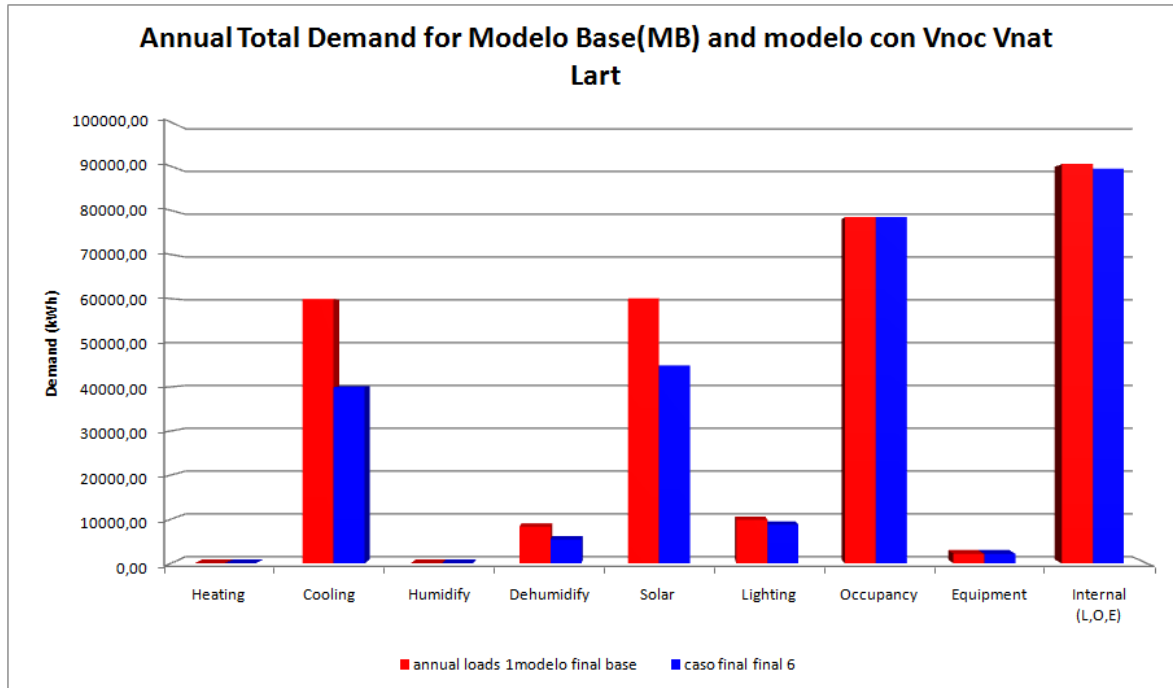
Zone	Mult. Factor	Heating	Cooling	Humidify	Dehumidify	Solar	Lighting	Occupancy	Equipment	Internal (L,O,E)
Gimnasio 1	1	0,0	10706,6	0,0	1768,5	18273,3	2702,5	19875,4	896,6	23474,1
Salon 01	1	0,0	8498,7	0,0	200,6	12289,0	1700,2	17220,5	0,0	18920,7
Salon 02	1	0,0	5801,3	0,0	2848,2	6063,4	561,1	13511,9	0,0	14073,1
Gimnasio 2	1	0,0	14927,3	0,0	576,8	8108,1	3795,1	27910,7	1259,2	32965,8
Total		0,0	39933,9	0,0	5394,0	44733,9	8759,2	78518,7	2155,7	89432,6
Peak		0,0	40,9	0,0	13,3	31,2	2,0	16,5	0,4	18,9
Day		0	32	0	53	239	123	1	1	123
Hour		0	18	0	13	18	9	9	8	9
Heating Cooling Humidify Dehumidify Solar Peaks Lighting Occupancy Equipment Internal (L,O,E) Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Peaks on Day 0, Day 32, Day 0, Hour Peaks on Day on Day 239, Day 123, Peaks on Day 1, Peaks on Day Internal (L,O,E) Peaks Hour 0 Hour 18 0 53, Hour 13 Hour 18 Hour 9 Hour 9 1, Hour 8 on Day 123, Hour 9										

¹² Plataforma Computacional de Simulación Dinámica EDSL TAS 9.1.3

¹³ Unidades de energía, tanto de enfriamiento (cooling) y calefacción (Heatieng) generadas por la simulación en Kilowatt-Hora (kWh).

(Continuación – Protección Solar)

- Gráfico: Principales cambios por Tipo de Carga



Nota:

- En "rojo"; modelo base.
- En "azul"; modelo mejorado II.

Frecuencias / MB + Vent.Noc. + Vent.Forz. + C.ilumin.¹⁴

Ilum / Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	596	422	679	615	390	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	911	679	1031	121	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	885	968	879	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	829	1125	774	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Frecuencias / MB + Vent.Noc. + Vent.Forz. + C.ilumin. + Protección Solar

Frequency (Hours) of Resultant Temperature for Year, Days 1 to 365

Band (°C)	<22	22>	23>	24>	25>	26>	27>	28>	29>	30>	31>	32>	33>	34>	35>
Gimnasio 1	1030	765	736	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 01	935	701	1008	99	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salon 02	952	979	801	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gimnasio 2	1140	1357	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Importante: Ver resumen de las conclusiones de la estrategia en página 22.

¹⁴ Las tablas de frecuencias hacen referencia a las horas totales durante un periodo de tiempo determinado (Anual) en que los recintos mantienen una determinada temperatura, seteados en un escenario sin climatización. Plataforma Computacional de Simulación Dinámica EDSL TAS 9.1.3

4. SUMARIO DE RESULTADOS ZONA FITNESS

Conclusiones Estrategias

- Ventilación Nocturna: las frecuencias de temperatura logran disminuir el rango Peak de los 27° C y se reordenan en rangos bajos de los 22°C. No mantiene un rango relevante de cambios, mas logra poder disminuir los Peaks y mantiene una buena base para la fase de ventilación forzada del mismo gimnasio.

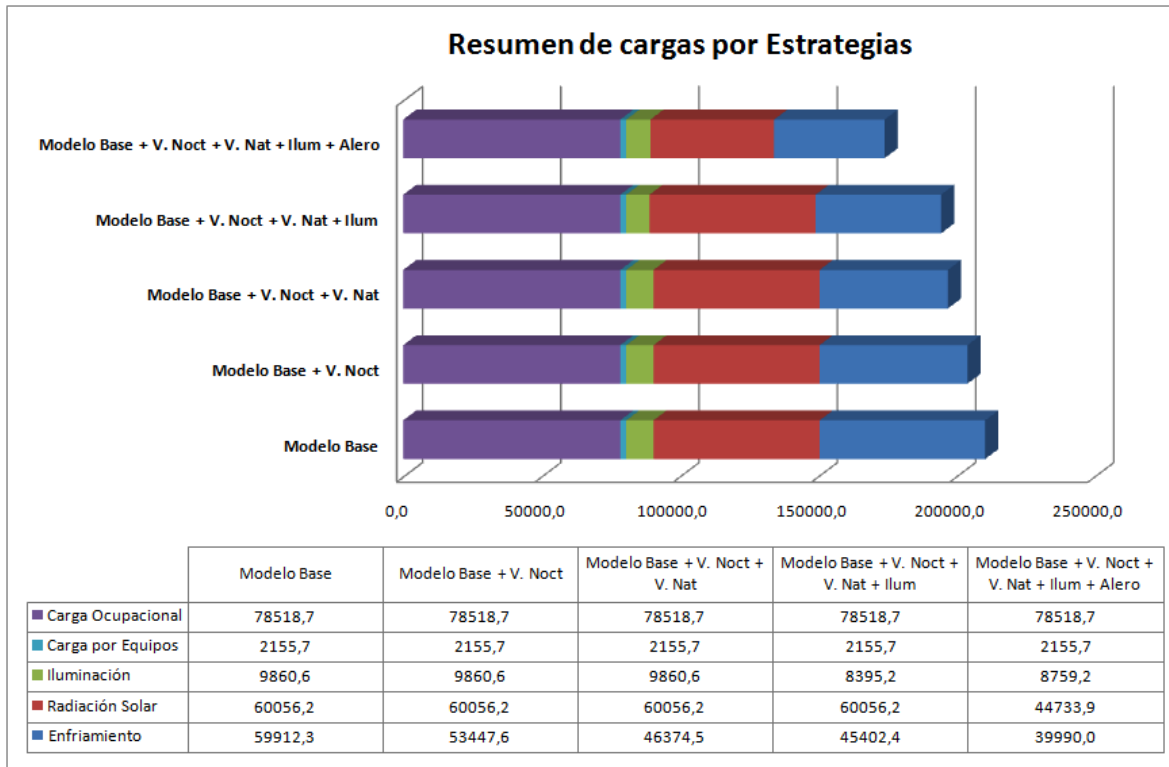
Las bajas de consumo generadas por la descarga de energía contenida en los espacios interiores, generan una estrategia base para la optimización del modelo. Se logra disminuir las demandas de 59.912 kWh a 53.447 kWh , equivalente al 11% del consumo base. (Delta 1 de 6.465 kWh).

- Ventilación Forzada (diurna): con control de entrada sumada a la estrategia de ventilación nocturna, logra disminuir la demanda de climatización en 13.537 kWh. El delta de aporte logrado solo por esta estrategia es de 7.073 kWh adicionales, siendo superior a la estrategia de ventilación nocturna.

Además se logra acomodar (desplazando) las altas temperaturas de verano a horarios más confortables, disminuyendo los Peak de frecuencia en relación al modelo con ventilación nocturna. Nótese que el rango de frecuencias (horas) menores a 22°C aumenta considerablemente, siendo ellas las restantes de la zona de desconfort térmico.

