

## PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO TERMICO Y FUNCIONAL DEL ALBERGUE ESCOLAR DE MAQUINCHAO - PROV. RIO NEGRO.

Arq. Julio César Pardo, Arq. Alberto José Jurgeit, Arq. Norma Noemí Piva, Arq. Dante Enrique Di Fiore, Lic. Luisa Cristina Arroyo, Lic. Andrés Héctor Ponce de Lební, y Lic. Jorge Luis Guerrero.

C.E.V.Eq.U - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Comahue.  
Buenos Aires 1400 - 8300 Neuquén.

### RESUMEN:

Se presentan datos de la localidad y características de la demanda que originó el proyecto. El prototipo existente presenta fallas de adecuación: - Implantación en el terreno. - Deterioro de los componentes constructivos con deficiente aislación y estanqueidad. - Excesivos gastos de operación del equipo de calefacción. - Espacios desbordados por los requerimientos funcionales de los usuarios.

Premisas de la propuesta: 1) Mejorar el comportamiento energético. 2) Brindar una respuesta arquitectónica a los requerimientos. 3) Integrar los espacios exteriores a la propuesta funcional del edificio y contribuir con su diseño a la protección de los agentes climáticos.

A efectos de definir el problema planteado se cumplió una primera etapa de análisis y evaluación mediante relevamientos y simulación del comportamiento energético y económico del edificio (Programas CLIMBAL, BALUNC, RENOVAC, DISCRIMI y COSTOS desarrollados en el C.E.V.Eq.U.). De la simulación del proyecto se observa un ahorro energético, reducción de consumo de combustible y costos operativos, y una inversión amortizable en corto plazo. (2)

### INTRODUCCION:

Maquinchao es una localidad del centro sur de la Provincia de Río Negro, de aproximadamente 1700 habitantes. Distante 75 Km de la localidad más próxima. Adolescente de migración poblacional hacia zonas urbanas, falta de servicios esenciales y de expectativas de desarrollo. La escasa población, en su mayoría dedicada a la producción ovina, posee una gran dispersión en su distribución espacial, con altos grados de analfabetismo y semi-analfabetismo. La instalación de albergues surge como solución frente a las grandes distancias que median entre las unidades familiares aisladas en la zona rural y las escuelas.

La población atendida en el albergue asciende a 43 niños de familias, dispersas en la zona rural. Estos grupos familiares se caracterizan por ser pequeños ganaderos minifundistas, o peones de zonas rurales como asalariados no calificados.

La escasez de combustibles es un grave problema en la región, dependiendo de centros de abastecimiento extrarregionales, ello sumado al alto costo del consumo de combustible en el periodo invernal, llevaron a considerar al Obispado de Viedma, a cargo del edificio, la importancia de efectuar un uso racional de los recursos disponibles surgiendo así el trabajo que nos ocupa.

### DESCRIPCION DEL CLIMA:

Como datos meteorológicos se consideraron 30 años de estadísticas de la estación del S. M. N. Maquinchao (1951-1980). Estos datos registran temperaturas mínimas absolutas que superan los  $-25^{\circ}\text{C}$ ; todos los meses del año se producen mínimas absolutas bajo cero. Las temperaturas máximas absolutas son de  $37,5^{\circ}\text{C}$  en enero, observándose amplitudes térmicas extremas anuales del orden de los  $62,5^{\circ}\text{C}$ . En verano las amplitudes térmicas medias son de  $17^{\circ}\text{C}$  y en invierno de  $11^{\circ}\text{C}$ . Los vientos predominantes son del oeste (46% del total de frecuencias) con una velocidad media de  $18\text{Km/h}$  ( $5\text{m/s}$ ). Es notable el porcentaje de calmas 32.3% del total, las cuales se registran sobre todo en invierno.

En cuanto a las precipitaciones de 185mm al año se distribuyen uniformemente a lo largo del año, con nevadas (10 días al año promedio) en invierno.

#### DESCRIPCION DEL EDIFICIO:

Se encuentra ubicado en una esquina con retiros de 10 metros de las líneas municipales, siguiendo el trazado del damero urbano. El predio de 50m x 80m aproximadamente no presenta otras edificaciones relevantes. El terreno libre no se encuentra parquizado y/o acondicionado para el desarrollo de actividades al aire libre.