- Control Iluminación: las disminuciones generadas por efectos de control de iluminación, en un seteo escalonado, logran disminuir 973 kWh las cargas anuales, siendo ellas de poca consideración en relación al global de demandas. Pese a lo anterior y debido a la baja inversión en los cambios a generar esta estrategia acertada de adoptar para este gimnasio, contribuyendo a un mejor confort lumínico, reducción de costos y menor ganancia interna.
- Control / Protección Solar: La estrategia de alero en la fachada norte, logra disminuir en forma considerable las ganancias solares del edificio, con una disminución de 5.468 kWh anuales, logrando con esto complementar las anteriores estrategias de control de ganancias y siendo relevante su incorporación al edificio existente. Las frecuencias de temperaturas también logran mejoras considerables, logrando bajar el Peak de temperaturas de sobrecalentamiento a 25°C (sobre una base Peak temp. de 27°C)

- Cuadro: Impacto de las Estrategias Analizadas



4.1.1 Cuantificación de las Estrategias (Energía)

Las estrategias analizadas fueron:

De uso (ventilación nocturna)	De uso Controlado (ventilación forzada con control de apertura)
De Modificación menor en sistema existente (iluminación)	De protección solar (alero exterior en fachada)

Las principales variaciones desde el punto de vista energético son:

a) Los Peaks para esta Zona se reducen desde los 151.834 BTU (44,5 kW) a los 139.551 BTU (40,9 kW).

b) Los resultados obtenidos logran disminuir las demandas de la Zona Fitness desde los 59.912 a 39.994 kWh, logrando así una reducción del 33% de las demandas.

(Continuación – Resultados Zona Fitness)

Es importante, a la hora de evaluar los costos que implicará este tipo de mejoras, tener una idea general del flujo de caja que se puede construir a partir de los datos del estudio. A continuación se entrega un análisis financiero simple tomando como base el valor monómico de la energía para los últimos 12 meses¹⁵ de \$81 por kWh.

estrategias	unidad	situación actual	solución pasiva	situación proyectada	ahorro acumulado	ahorro %
Ventilación Nocturna	kWh	59.912	-6.465	53.447	6.465	11%
Ventilación Forzada	kWh	53.447	-7.072	46.375	13.537	23%
Protección Solar	kWh	38.937	-5.468	33.469	19.005	32%
Control Iluminación	kWh	39.910	-973	38.937	19.978	33%

Ahorro estimado:

Al año en energía: 19.918 kWh

Equivalente en CLP \$1.613.358

En 10 años \$16.133.580

Período razonable de recuperación: 5 años

Monto total a invertir (sugerido): \$8.800.000 (corregido x 10%)

Con un criterio muy conservador, los trabajos antes descritos (estrategias) debiesen ser abordadas por el Directorio de Club Paihuen en la medida que estas no superen un costo total de MM \$8,8.

c) En función de la sobre demanda de energía que falta suplir, y luego de aplicar las *estrategias pasivas y semi-pasivas*, se obtienen el dimensionamiento de equipos de climatización necesarios para mantener el confort deseado. A continuación se desarrolla el cálculo:

Resumen Situación Actual / Mejoras

Carga térmica de verano total: 153.198 BTU/hr (equiv. potencia 44,9 kW)

Menos:

Estrategias pasivas y semi-pasivas: -12.283 BTU/hr (equiv. A 3,6 kW)

Carga que suplen los equipos existentes: -72.000 BTU/hr

Nuevo Delta: 68.915 BTU/hr

Cabe mencionar, que como trabajo adicional, se requiere que dos (2) de los cuatro equipos existentes deberán ser re-ubicados o bien sus flujos canalizados a través de un sistema de distribución dado que ellos se encuentran en salas aisladas¹⁶ (separadas por vidrio) de la Zona Fitness, las cuales generan una situación de inmovilidad de los flujos de aire fríos.

¹⁵ Período de Agosto 08 a Julio 2009, facturas de Chilectra.

¹⁶ Se encuentran en Sala 1 y Sala 2 (ver plano general para referencia en página 3).

4.1.2. Inversiones Requeridas

Las obras necesarias para poder implementar las “estrategias” definidas suman una inversión total de \$9.169.020 (neto). A continuación se resumen los costos de los proyectos analizados en la Entrega III:

estrategias	materiales	mano de obra	otros	total neto
Ventilación Nocturna	\$500.000	\$250.000	-	\$750.000
Ventilación Forzada	\$4.154.250	\$1.800.000	\$500.000	\$6.454.250
Protección Solar	\$914.770	\$500.000	\$250.000	\$1.664.770
Control Iluminación	\$150.000	\$150.000	-	\$300.000
Totales:	\$5.719.020	\$2.700.000	\$750.000	\$9.169.020

En conclusión, tomando como base los ahorros proyectados a 5 años por el menor consumo de energía (letra c) los cuales alcanzan los \$8.800.000 en un escenario “conservador” donde no crece la demanda ni tampoco cambia el precio y por otra parte la inversión en Estrategias Pasivas de mitigaciones creemos conveniente que Club Paihuen implemente las soluciones presentadas en El Informe.

4.2 Consideraciones / Comparación entre Cálculo Dinámico v/s Estático

La diferencia entre una simulación estática y dinámica¹⁷ radica en que esta última toma en cuenta la cantidad de energía que almacenan los muros (Estado Transiente o variación de energía). El supuesto estático mantuvo que la energía se transmite de afuera hacia adentro, y en el modelo dinámico, la energía se almacena en la envolvente. Esto nos permitió probar la capacidad de la envolvente para almacenar energía, y con esto generar diferencias notables entre un cálculo y otro.

- Cuadro: Análisis Cargas Internas

Análisis de Cargas Internas Gimnasio Paihuen

Simulación Dinámica Día 76 a las 17 hrs							Calculo Estatico		Diferencia Porcentual entre simuladores		
Gimnasio 1		Gimnasio 2		Total							
Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente		Sensible	Latente	Sensible	Latente	
Ganancias Solares	16.038		9.533		25.570	0	W	13.223	0	W	93.4%
Ganancias por Transmision (Muros)	-9.077		-5.824		-14.901	0	W	13.874		W	-207.4%
Ganancias por Transmision (Ventanas)	-701		-46		-747		W			W	
Ganancias por Ocupacion	3.811	5.717	5.352	8.028	9.163	13.745	W	6.435	10.726	W	42.4% 28.2%
Ganancias por Iluminacion	606		851		1.457	0	W	3.234	0	W	-54.9%
Ganancias Equipos	172	0	241		413	0	W	16.057	0	W	-97.4%
Ganancias por Infiltracion	3.089		6.914		10.003	0	W	5.551	4.526	W	80.2% -100.0%
Air Movement	0		0		0		W			W	
Variacion de la energia del Aire	195		609		804		W			W	
14.133		5.717	17.630	8.028	31.763	13.745	W	58.374	15.251	W	-45.6% -9.9%
19.850			25.658		45.508		W	73.626		W	-38.2%
Solar, Ocupacion, Iluminación, Equipos e Infiltración						46608 13745		44.500 15.251	W	4.7% -9.9%	OK (*)
Transmisión a través de muros y ventanas						-15.648 0		13.874 0	W	-212.8%	
Movimiento de aire entre zonas y variación de energia						804 0		0 0	W		

¹⁷ Plataforma Computacional de simulación dinámica EDSL TAS 9.1.3

5. OPTIMIZACION ZONA PISCINA

Generalidades

Para enfocar el presente estudio se han tomado como base las siguientes necesidades de climatización para la Zona de la Piscina:

- Deshumectar / humectar el aire ambiente debido a evaporación del agua de la piscina, dependiendo la época de año.
- Mantener una adecuada temperatura en del agua de la piscina.
- Mantener controlado el clima del recinto (confort).

Situación Actual

Actualmente la piscina y el ambiente se encuentran operando a 28,5 °C, en circunstancias que para el uso recreativo que tiene la temperatura recomendada por las referencias internacionales es algo menor (ver Cuadro 2). La humedad relativa del aire se mantiene en torno a un 55%.

Además se reconoce “intuitivamente” la falta de aislamiento térmico en los ductos del deshumidificador, produciendo pérdidas importantes.

Según normativa internacional, el ambiente debe estar del orden de 2 °C por sobre la temperatura de la piscina a una humedad relativa cercana al 65%, evitando de esta forma que los bañistas que salen mojados sientan frío, ya sea por una temperatura ambiente baja o por el calor entregado por el cuerpo debido a la evaporación del agua de la piel mojada, que aumenta su velocidad si la humedad del ambiente disminuye.

- Cuadro 1: Situación Actual de la piscina

Temperatura del agua	28,5 °C
Temperatura del aire	28,5 °C
Humedad relativa	55 %

- Cuadro 2: Temperaturas del agua según RITE¹⁸

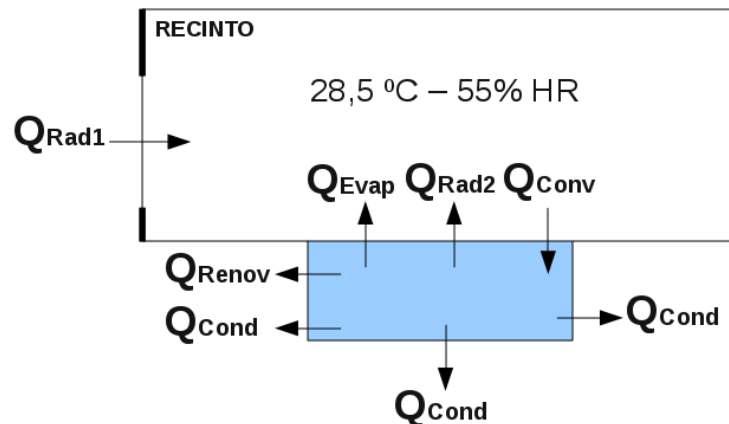
Competición	24 °C
Entrenamiento	26 °C
Enseñanza y recreo	25 °C
Disminuidos físicos	29 °C
Piscina infantil	30 °C
Niños de 3 a 6 años y tercera edad	32 °C
Mujeres embarazadas	30 – 32 °C

¹⁸ Norma española sobre la Reglamentación de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

5.3 Cuantificación de las Pérdidas

Tal como se aprecia en el esquema siguiente para la situación actual del recinto, los tipos de pérdidas energéticas en la piscina son debido a *evaporación, radiación, convección, renovación y conducción*.

- Figura 1: Diferentes tipos de pérdidas de energía en la piscina



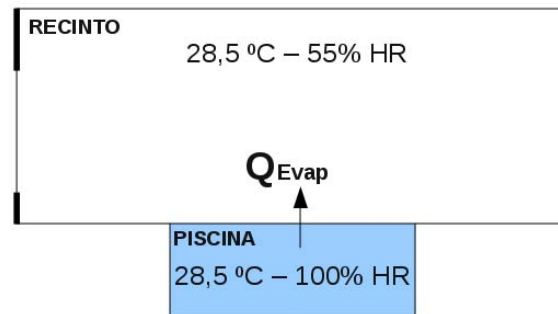
En el Cuadro 3 se pueden ver que las pérdidas más significativas son por evaporación y renovación, abarcando un 84% de la energía transferida desde la piscina al recinto.

- Cuadro 3: Situación actual de las pérdidas en la piscina

Variable	Unidad	Valor	Porcentaje
Pérdidas por evaporación	kWh/año	331.193	55 %
Pérdidas por radiación		-	-
Pérdidas por convección		-	-
Pérdidas por renovación		172.715	29 %
Pérdidas por conducción		101.490	16 %
Total		605.398	100 %

Las *pérdidas por evaporación*, Figura 2, se deben a la pérdida de energía que se transfiere con el vapor hacia el medio ambiente dentro del recinto debido a la diferencia en la cantidad de agua en cada región. Por ejemplo, en el caso analizado el ambiente contiene una humedad relativa (HR) del 55%, mientras que la piscina contiene una HR del 100%, por lo tanto, el agua de esta última intentará trasladarse hasta la región donde haya menos cantidad (55%) para mantener un equilibrio. De esta forma, la cantidad de agua que emigra también se lleva cierta cantidad de energía, enfriando el resto del agua que queda en la piscina. Así, mientras más grande es la diferencia de HR entre esta última y el recinto, más cantidad de agua se intercambiará, implicando que más energía dejará la piscina y mayor será el aporte que habrá que realizar para mantener el agua a la condición deseada.

- Figura 2: Pérdidas por evaporación.



Por otro lado, las *pérdidas por renovación* se generan debido a la transferencia de agua que genera la evaporación, los nadadores, la limpieza, etc. A pesar de ello, estas pérdidas son cuantificables en un 5% del volumen total de la piscina, teniendo que reponerse esta cantidad con agua nueva la cual se encuentra a una temperatura menor.

En cuanto a las pérdidas que sufre el recinto a través de muros y techumbre (conducción) se observa lo siguiente:

- En relación a la techumbre, se obtienen valores de transmitancia de 0,19 W/m²K, por lo tanto, como este valor es proporcional a la cantidad de energía perdida hacia el exterior del recinto, y al ser mucho menor a 1, la pérdida en esta zona sólo es afectada por la diferencia de temperatura entre el recinto y el ambiente externo, y la superficie de la techumbre. De todas maneras, el producto entre esta diferencia y la superficie no implica pérdidas importantes como para invertir en aislación. De esta forma no es necesario generar modificaciones en esta cara.
- Considerando la alternativa de instalar láminas que disminuyan el traspaso de energía por radiación proveniente de todas las superficies a través de las ventanas del recinto, se concluye que no es necesario debido al bajo valor del flujo de calor (24 kWh x día), influenciado tanto por la diferencia de temperaturas en las superficies, como por constantes físicas propias del fenómeno.
- En cuanto a la pérdida de energía a través de los muros, se determina que la diferencia de temperaturas a los dos lados de las caras es pequeña, disminuyendo entonces la pérdida de energía. Además se obtienen valores de transmitancia en los paquetes constructivos aceptables en cuanto a la calidad de aislamiento. Dado lo anterior y que el Edificio es una construcción "existente" no es económicamente viable una mejora en aislación de muros.

5.4 Alternativas de Ahorro

Debido a que la pérdida energética por renovación depende en gran medida de la pérdida por evaporación (331.193 kWh), entonces será en ésta donde se implementarán las medidas de ahorro.

La evaporación depende principalmente de la diferencia entre la humedad absoluta del medio saturado a temperatura del agua de la piscina, y de la humedad absoluta del medio saturado a temperatura del aire dentro del recinto. De esta forma se establecen dos alternativas para reducir el impacto energético por evaporación:

1. *Disminuir la temperatura del agua de la piscina; implica una reducción de la humedad absoluta.*
2. *Aumentar ya sea la temperatura o la humedad relativa del aire en el interior del recinto; conlleva a un aumento de la humedad absoluta.*

Implementando estas dos alternativas, ya sea por separado, Cuadros 4 y 5, o en conjunto Cuadro 6, se puede disminuir de manera significativa el consumo de energía anual en esta zona del club.

- Cuadro 4: Ahorro con T de la piscina igual a 28,5° y humedad relativa variable

Humedad relativa [%]	Pérdidas por evaporación [kWh/año]	Ahorro de energía por evaporación [kWh/año]
55 (Sit. Actual)	331.193	-
60	294.394	36.799
65	257.595	73.598
70	220.795	110.398

- Cuadro 5: Ahorro con humedad relativa igual a 33% y T de la piscina variable

Temperatura de la piscina [°C]	Pérdidas por evaporación [kWh/año]	Ahorro de energía por evaporación [kWh/año]
28,5	331.193	-
28	321.491	9.702
27	302.857	28.336
26	285.208	45.985

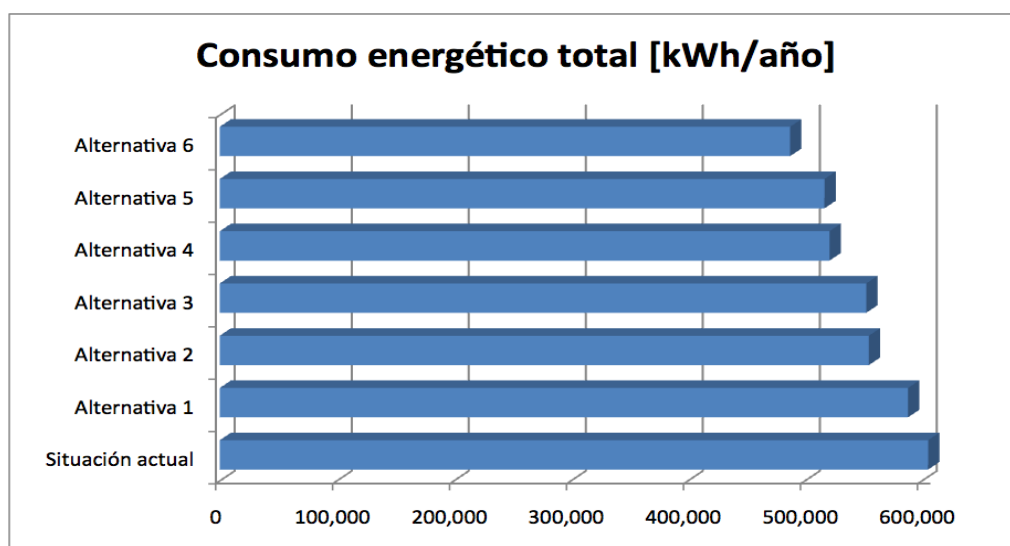
(Continuación – Alternativas de Ahorro)

En el Cuadro 6 se consideran 3 alternativas de humedades relativas para dos temperaturas de piscina fijas. De esta manera se establece que el cambio óptimo sería utilizar una humedad relativa del 65% junto a una temperatura del agua igual a 27° C. Este criterio se deduce a través de lo siguiente:

- El rango más común y usado internacionalmente para la humedad relativa se fija alrededor del 65%, saturando con vapor de agua de manera importante el recinto si se compara con el actual escenario. Sin embargo, se respetan los estándares de confort para las personas que estén al interior de éste.
- Sabiendo que la RITE fija la temperatura del agua de una piscina de entrenamiento en 26 °C, sólo se baja en 1,5 °C para no generar molestias en la fisiología de las personas que la utilizan.
- El ahorro generado, para alternativa 6, es de 117.870 kWh/año, el *máximo ahorro energético* generado respetando a su vez el confort de las personas que utilicen esta zona del club.