Es un prototipo proyectado por la Dirección Gral. de Arquitectura de la Provincia que ha sido implantado en otros sitios con las consecuentes fallas de adecuación al medio. Los locales de servicio se disponen en la orientación más desfavorable, como espacio tapón, buscando mejorar el acondicionamiento de los locales con mayores condicionantes de uso. Se observa el congestionamiento de actividades del salón de usos múltiples, dado que se realizan actividades por miembros de la comunidad además de las propias del Albergue (comedor, sala de costura, manualidades y artesanías, cultivo de plantas, juegos de los niños, reuniones, aula, biblioteca, etc.). El acondicionamiento del interior se realiza por un equipo de calefacción por aire caliente que se abastece de gas-oil con altos costos de operación.

En la construcción del edificio no se advierte el uso de tecnologías del lugar, el sistema constructivo adoptado fue tradicional racionalizado, con muros portantes de ladrillo común (30cm de espesor) en su exterior y tabicado interior de mampostería (15cm de espesor) la cubierta a dos aguas de chapa galvanizada con espacio de ático frío, cielorraso de machihembrado con deficiente estanqueidad a las infiltraciones de aire y cuya aislación (poliestireno expandido) se encuentra en un alto grado de deterioro. El piso es de mosaicos graníticos con contrapiso de hormigón sobre terreno natural, careciendo de aislación térmica.

Las carpinterías exteriores son de marcos de chapa y hojas de abrir de madera con postigones corredizos en dormitorios y S.U.M. y sin postigones en locales de servicio, aportando ambas una deficiente aislación y estanqueidad a las infiltraciones. Las carpinterías interiores son de las mismas características.

#### SIMULACION DEL COMPORTAMIENTO ENERGETICO:

La simulación del comportamiento energético del edificio se realizó a través de un programa de balance energético de la envolvente en régimen estacionario (BALUNC). Se usaron para el cálculo, las temperaturas medias mensuales que procesadas por el programa CLIMBAL nos proporciona temperaturas diurnas y nocturnas y las entalpías correspondientes.

Con estos datos el programa BALUNC calcula radiaciones para los distintos planos de la envolvente, modifica los valores de resistencia de las capas límites exteriores obteniéndose resultados por sector de envolvente y totales de Ganancia Solar Directa e Indirecta, Conducción Opaca Diurna y Nocturna y Conducción Transparente Diurna y Nocturna para el día medio de cada mes del año. Luego se utilizó el programa RENOVAC (balance por renovaciones de aire) para calcular los intercambios de calor transportado en las renovaciones de aire, en base al uso de los locales y su factor de ocupación.

Los resultados arrojados en estos balances son para el día medio de enero 14.5 MJ de ganancias y para el día medio de junio -2708.1 MJ de pérdidas.

Mediante el programa DISCRIMI que discrimina resultados de balance por sector de envolvente, locales, orientaciones y periodos diurnos y nocturnos se determinó: -los componentes constructivos con mayor grado de intercambios térmicos son la cubierta (37.7 % de las pérdidas en junio), los muros (20,4 % de las pérdidas en junio) y el piso (11,4 % de las pérdidas en junio). En el caso de la cubierta con un régimen estacional, produciéndose ganancia solar en verano.

-los locales con mayor porcentaje de pérdidas en junio son los servicios (42.2 %), dada la orientación de los mismos y los dormitorios (33,8 %), aunque teniendo en cuenta el factor de ocupación se debe considerar al salón de usos múltiples (24 %) como local con alta incidencia en la estructura de pérdidas.

-dada la configuración rectangular del edificio con los lados mayores al noreste (-90°) y al sudoeste (130°) los intercambios térmicos mayores se dan en estas orientaciones, preponderantemente por la cubierta.

-las pérdidas de calor durante la noche, importantes aún en el periodo estival. Los sectores de envolvente afectados de mayor fluctuación día-noche son los muros exteriores, los aventanamientos y la cubierta. En el día medio de enero se producen pérdidas nocturnas del orden de -349 MJ. En el día medio de junio las pérdidas nocturnas llegan al 68,2 % del resultado del balance diario con -1847 MJ.