- Cuadro 6: Alternativas de ahorro / Las más viables en cuanto al confort de los usuarios

Alternativa de ahorro	Humedad relativa [%]	Temperatura de la piscina [°C]	Pérdidas totales [kWh/año]
Situación actual	55	28,5	605.398
Alternativa 1	55	28	588.285
Alternativa 2	55	27	554.829
Alternativa 3	60	28	552.564
Alternativa 4	60	27	521.179
Alternativa 5	65	28	516.843
Alternativa 6	65	27	487.528



5.5 Pérdidas Exteriores / Deshumidificador

En cuanto a los ductos del deshumidificador, se estimó la pérdida de energía que curre cuando el sistema está calentando, la que equivale a 22,6 kW con una temperatura exterior de 13,6 °C y radiación solar incidiendo sobre el sistema. Si se considera que la temperatura promedio anual de Santiago es de 14,5° C y que en muchas de las horas bajo esta temperatura el sistema no recibe radiación solar, no es un despropósito aceptar como correcta la pérdida calculada y replicarla a todas las horas anuales de calentamiento. Sin embargo, para medir estas horas de calentamiento se debería registrar diariamente las horas de operación durante un período prolongado, referentemente durante todo un año. Por lo anterior, se considerarán 6 horas de funcionamiento al día como una medida conservadora.

- Cuadro 7: Estimación de pérdidas en ductos del deshumidificador.

Variable		Unidad	Valor
Temperatura ambiente		°C	13,6
Temperatura salida deshumidificador			48,6
Temperatura entrada ducto piscina + camarines			41,3
Temperatura entrada ducto piscina			33,4
Caudal aire deshumidificado hacia piscina		m3/h	5.078
Pérdida ducto piscina		kJ/h	81.422
		kW	22,6
Caudal aire deshumidificado piscina + camarines		m3/h	2.952
Pérdida ducto piscina + camarines		kJ/h	22.734
		kW	6,3
Pérdida total con temperatura ambiente de 13,6 °C		kW	28,9
Costo aislación (sin IVA)		\$/m2	61.842
Superficie aproximada		m2	110
Costo aislación (lana mineral + cubierta, sin IVA)		\$	6.800.611
Coeficiente global de transferencia de calor U	Sin aislar	W/m2K	7,5
	Aislado		1,32
Pérdida diaria con aislamiento		kWh/día	94
Pérdida diaria en diesel		l/día	17,6
Pérdida con aislación			2,5
Ahorro diesel			15,1

El valor aproximado por metro cuadrado de aislación de lana mineral de 25 mm de espesor con protección metálica de 0,5 mm para un ducto de aire a la intemperie es de \$61.824 (neto y bajo condición de plataforma plana).

La inversión a realizar en la implementación de la aislación de los ductos es del orden de MM \$6,8. Esta inversión permitiría un ahorro anual de al menos MM \$1,9 (15,1 lts x 365 x \$345). Para estas mismas condiciones, el plazo de recuperación de la inversión es de 3,6 años.

5.6 Razones Financieras a Considerar

Es importante, a la hora de evaluar los costos que implicará este tipo de mejoras, tener una idea general del flujo de caja que se puede construir a partir de los datos del estudio. A continuación se entrega un análisis financiero simple tomando como base el valor del diesel para la caldera igual a 345¹⁹ \$/lt, y un rendimiento “teórico” de ésta cercana al 85% (9,6 kWh).

a) Aumento Humedad Relativa (65%) y T 28 ° C

Ahorro estimado:	
Al año en energía	88.555 kWh (caldera)
Equivalente en CLP	\$3.160.000
Período razonable de recuperación:	3 años
Monto total a invertir (sugerido):	\$ 10.400.000 (corregido x 10%)

b) Aislación Deshumidificador

Ahorro estimado:	
Al año en energía	5.512 litros diesel (caldera)
Equivalente en CLP	\$1.900.000
Período razonable de recuperación:	3 años
Monto total a invertir (sugerido):	\$6.300.000 (corregido x 10%)

Tomando como base el mismo criterio utilizado para el análisis de la Zona Fitness, los trabajos antes descritos (estrategias) debiesen ser abordadas por el Directorio de Club Paihuen en la medida que estas no superen un costo total de MM \$16,7.

c) Colectores Flexibles (SST)

Dada la complejidad de este tipo de soluciones, se ha desarrollado un Anexo aparte en donde se hace un análisis detallada de la viabilidad técnica – financiera de la mencionada solución.

¹⁹ Antecedentes extraídos Informe DictUC Julio 2009.

5.6.1. Inversiones Requeridas

Las obras necesarias para poder implementar las “mejoras” definidas suman una inversión total de \$16.044.624 (neto). A continuación se resumen los costos de los proyectos analizados en la Entrega III:

mejora	materiales	mano de obra	otros	total neto	
Aumento Humedad	-	-	-	\$0	
Aislación Deshumidificador	\$6.000.000	\$800.000	-	\$6.800.000	
Colectores Flexibles	\$1.386.059	\$7.858.565	-	\$9.244.624	(ver anexo proyecto completo)
Totales:	\$7.386.059	\$8.658.565	\$0	\$16.044.624	

En la siguiente tabla se realizó una estimación financiera “simplificada” de los ahorros potenciales de las tres estrategias sumadas:

mejora	ahorro acum. kWh	equiv. en diesel	costo neto diesel	ahorro x año	a 3 años + 10%
Aumento Humedad	88.555	9.167	\$345	\$3.162.679	\$10.436.839
Aislación Deshumidificador	141.796	5.512	\$345	\$1.901.468	\$6.274.843
Colectores Flexibles	244.083	10.589	\$345	\$3.653.089	\$12.055.195
Totales:	474.434	25.267		\$8.717.235	\$28.766.877

En conclusión, tomando como base los ahorros proyectados a 3 años por el menor consumo de energía los cuales alcanzan los \$28.700.000 en un escenario “conservador” donde no crece la demanda ni tampoco cambia el precio y por otra parte la inversión en Estrategias Pasivas de mitigaciones creemos conveniente que Club Paihuen implemente las soluciones presentadas en El Informe.

CLUB PAIHUEN

ASESORÍA EN COMPORTAMIENTO TÉRMICO



INFORME PARTE I
Noviembre 2009

EnergíaZero
Av. Vitacura 2670, piso 15
+56 (2) 820.4343
www.energiazero.cl

INDICE

1- INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

1.2 PROBLEMÁTICA TERMICA EN ZONA FITNESS

1.2.1 SITUACIÓN ACTUAL / ESCENARIO BASE

1.3 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

2 - CONDICIONES DE CÁLCULO Y DISEÑO

3 - CARGAS TERMICAS DEL EDIFICIO

3.1 CARGAS EXTERNAS

3.1.1 RADIACION DIRECTA EN VIDRIOS

3.1.2 FLUJO DE CALOR POR PUERTAS Y VENTANAS

3.1.3 FLUJO DE CALOR POR PAREDES Y TECHUMBRE EXTERIOR

3.1.3.1 PAREDES EXTERIORES

3.1.3.2 TECHUMBRES

3.1.4 FLUJO DE CALOR POR PAREDES INTERIORES

3.2 CARGAS INTERNAS

3.2.1 PEAK DE PERSONAS EN ACTIVIDAD FISICA

3.2.2 ILUMINACION

3.2.3 EQUIPOS ELECTRICOS

3.3 CARGAS DEL AIRE EXTERIOR

3.3.1 CALOR SENSIBLE Y LATENTE DEL AIRE EXTERIOR

3.4 CARGA TERMICA DE VERANO¹

4 – POTENCIA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADOS EXISTENTES

5 – CARGA DE VERANO A SUPLIR²

6 – CONCLUSIONES

6.1 ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION Y VENTILACIÓN SEMI-PASIVA

¹ Resultados de 1° etapa de metodología de desarrollo.

² Resultados de 2° etapa de metodología de desarrollo.

1. INTRODUCCION

El presente informe proporciona los resultados de la simulación en condición estática en lo referente a las *Ganancias Térmicas de Verano* para el centro deportivo Club Paihuén. La finalidad del presente estudio es la de conocer a cabalidad la situación existente (real), que se genera en Zona Fitness, la cual sufre de altas temperaturas y baja ventilación desde finales de Septiembre y hasta mediados de Abril (meses cálidos)

Lo anterior también causa una alta condensación de la Zona Fitness, durante los meses de Invierno, la cual no se abordará de manera directa en el presente documento quedando para estudio en una segunda fase.

1.1 GENERALIDADES

Club Palhuén se ubica en el sub-sector de Chicureo, al interior de la comuna de Colina en la Región Metropolitana. Las actividades que se desarrollan en el interior de este Club son particularmente deportivas, dividiéndose en tres zonas como son; Zona Agua, Zona de Equilibrio y Zona Fitness.

Como la problemática térmica descrita en los párrafos anteriores solo se presenta en la Zona de Fitness, el presente estudio se enfocará solamente en el mencionado recinto.



1.2 PROBLEMÁTICA TERMICA EN ZONA FITNESS

1.2.1 SITUACIÓN ACTUAL / ESCENARIO BASE

Debido al rápido incremento de socios y la ampliación de los recintos³ (al Noreste de el edificio original) Club Palhuén aumentó de manera significativa su nivel de ocupación; personas realizando actividad físicas y equipos motorizados. Lo anterior lleva de la mano un importante aumento cargas térmicas internas, las cuales a su vez derivan en problemas de sobrecalentamiento durante las horas punta del Verano (a partir de las 18 horas en adelante). Pese a que el Club posee equipos de enfriamiento y ventilación, estos quedaron subdimensionados para poder suplir este rápido incremento de demanda.

Los factores que influyen en el aumento de las temperaturas se pueden dividir en tres grupos, los cuales se describen a continuación:

- 1) CARGAS EXTERNAS
 - a) Radiación directa en vidrios
 - b) Flujo de calor por puertas y ventanas
 - c) Flujo de calor por paredes y techumbre exterior
 - d) Flujo de calor por paredes interiores
- 2) CARGAS INTERNAS
 - a) Peak de personas en actividad física
 - b) Iluminación
 - c) Equipos eléctricos
- 3) CARGAS DEL AIRE EXTERIOR
 - a) Calor sensible y latente del aire exterior

1.3 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

La metodología adoptada para resolver la problemática descrita será:

- a- Conocer las condiciones de cálculo térmico y diseño del edificio actual.
- b- Calcular de forma estática, las demandas del edificio y comparar estas con la capacidad existente de climatización.
- c- Cuantificar la capacidad de climatización a suplir con estrategias de ventilación u otra *estrategia pasiva* de preferencia.
- d- Evidenciar las variables arquitectónicas que podrán ser manejables con el fin de disminuir las cargas térmicas que generan sobrecalentamiento.
- e- Calculo dinámicos de los antecedentes recopilados y comparación del Escenario Base con el Escenario Propuesto.
- f- Resultados térmicos de la estrategia desarrollada.

³ Zona Fitness fue ampliada en aproximadamente 200 m² a mediados del 2008.

2. CONDICIONES DE CÁLCULO Y DISEÑO

(1° Etapa de Metodología de Desarrollo)

DATOS GEOGRÁFICOS

Datos utilizados se tomaron de la fuente electrónica Weather Underground, Santiago de Chile:

CIUDAD	: SANTIAGO
LATITUD	: 33° 27' SUR
LONGITUD	: 70° 42' OESTE
ALTITUD	: 641m

DATOS HISTORICOS DE VERANO

Estos datos fueron tomados de la norma ASRHAE en conjunto con la fuente Weather Underground, Santiago de Chile:

HORA DE CÁLCULO	: 15Hrs
TEMPERATURA EXTERIOR BULBO SECO	: 32°C
TEMPERATURA EXTERIOR BULBO HUMEDO	: 21°C
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTAL	: 36%
HUMEDAD ESPECÍFICA AMBIENTAL	: 11gr/Kg aire

ELEMENTOS ARQUITECTONICOS

Cada uno de los elementos que constituyen la envolvente del gimnasio, fueron obtenidos de los planos constructivos de arquitectura:

COEF. GLOBAL DE TRANSFERENCIA MURO	: 2,52Kcal/(hr*m ² *°C)
COEF. GLOBAL DE TRANSFERENCIA MURO INTERIOR	: 2,32Kcal/(hr*m ² *°C)
COEF. GLOBAL DE TRANSFERENCIA VIDRIO	: 5,2Kcal/(hr*m ² *°C)
COEF. GLOBAL DE TRANSFERENCIA TECHUMBRE	: 0,18Kcal/(hr*m ² *°C)
COEF. GLOBAL DE TRANSFERENCIA PISO	: 0,57Kcal/(hr*m ² *°C)

CONDICIONES INTERIORES REQUERIDAS

De acuerdo a la carta psicrométrica, para establecer el confort térmico de las Personas que utilizan habitualmente esta Zona de Fitness:

HORA DE CÁLCULO	: 15 hrs
TEMPERATURA INTERIOR BULBO SECO	: 22°C
TEMPERATURA INTERIOR BULBO HUMEDO	: 15°C
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTAL	: 50%
HUMEDAD ESPECÍFICA AMBIENTAL	: 7,75 gr/kg aire

OTROS FACTORES CONSIDERADOS

Estos factores se consideraron previa visita en terreno y de acuerdo a normativa RITE:

NUMERO PEAK DE PERSONAS	: 39
HORAS PEAK DE USO	: 8.00hrs a 12.00hrs y 18.00 a 21.00hrs
CAUDAL DE AIRE MINIMO POR PERSONA	: 12lts/(s*persona)

(Continuación / Condiciones de Cálculo y Diseño)

LUCES

CANTIDAD DE LUCES FLUORESCENTES : 94

ARTEFACTOS ELECTRICOS

NUMERO DE PANTALLAS LCD : 5

NUMERO DE PC : 3

IMPRESORAS : 1

MAQUINAS TROTADORAS : 10

2.1 – NORMATIVAS APLICADAS

Para las condiciones de cálculo y diseño del modelo se utilizaron los criterios y buenas prácticas señaladas en las normativas que regulan el acondicionamiento térmico ambiental de recintos deportivos. Los documentos utilizados fueron:

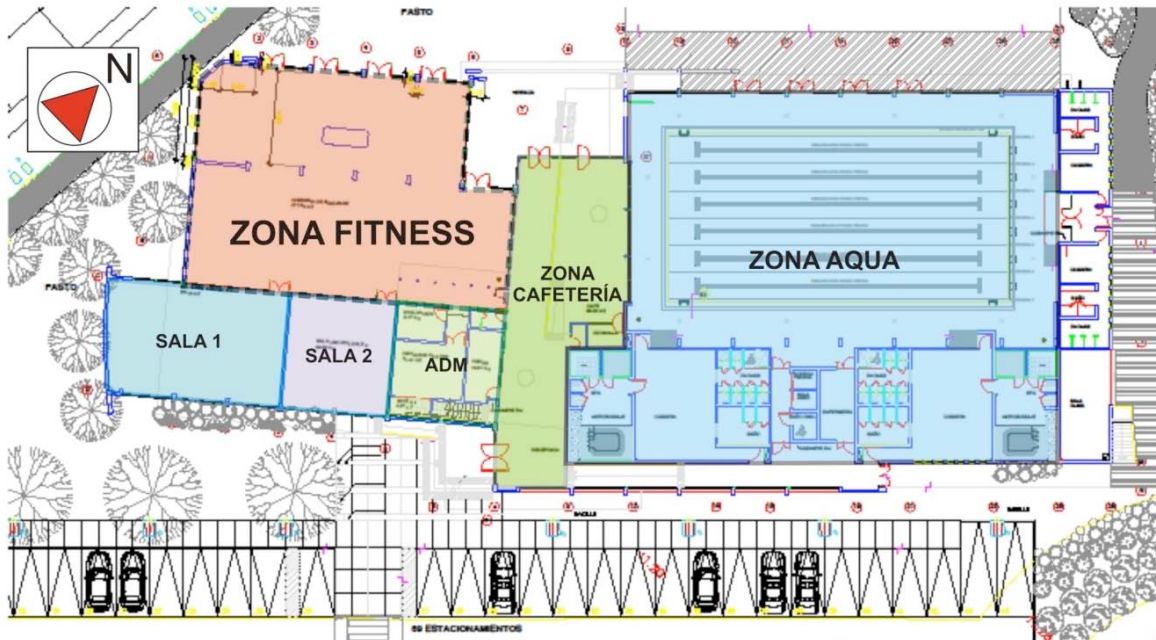
- American Society Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers; ASHRAE.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios; RITE.
- Norma chilena NCh 853 OF. 91.

3. CARGAS TERMICAS DEL EDIFICIO

3.1 CARGAS EXTERNAS

3.1.1 RADIACIÓN DIRECTA EN VIDRIOS

La determinación de *Radiación Directa* depende de la orientación de los espacios respecto al sol, que mantiene la Zona Fitness.



La Zona Fitness mantiene vidrios del tipo simple con orientación Este, Norte y Oeste, por lo tanto, todo el día recibe radiación solar directa, lo cual se traduce en importantes ganancias térmicas. La determinación de las cargas térmicas se resume en la siguiente tabla:

GANANCIA POR RADIACION SOLAR A TRAVES DE VANOS DE VENTANA (exposición directa)							CARGA DE ENFRIAMIENTO	
EXPOSICION	ANCHO	ALTO	AREA	F. SOLAR	F. SOMBRA		SENSIBLE	LATENTE
	m	m	m²				kcal/h	kcal/h
E	6,9	2,4	16,56	97	1		1.606	
N	18,3	2,4	43,92	115	1		5.051	
O	5,17	1,5	7,755	608	1		4.715	
S	0	0	0	106	1		0	
Ganancias por radiación directa a través del vidrio							11.372	0

Resultados Obtenidos: Las ganancias que se obtiene por concepto de radiación directa en vidrios de la Zona Fitness son equivalentes a: 11.372 kCal/h.

3.1.2 FLUJO DE CALOR POR PUERTAS Y VENTANAS

Estas ganancias se refieren a aquellas que fluyen de un sector de mayor a otro de menor temperatura, y ocurre de forma espontánea, en este caso del exterior al interior. Ya que las puertas existentes son de vidrio simple, al igual que las ventanas, se obtiene el valor del coeficiente global de transferencia por tabla, para nuestro caso es de $5.2 \text{ kcal/h}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^2$. En la tabla siguiente se muestran las ganancias por transmisión.

PUERTAS Y VENTANAS	ANCHO	ALTO	AREA	FACTOR U	D T		CARGA DE ENFRIAMIENTO	
	m	m	m ²	kcal/(h*m ² *°C)	°C		SENSIBLE	LATENTE
							kcal/h	kcal/h
E	6.9	2.4	16.56	5.2	10		861	
N	18.3	2.4	43.92	5.2	10		2.284	
O	5.17	1.5	7.755	5.2	10		403	
S	0	0	0	5.2	10		0	
Ganancias por transmisión en puertas y ventanas							3.548	0

Resultados Obtenidos: Se puede observar que el valor total de la ganancia por transmisión es equivalente a 3.548 kCal/h.