-dado que el uso efectivo del albergue se realiza durante el periodo escolar (marzo a diciembre), se considera significativo el valor de las pérdidas en este periodo en el orden de -489374 MJ.

-los consumos reales de combustible, como se mencionara, rondan los 4500 litros de gas-oil por mes durante cuatro meses.

-los consumos teóricos calculados arrojan valores representados en la tabla correspondiente con un total en el periodo escolar de 19600 lts. de gas-oil y con un rendimiento teórico del equipo del 70 %. Las diferencias que pudiera haber con los consumos reales se deben al descontrol de las infiltraciones de aire por cielorrasos y aventanamientos, al rendimiento del equipo y al estado general de deterioro de las aislaciones.

En síntesis, las pérdidas de calor constituyen el principal condicionante energético en todo el periodo escolar. La deficiente aislación del edificio afecta a todos los componentes constructivos, aunque agravándose para el caso de cubierta y piso por su importante superficie relativa de envolvente. Los locales de uso más efectivo (S.U.M. y dormitorios) se ven afectados en su acondicionamiento térmico. La orientación del contrafrente se ve influida negativamente por los vientos predominantes y la falta de aislamiento en invierno. El ciclo nocturno agrava la situación de la cubierta e incide en muros y aventanamientos. Se torna necesario entonces efectuar un mejoramiento de la aislación de cubierta y pisos, como así también de la protección nocturna y estanqueidad de los aventanamientos haciendo especial énfasis a las orientaciones de mayor desarrollo perimetral.

#### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

##### OBJETIVOS E INTENCIONES:

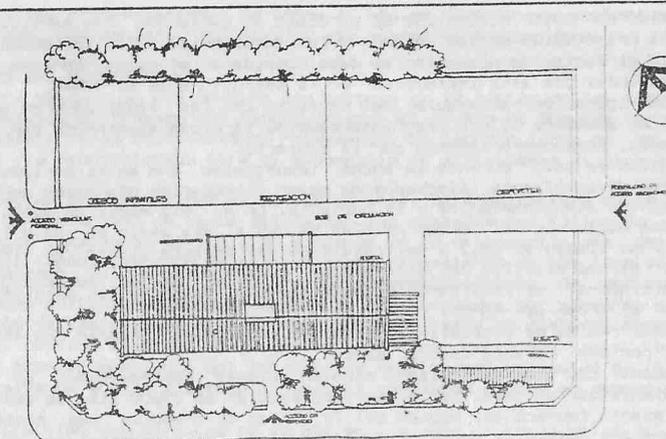
Se plantea en términos de una acción educativa de mayor intensidad a largo plazo, y tomando como unidad a los niños, para que en el futuro transfieran los conocimientos adquiridos a sus hogares. Partiendo del reconocimiento de los criterios de acondicionamiento heliotérmico, se pretende que los usuarios identifiquen sus fuentes y experimenten sus ventajas.

##### USO DE ESPACIOS EXTERIORES:

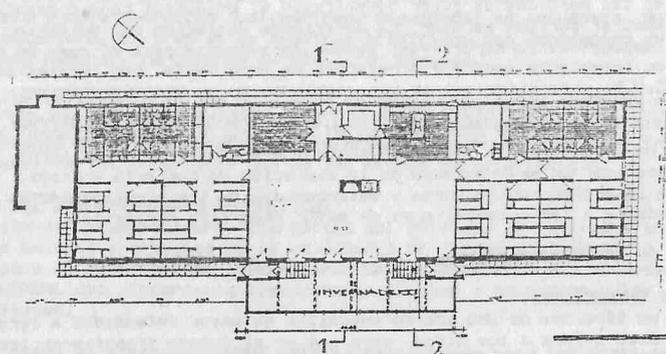
Se propone una barrera forestal para aminorar la influencia de los vientos y servir además como protección de los espacios exteriores aledaños al albergue. Se plantea una circulación exterior longitudinal, creando dos zonas a ambos lados de la misma para: actividades de recreación a un lado (deportes, juegos infantiles, etc.) y de producción y mantenimiento (carpintería, huertas, corrales, criaderos, etc.) al otro.