3.1.3 FLUJO DE CALOR POR PAREDES Y TECHUMBRE EXTERIOR

3.1.3.1 Flujo de calor / Paredes exteriores

En primer lugar se deberá tener en cuenta las distintas características de los elementos que componen los paramentos exteriores, con el fin de determinar los coeficientes globales de transferencia térmica (U):

U muro exterior: $2,5 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$:

MURO Ei		e (m)	e (m)	e (m)
		0,025	0,15	0,025
	Film int	Estuco	Hormigón	Estuco
	Δ	λ	λ	λ
		1,204	1,505	1,204

Con estos datos se calcula el U del muro exterior, el que nos arroja un valor de $2,52 \text{ kcal}/(\text{hr}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$. Este valor permite hacer el cálculo de ganancias por paredes exteriores, el que se presenta en la tabla siguiente.

(Continuación / Flujo de calor de las paredes)

Cuadro cálculo de ganancias para paredes exteriores:

PAREDES EXTERIORES						CARGA DE ENFRIAMIENTO		
EXPOSICION	ANCHO	ALTO	AREA	FACTOR U	D T (E-I)		SENSIBLE	LATENTE
	m	m	m ²	kcal/(h*m ² *°C)	°C T5		kcal/h	kcal/h
E	7.5	2.86	4.89	2.5	33.7		415	
N	23.82	2.86	24.21	2.5	20.4		1243	
O	16.56	2.86	39.61	2.5	45.2		4505	
S	0	0	0	2.5	12.4		0	
Ganancias por transmisión en paredes exteriores							6.163	0

Resultados Obtenidos: El cálculo de las ganancias por medio de los muros exteriores es equivalente a 6.163 kCal/h.

3.1.3.2 Flujo de Calor / Techumbres

Para la configuración de la techumbre procedemos de igual forma. Primero se determina el coeficiente global de transferencia U techumbre, para luego determinar la ganancia térmica de ésta.

U techumbre: 0,18 kCal/(h*m²*°C)

		e (m)	e (m)	e (m)
		0,01	0,15	0,006
TECHUMBRE	Film int	C. americano	P. expand.	Zinc
	λ	λ	λ	λ
		0,031	0,031	94,6

TECHUMBRE						CARGA DE ENFRIAMIENTO		
	LARGO	ANCHO	AREA	FACTOR U	D T		SENSIBLE	LATENTE
	m	m	m ²	T4	°C		kcal/h	kcal/h
	18.91	18.91	357.59	0.18	10		659	0
Calor por locales contiguos							659	0

Resultados Obtenidos: Podemos concluir que el valor de la ganancia térmica por techumbre es de 659 kCal/h.

3.1.4 FLUJO DE CALOR POR PAREDES INTERIORES

En primer lugar se deberá tener en cuenta las distintas características de los elementos que componen los paramentos interiores, como son los muros, con el fin de calcular los coeficientes globales de transferencia térmica U muro interior:

U muro interior: 2,32 kCal/(h*m²*°C)

MURO INT.		e (m)	e (m)
		0,015	0,015
	Film int	Y. carton	Y. carton
	λ	λ	λ
		0,172	0,172

PAREDES INTERIORES							CARGA DE ENFRIAMIENTO	
	ANCHO	ALTO	AREA	FACTOR U	D T (E-I)		SENSIBLE	LATENTE
	m	m	m ²		°C		kcal/h	kcal/h
	24.02	4	96.08	2.3	7		1562	
Ganancias por transmisión en techumbre							1.562	0

Resultados Obtenidos: Por lo tanto, las ganancias por paredes interiores o locales contiguos a la Zona Fitness es de 1.562 kCal/h.

3.2 CARGAS INTERNAS

3.2.1 PEAK DE PERSONAS EN ACTIVIDAD FISICA

La cantidad de calor emitido por persona depende de su tamaño y del grado de actividad física que mantenga, además de otros factores. Este aporte de calor al ambiente por ocupación se descompone en calor *Sensible* y calor *Latente*.

En la siguiente tabla, se aprecian las ganancias térmicas por efecto de la actividad que se desarrolla al interior de la Zona Fitness. Además se deberá tener en consideración cuanto es el número de personas en el horario de punta (o peak).

GANACIAS INTERNAS							CARGA DE ENFRIAMIENTO	
	CANT	SENSIBLE	LATENTE				SENSIBLE	LATENTE
	peak	kcal/h	kcal/h				kcal/h	kcal/h
POR OCUPANTES	39	142	237				5.534	9.224
Ganancias por ocupantes peak							5.534	9.224

Resultados Obtenidos:

- Ganancia térmica interna sensible por concepto de ocupación es de 5.534 kCal/h
- Ganancia térmica interna latente por concepto de ocupación es de 9.225 kCal/h

3.2.2 ILUMINACION

Un punto importante y no menor en las cargas internas es la iluminación, que es el calor proveniente de las lámparas, denominada ganancias *Sensibles*. Estas cargas se calcularon del proyecto eléctrico como de la misma visita previa de levantamiento, constatando que la iluminación se realiza por medio de lámparas fluorescentes del tipo CFL.

El cálculo de la carga de iluminación se aprecia en la siguiente tabla:

LUCES		CANTIDAD	POTENCIA	FACTOR USO	FACTOR		SENSIBLE	LATENTE
			watt				kcal/h	kcal/h
FLUORESCENTE TIPO 1		70	52	0.5	1.03		1.612	0
FLUORESCENTE TIPO 2		24	110	0.5	1.03		1.169	0
Ganancias por iluminación							2.781	0

Nota: Como el horario de cálculo de cargas térmicas se realiza durante el día, se considera sólo un factor de uso, debido al no uso de toda la iluminación en ciertas horas del día.

Resultados Obtenidos: En conclusión se puede apreciar a simple vista que aún aplicando un factor de uso a la iluminación del orden de 0,5 (quiere decir, que la mitad de las lámparas están encendidas) arroja como carga por iluminación 2.781kcal/h.

3.2.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS

Para el presente cálculo de cargas internas por equipos eléctricos, se deberán tener en cuenta los distintos aparatos que disipan calor en el ambiente:

ELECTRODOMESTICOS		CANTIDAD	SENSIBLE	FACTOR USO		SENSIBLE	LATENTE
			kcal/h			kcal/h	kcal/h
Pantalla LCD 21"		4	69	1		237	0
Pantalla LCD 50"		1	138	1		119	0
PC + notebook		3	450	0.75		871	0
Impresora Hp Laserjet 1018		1	215	0.5		92	0
Trotadora Matrix MX-T5x		6	1249	1		7.494	0
Trotadora Sports Fitness T670		4	1249	1		4.996	0
Ganancias por artefactos eléctricos						13.809	0

Resultados Obtenidos: La carga interna por equipos eléctricos, es equivalente a 13.809 kCal/h

3.3 CARGAS DEL AIRE EXTERIOR

3.3.1 CALOR SENSIBLE Y LATENTE DEL AIRE EXTERIOR

El aire interno sufre ciertas modificaciones producidas por los ocupantes, reduciendo el contenido de oxígeno y aumentando la cantidad de anhídrido carbónico, debido a los procesos de respiración, transpiración, etc. Por lo tanto, se debe establecer que el aire exterior que ingresa como ventilación natural, genere en el sistema, una renovación permanente del aire en circulación. Este aire nuevo es uno de los requisitos básicos que debe cumplir la instalación de acondicionamiento, y su cantidad depende del número de personas, del tipo de ocupación y actividad que se realiza en el ambiente.

En la tabla siguiente se puede apreciar la ganancia sensible y latente que se generan por concepto de aire exterior:

Area	Caudal por persona	Personas	Caudal por m2	Caudal x m2	Caudal x pers.
m2	l/(s*persona)	peack	l/(s*m2)	m3/min	m3/min
357.59	12	39	4	85.8	28.08

SENSIBLE	LATENTE
kcal/h	kcal/h
4.774	3.208

Resultados Obtenidos:

- La ganancia sensible debida al aire exterior es de: 4.774 kCal/h
- La ganancia latente debida al aire exterior es de: 3.208 kCal/h

3.4 CARGA TERMICA DE VERANO

(Resultados de 1° Etapa de Metodología de Desarrollo)

Habiendo revisado anteriormente todas las ganancias involucradas en la Zona Fitness del Club Palhuén, se procede a sumar todas ellas para obtener la Carga Térmica de Verano, la cual se puede apreciar en la siguiente tabla:

CARGAS TERMICA DE VERANO

CLIENTE : CLUB PAIHUEN

DIRECCION : ALGARROBAL DE CHICUREO, SANTIAGO, REGION METROPOLITANA

ZONA : FITNESS

FECHA : MIERCOLES 28 DE OCTUBRE DE 2009

CONDICIONES DE CALCULO Y DISEÑO

CIUDAD

SANTIAGO

LATITUD

33° 27'

SUR

LONGITUD

70° 42'

OESTE

HORA DEL DIA

15

Hr

GRADO CONFORT

FITNESS

VERANO

INTERIOR

EXTERIOR

TEMPERATURA BULBO SECO °C

22

32

TEMPERATURA BULBO HUMEDO °C

15

21

% DE HUMEDAD RELATIVA

50

36

GRAMOS DE AGUA / KG DE AIRE SECO

7,75

11,05

INVIERNO

INTERIOR

EXTERIOR

20

3

50

85

DIFERENCIA DE TEMPERATURA VERANO

10

°C

E

N

O

S

DIFERENCIA DE TEMPERATURA INVIERNO

17

°C

DIFERENCIA DE GRAMOS DE AGUA / KG DE AIRE

3,3

gr/kg

55,7

42,4

67,2

34,4

29

Tº EQUIV. °C VER TABLA T5

Tº OTROS

HAB. CONT

GANACIA POR RADIACION SOLAR A TRAVES DE VANOS DE VENTANA (exposición directa)

EXPOSICION

ANCHO

ALTO

AREA

F. SOLAR

F. SOMBRA

CARGA DE ENFRIAMIENTO

SENSIBLE

LATENTE

m

m

m²

kcal/h

kcal/h

E

6,9

2,4

16,56

97

1

1.606

N

18,3

2,4

43,92

115

1

5.051

O

5,17

1,5

7,755

608

1

4.715

S

0

0

0

106

1

0

Ganancias por radiación directa a través del vidrio

11.372

0

GANACIAS O PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

PUERTAS Y VENTANAS

ANCHO

ALTO

AREA

FACTOR U

Δ T

CARGA DE ENFRIAMIENTO

SENSIBLE

LATENTE

m

m

m²

kcal/(h*m2°C)

°C

kcal/h

kcal/h

E

6,9

2,4

16,56

5,2

10

861

N

18,3

2,4

43,92

5,2

10

2.284

O

5,17

1,5

7,755

5,2

10

403

S

0

0

0

5,2

10

0

Ganancias por transmisión en puertas y ventanas

3.548

0

PAREDES EXTERIORES

ANCHO

ALTO

AREA

FACTOR U

D T (E-I)

CARGA DE ENFRIAMIENTO

SENSIBLE

LATENTE

EXPOSICION

m

m

m²

kcal/(h*m2°C)

°C T5

kcal/h

kcal/h

E

7,5

2,86

4,89

2,5

33,7

415

N

23,82

2,86

24,21

2,5

20,4

1243

O

16,56

2,86

39,61

2,5

45,2

4505

S

0

0

0

2,5

12,4

0

Ganancias por transmisión en paredes exteriores

6.163

0

PAREDES INTERIORES

ANCHO

ALTO

AREA

FACTOR U

D T (E-I)

CARGA DE ENFRIAMIENTO

SENSIBLE

LATENTE

m

m

m2

°C

kcal/h

kcal/h

24,02

4

96,08

2,3

7

1562

Ganancias por transmisión en techumbre

1.562

0

TECHUMBRE

LARGO

ANCHO

AREA

FACTOR U

D T

CARGA DE ENFRIAMIENTO

SENSIBLE

LATENTE

m

m

m²

T4

°C

kcal/h

kcal/h

18,91

18,91

357,59

0,18

10

659

0

Calor por locales contiguos

659

0

(Continuación / Tabla Carga Térmica de Verano)

GANACIAS INTERNAS

						CARGA DE ENFRIAMIENTO	
	CANT	SENSIBLE	LATENTE			SENSIBLE	LATENTE
	peak	kcal/h	kcal/h			kcal/h	kcal/h
POR OCUPANTES	39	142	237			5.534	9.224
Ganancias por ocupantes peak						5.534	9.224

LUCE

	CANTIDAD	POTENCIA	FACTOR USO	FACTOR		SENSIBLE	LATENTE
		watt				kcal/h	kcal/h
FLUORESCENTE TIPO 1	70	52	0,5	1,03		1.612	0
FLUORESCENTE TIPO 2	24	110	0,5	1,03		1.169	0
Ganancias por iluminación						2.781	0

ELECTRODOMESTICOS

	CANTIDAD	SENSIBLE	FACTOR USO		SENSIBLE	LATENTE
		kcal/h			kcal/h	kcal/h
Pantalla LCD 21"	4	69	1		237	0
Pantalla LCD 50"	1	138	1		119	0
PC + notebook	3	450	0,75		871	0
Impresora Hp Laserjet 1018	1	215	0,5		92	0
Trotadora Matrix MX-T5x	6	1249	1		7.494	0
Trotadora Sports Fitness T670	4	1249	1		4.996	0
Ganancias por artefactos eléctricos					13.809	0

Qs

Ql

Subtotal Sensible	Subtotal Latente
kcal/h	kcal/h
45.429	9.224

GANANCIA DE AIRE EXTERIOR

Area	Caudal por persona	Personas	Caudal por m2	Caudal x m2	Caudal x pers.	SENSIBLE	LATENTE
m2	l/(s*persona)	peak	l/(s*m2)	m3/min	m3/min	kcal/h	kcal/h
357,59	12	39	4	85,8	28,08	4.774	3.892

QT subtotal en Kcal /hr

QT subtotal en KW

QTotal en Kcal /hr

QTotal en KW

Total en BTU /hr

Toneladas de refrigeración

Caudal Necesario de aire m³/h

Toma de aire exterior m³/h

FCS

Cantidad de aire en kg/h

Agua condensada l/h

50.203	13.115
58,38	15,25
63.318	
73,63	
251.188	
20,932	
12.293	
1.685	
0,831	
14.361	
47.39	

CONCLUSION; Dado lo anterior podemos concluir que la "La Carga Total en Verano" para la Zona Fitness es de 251.188 BTU/hr

4. POTENCIA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADOS EXISTENTES

A continuación se describen las características técnicas de los equipos de refrigeración y ventilación que actualmente utiliza Paihuen en las Salas Grupales⁴ y en Zona de Fitness:

MARCA : Carrier
MODELO : Exterior 8MPQ2405 / Interior 42MPQ2405
POTENCIA : 24.000 BTU/hr
CANTIDAD : 2

MARCA : Carrier
MODELO : Exterior 38YCC036 / Interior 42LSC36
POTENCIA : 36.000 BTU/hr
CANTIDAD : 2

La suma total de ambos equipos arroja la potencia instalada es: 120.000 BTU/hr

5. CARGAS DE SOBREDEMANDA

(Resultados de 2° Etapa de Metodología de Desarrollo)

Pese a que los equipos de aire acondicionado instalados logran en parte suplir la carga total al interior de la Zona Fitness se mantiene una considerable carga térmica insatisfecha dado que los equipos existentes no alcanzan a cubrir. La diferencia de “ganancias” se refleja en la elevada temperatura al interior.

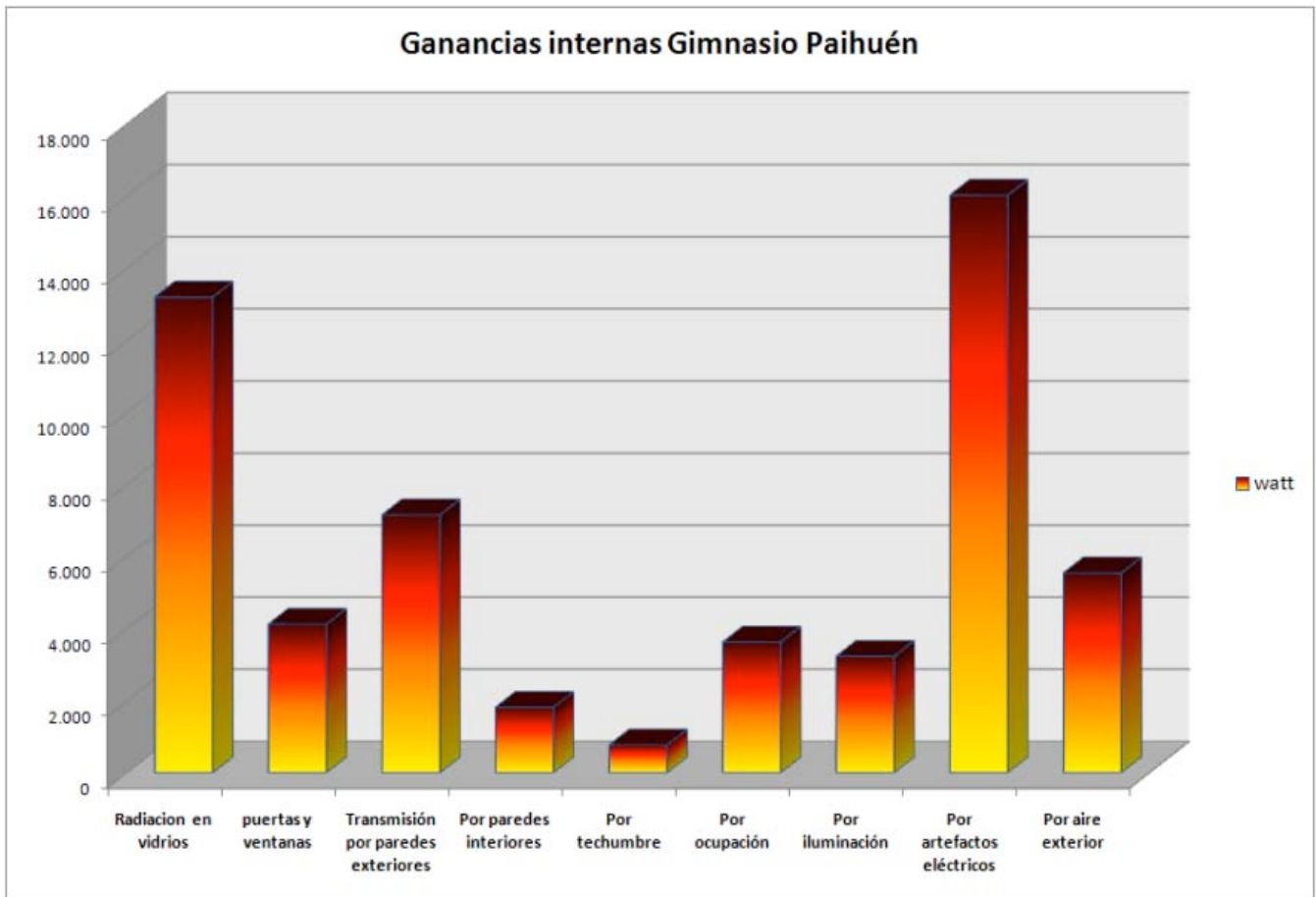
Resumen Situación Actual / Balance

Carga térmica de verano total : 251.188 BTU/hr
Carga que suplen los equipos : 120.000 BTU/hr
Delta actual : 130.188 BTU/hr

Esta es la potencia que se genera debido a la ampliación de la Zona Fitness, sumados a las ganancias solares por vidrio, transmisión por paredes y techumbre, locales contiguos, ocupación, iluminación, artefactos eléctricos y aire exterior.