##### CONDICIONAMIENTO HELIOTERMICO:

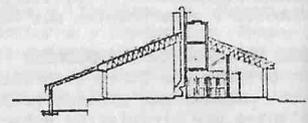
Definidas las condicionantes energéticas del edificio se elaboró un modelo intervinando aquellos sectores de la envolvente más comprometidos: Se aumentó la aislación de la cubierta con la incorporación de 10 cm de paneles rígidos de lana de vidrio de 50 Kg/m<sup>3</sup> de densidad. Se incorporaron planchas de poliestireno expandido de 30 Kg/m<sup>3</sup> de densidad al piso del salón de usos múltiples y los dormitorios,



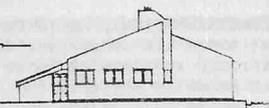
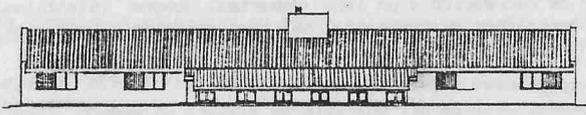
PLANIMETRIA



PLANTA PROPUESTA



CORTE I-I



VISTA NOROESTE

ejecutando para este fin un entramado de madera sobre el piso existente sobre el que apoyará un piso de madera machimbrada. En el paramento exterior orientado al sudoeste se creó un talud de tierra hasta el nivel de antepecho aumentando su aislación y dando un perfil más apropiado para la orientación de vientos predominantes. Se sellaron los encuentros del cielorraso por donde se producen infiltraciones de aire, se mejoró la hermeticidad de las carpinterías con la incorporación de burlletes, la aislación de las hojas con la incorporación de doble vidrio, y de los postigos adaptándolos a sistema de abrir.

Se desestimó, de acuerdo a los resultados arrojados en los balances, la recuperación del calor del aire de ventilación (19 % del total de pérdidas), por la inversión que esto hubiera significado en un intercambiador de calor.

Se crea un espacio tapón (invernadero) adyacente al salón de usos múltiples, brindando accesos con esclusas al edificio para evitar las renovaciones bruscas del aire interior, sirviendo a su vez como expansión de las actividades del S.U.M. Este invernadero de 68 m<sup>2</sup> se planteó rehundido medio nivel para permitir continuar con la pendiente de la cubierta del albergue. Se planteó un sistema constructivo de las mismas características del albergue con mampostería portante, cubierta de chapa translúcida de PRFV con estructura de sostén de vigas reticuladas de hierro, y aventanamientos al frente con doble vidrio. Se prevé de dispositivos operables de ventilación en la parte superior del invernadero para la evacuación del calor en época estival, más la disposición de los accesos que facilitan una circulación cruzada de las corrientes de aire. El aprovechamiento de calor del invernadero se realiza por convección natural a través de las aberturas del salón de usos múltiples, planteándose la circulación a través de conductos hacia los dormitorios.

**SIMULACIONES SOBRE EL MODELO PROPUESTO:**

Calculados los balances sobre el modelo resulta que para el día medio de enero se producen 1119.2 MJ de ganancias y para el día medio de junio -1345.7 MJ de pérdidas, lo que significa en el último caso una reducción del 50.3 % de las pérdidas con respecto al edificio actual. Con respecto al primer valor (verano) cabe mencionar que el invernadero aporta 1238.7 MJ en el día medio de enero por lo que el calor adicional se elimina por ventilación. Asimismo, no se lo considera como local de uso pleno por lo que no se hace necesario llevarlo a temperatura de confort. Las pérdidas totales en el periodo escolar alcanzan a -161143 MJ, lo que representa una reducción del 67.2 % con respecto al edificio en la actualidad. Los consumos de combustible se calcularon para los meses cuyos balances resultan con pérdidas, con un total en el periodo escolar de 6453 lts. de gas-oil lo que representa una reducción del mismo orden que la anterior.

La síntesis de resultados de balance del edificio existente y del modelo propuesto para días medios mensuales y anuales, totales mensuales y anuales, y consumos de combustible mensual y por periodo escolar, se aprecian en las tablas correspondientes.