⁴ Se identifican como Zona 1 y Zona 1 en el esquema general de planta de la página 7.

6. BALANCE TERMICO Y CONCLUSIONES



El balance térmico de la Zona Fitness, genera 4 factores de ganancias con aportes considerables, que deberán ser manejadas con el fin de disminuir su incidencia en las temperaturas del recinto. Estas se describen a continuación:

- 1- Radiación en Vidrios exteriores
Comprende la energía aportada del exterior por los vidrios de la Zona Fitness ampliada.
- 2- Transmisión por paredes exteriores
Corresponde a la energía aportada del exterior por los muros de la envolvente en Zona Fitness
- 3- Ganancias por aparatos eléctricos.
Corresponde a las ganancias térmicas aportadas por el equipamiento del recinto para los socios del club Palhuén.
- 4- Ganancias por aire exterior.
Corresponde a las cargas de infiltración y ventilación desde el exterior al interior del edificio.

Para mantener estrategias de ventilación, es preciso poder “optimizar arquitectónicamente” la envolvente con el fin de poder disminuir las demandas de ventilación del espacio Zona Fitness y así poder lograr con la estrategia de ventilación, disminuir en un rango más amplio, las temperaturas del espacio.

6.1- ESTRATEGIA DE OPTIMIZACION Y VENTILACION SEMI-PASIVA

Con la finalidad de reducir las elevadas cargas internas que actualmente presenta el Club se ha diseñado una Estrategia Bioclimática⁵ Semi Pasiva, la cual consiste en aumentar de manera significativa la ventilación sumado a pre-enfriar el aire antes de su ingreso a las salas.

Se detalla a continuación, el desglose de la solución a implementar en el Club, con el fin de generar un modelo teórico el cual será probado en simulación dinámica durante la segunda fase del estudio.



1- AMPLIACION DE COBERTURA DE SOMBRA:

Con el fin de la inducción del aire de una zona exterior, que mantenga una temperatura menor y que aquella zona mantenga parámetros manejables de enfriamiento por evaporación, se amplía el factor de sombra para esta zona.

2- ESTRATEGIA EVAPORATIVA:

Al mantener una temperatura alta, la estrategia de evaporación mantiene un factor de eficiencia en climas de baja humedad relativa.

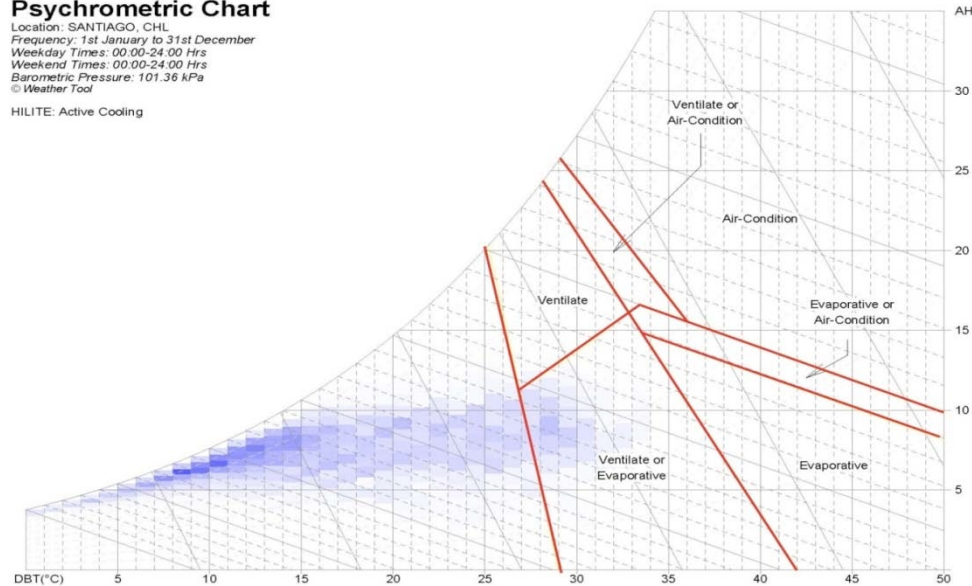
Al analizar la carta psicométrica de Santiago, (superficie azul) un porcentaje de días importantes que se mantienen por sobre los 28° de temperatura. Al mantener una baja Humedad relativa, *el aire puede ser humectado, disminuyendo su temperatura de inserción a los espacios.*

⁵ Se aprovecha las condiciones propias del lugar poniendo énfasis en el diseño pasivo por sobre la aplicación de Ecotecnologías.

Carta Psicrométrica para Santiago / Paihuén

Psychrometric Chart

Location: SANTIAGO, CHL
 Frequency: 1st January to 31st December
 Weekday Times: 00:00-24:00 Hrs
 Weekend Times: 00:00-24:00 Hrs
 Barometric Pressure: 101.36 kPa
 © Weather Tool
 HILITE: Active Cooling



3- INSERCIÓN DE AIRE FORZADO AL RECINTO:

Según la disminución de cargas internas de la Zona Fitness, se induce el aire hacia los espacios interiores para suplir la sobredemanda del gimnasio. La intervención se genera por el cielo falso del 1° Nivel, con el fin de no mantener intervenciones mayores.

4- PROTECCIÓN SOLAR:

El control de las ganancias solares, al ser una de las cargas de mayor relevancia en el factor de sobrecarga térmica, mantiene dimensiones mínimas de diseño, según el estudio de sombras generado, con el fin de optimizar una apropiada iluminación natural y a la vez disminuir las ganancias directas al edificio.

5- EXTRACCIÓN DE AIRE VICIADO:

En relación los puntos de funcionamiento de los equipos existentes, la extracción del aire viciado deberá corresponder a la menor pérdida energética lograda por estos equipos, siendo el punto de extracción, el más lejano del radio de acción de la climatización existente.

Nota: La intervención propuesta se basa en la asociación de estrategias pasivas y sistemas mecánicos de inyección de aire a los espacios por lo que corresponde a una estrategia semi-pasiva, la cual se complementa de forma eficiente en relación a la problemática existente.

ANEXOS DE CALCULO

CALCULO COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSFERENCIA

MURO EXTERIOR

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}}$$

	e (m)	λ
Film int	0.025	1.204
Estuco	0.15	1.505
Hormigón	0.025	1.204
Estuco		
Film ext		

$$U = \frac{1}{\frac{1}{5.05} + \frac{0.025}{1.204} + \frac{0.15}{1.505} + \frac{0.025}{1.204} + \frac{0.000}{0.559} + \frac{0.000}{0.0292} + \frac{0.000}{0.56} + \frac{1}{17.2}}$$

$$U = 0.198 + 0.021 + 0.100 + 0.021 + 0.000 + 0 + 0.000 + 0.058$$

$$U_{muro} = \frac{1.00}{0.397}$$

MURO INTERIOR

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}}$$

	e (m)	λ
Film int	0.015	0.172
Y. carton	0.015	0.172
Y. carton		
Film ext		

$$U = \frac{1}{\frac{1}{5.05} + \frac{0.015}{0.172} + \frac{0.015}{0.172} + \frac{0.000}{1.204} + \frac{0.000}{0.559} + \frac{0.000}{0.0292} + \frac{0.000}{0.56} + \frac{1}{17.2}}$$

$$U = 0.198 + 0.087 + 0.087 + 0.000 + 0.000 + 0 + 0.000 + 0.058$$

$$U_{muro} = \frac{1.00}{0.431}$$

CIELO

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}}$$

	e (m)	λ
Film int	0.01	0.031
amercap	0.15	0.031
expand	0.006	94.600
Zinc	0.006	0.035
Film ext		

$$U = \frac{1}{\frac{1}{5.05} + \frac{0.010}{0.031} + \frac{0.15}{0.031} + \frac{0.006}{94.600} + \frac{0.000}{0.035} + \frac{0.000}{0.035} + \frac{0.00}{0.04} + \frac{1}{17.2}}$$

$$U = 0.198 + 0.323 + 4.845 + 0.000 + 0.000 + 0.000 + 0.000 + 0.058$$

$$U_{cielo} = \frac{1.00}{5.424}$$

PISO

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}}$$

	e (m)	λ
Film int	0.6	0.421
Arena c.	0.15	1.978
Ripio	0.08	1.505
Hormigón	0.001	1.51
Ceramic		
Film ext		

$$U = \frac{1}{\frac{1}{5.05} + \frac{0.600}{0.421} + \frac{0.15}{1.978} + \frac{0.080}{1.505} + \frac{0.001}{1.505} + \frac{0.000}{0.037} + \frac{0}{0.56}}$$

$$U = 0.198 + 1.424 + 0.076 + 0.053 + 0 + 0 + 0$$

$$U_{piso} = \frac{1.00}{1.751}$$

U Muro	2.52	kcal/(hr·m ² ·°C)
U Muro i.	2.32	kcal/(hr·m ² ·°C)
U ventana	5.2	kcal/(hr·m ² ·°C)

Ucielo	0.18	kcal/(hr·m ² ·°C)
U piso	0.57	kcal/(hr·m ² ·°C)