**EVALUACION ECONOMICA:**

Como se puede ver en las tablas el costo teórico del combustible en el periodo escolar asciende a A 88381, este valor se reduce con la propuesta a A 28974 (reducción del 67 %). El monto de la inversión es de A 365016, y en la evolución del mismo a valor constante se observa que antes del sexto año comienza a ser económicamente conveniente. El ahorro producido a partir del sexto año supera al monto de la inversión inicial antes de los doce años, lapso considerado muy inferior al de la vida útil del edificio.

En este simple análisis no se consideran porcentajes de incremento del costo de combustibles ni intereses usuales a moneda constante, lo que reafirmaría la conveniencia de la propuesta. (2).

**ESTADO ACTUAL Y CONCLUSIONES:**

Dado lo imprescindible de la función social que cumplen los albergues escolares en zonas aisladas se torna necesario reducir los costos de operación a través del ahorro energético para optimizar el capital invertido. A través del desarrollo de la propuesta que nos ocupa se demuestra la factibilidad de tal emprendimiento. Una vez terminados los trabajos se plantea la formulación de un programa de mediciones para contrastar el modelo. Se prevee su ejecución en época de receso escolar para así no interrumpir el servicio prestado a sus usuarios.

**REFERENCIAS:**

- 1) "Sistematización de datos climáticos" L. Arroyo y otros. XII R. T. ASADES - 1987
- 2) "Evaluación económica de sistemas energéticos" J. Guerrero y otros. IAS La Plata. 1983.

**EDIFICIO EXISTENTE****TOTALES MENSUALES DE TODO EL AÑO**

MES	ESD	CTD	ESI	COD	CTN	CON	RAD	RAN	TOT MES
ENE	6473	-355	1547	4222	-438	-9068	-622	-1310	449
FEB	6481	-508	1647	3543	-506	-9999	-655	-2106	-2105
MAR	6283	-1717	1535	-3094	-1020	-16818	-1391	-3646	-19868
ABR	5020	-3026	1183	-10107	-1739	-25502	-3195	-6152	-43518
MAY	3322	-4066	732	-15946	-2532	-35042	-4501	-7682	-65715
JUN	2916	-4800	632	-18654	-3191	-42429	-5932	-9786	-81244
JUL	3225	-5112	707	-19688	-3203	-42730	-6210	-10208	-83219
AGO	4241	-5037	935	-18409	-2724	-36943	-5615	-9438	-72990
SET	5261	-4579	1163	-15333	-2088	-28815	-4792	-8479	-57662
OCT	6236	-3821	1430	-10711	-1496	-21688	-3487	-6883	-40420
NOV	6508	-2176	1499	-3042	-863	-13791	-1817	-4119	-17801
DIC	6565	-1099	1455	849	-564	-10273	-861	-3009	-6937

**TOTALES ANUALES**

62532 -36297 14465 -106370 -20365 -292098 -39078 -72819 -491030

**PROPUESTA DE ACONDICIONAMIENTO****TOTALES MENSUALES DE TODO EL AÑO**

MES	ESD INV	ESD	CTD	ESI	COD	CTN	CON	RAD	RAN	TOT MES
ENE	39020	4548	-201	1480	-2731	-232	-5258	-622	-1310	34695
FEB	33091	4469	-290	1585	-1624	-273	-5702	-655	-2106	30495
MAR	26718	4314	-980	1489	-4405	-557	-9275	-1391	-3646	14266
ABR	20223	3430	-1725	1157	-7062	-961	-13587	-3195	-6152	-7872
MAY	11818	2268	-2312	718	-9328	-1411	-18457	-4501	-7682	-28886
JUN	10529	1428	-2722	483	-10485	-1783	-22107	-5932	-9786	-40375
JUL	11839	2198	-2903	695	-11117	-1787	-22279	-6210	-10208	-39772
AGO	16717	2899	-2860	914	-10900	-1507	-19307	-5615	-9438	-29097
SET	22183	3611	-2597	1129	-9853	-1139	-15204	-4792	-8479	-15141
OCT	29980	4300	-2170	1377	-8314	-806	-11625	-3487	-6883	2372
NOV	36352	4507	-1231	1432	-5022	-458	-7608	-1817	-4119	22036
DIC	38254	4560	-620	1384	-3272	-297	-5828	-861	-3009	30311

**TOTALES ANUALES**

300724 42533 -20611 13844 -84113 -11210 -156237 -39078 -72819 -26968