

## **APORTES PARA LA EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS**

Mg. Arq. Del Bello, Carolina

Coordinadora de Proyectos Arquitectónicos.  
Asesora en Eficiencia Energética y Sustentabilidad

Área de Infraestructura UNRN

[cdelbello@unrn.edu.ar](mailto:cdelbello@unrn.edu.ar)

[delbellocarolina@gmail.com](mailto:delbellocarolina@gmail.com)

# APORTES PARA LA EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS UNIVERSITARIOS

## CONTEXTO Argentina: Situación energética + Climas



## El camino hacia Edificios Universitarios Sustentables



## Experiencia de aplicación UNRN : Sede Andina – Campus Bariloche

- Breve introducción UNRN + Sede Andina
- Concurso de Plan Maestro, Ideas y anteproyecto
- Evaluación de eficiencia energética
- Estrategias para optimizar el consumo energético
- Construcción



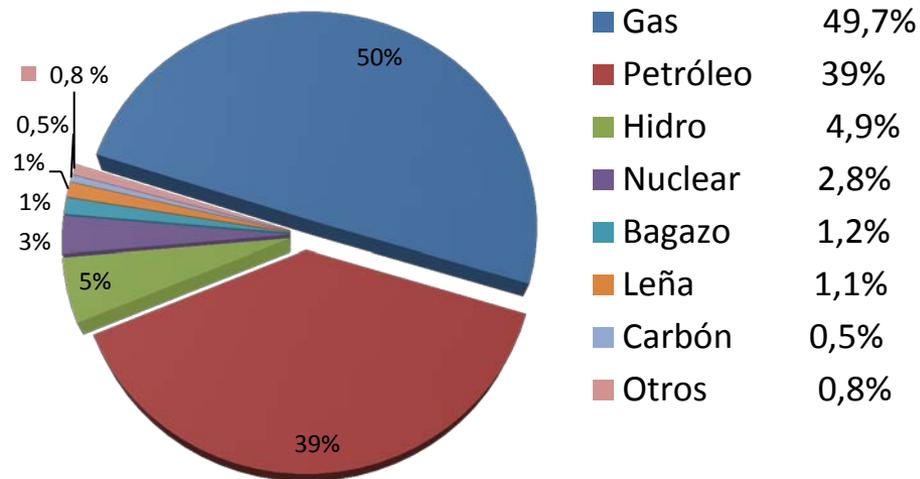
## Conclusiones

- Retos Actuales para la Obra Pública y las Universidades Nacionales
- Objetivos - Evidencia – Transferencia



# CONTEXTO: Situación energética en Argentina

## Fuentes de Energía



## Consumo de Energía

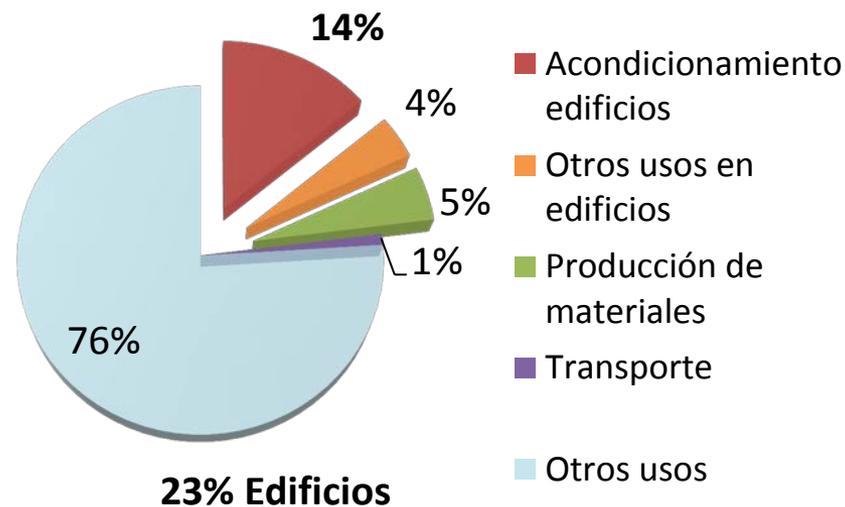


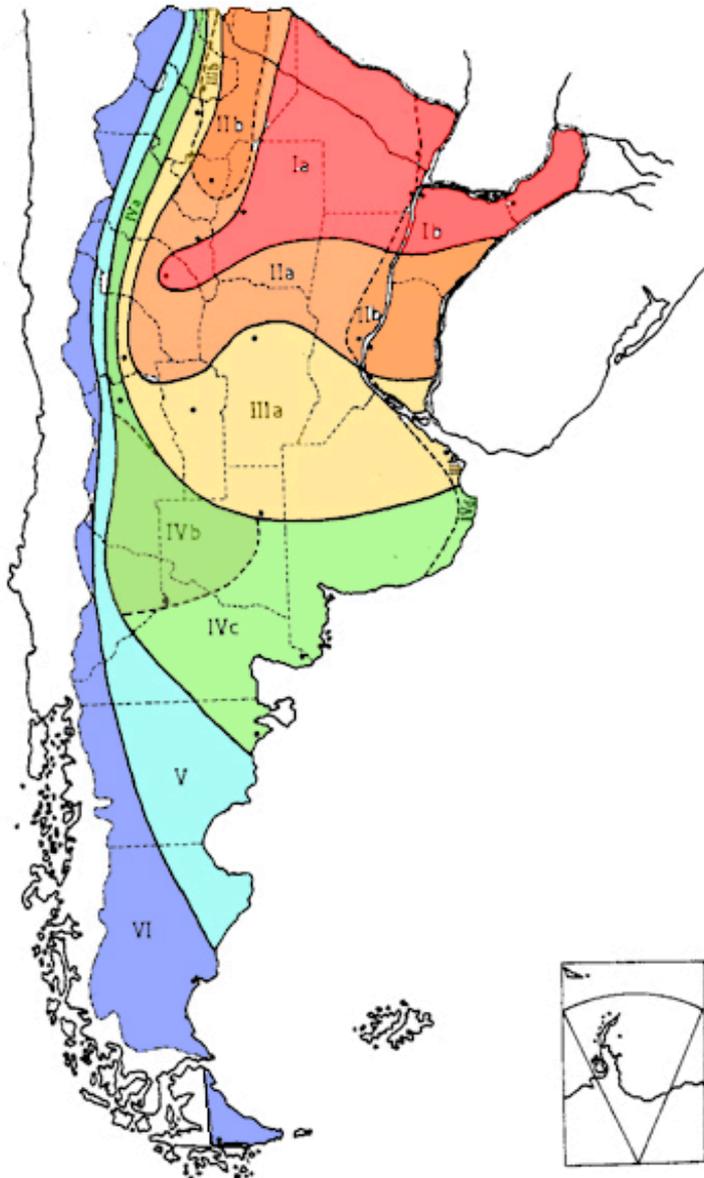
## Dependencia en combustibles fósiles 89,2 %

Secretaría de Energía de la Nación: Balance Energético Nacional

Una reducción del consumo implica por un lado consumir menos recursos no renovables, y por otro reducir las emisiones de GEI con el consiguiente beneficio ambiental.

## Emisiones de Gases Efecto Invernadero





## Calefacción: según los grados días<sup>1</sup> o zona bioambiental

Zona bioambiental Grados días

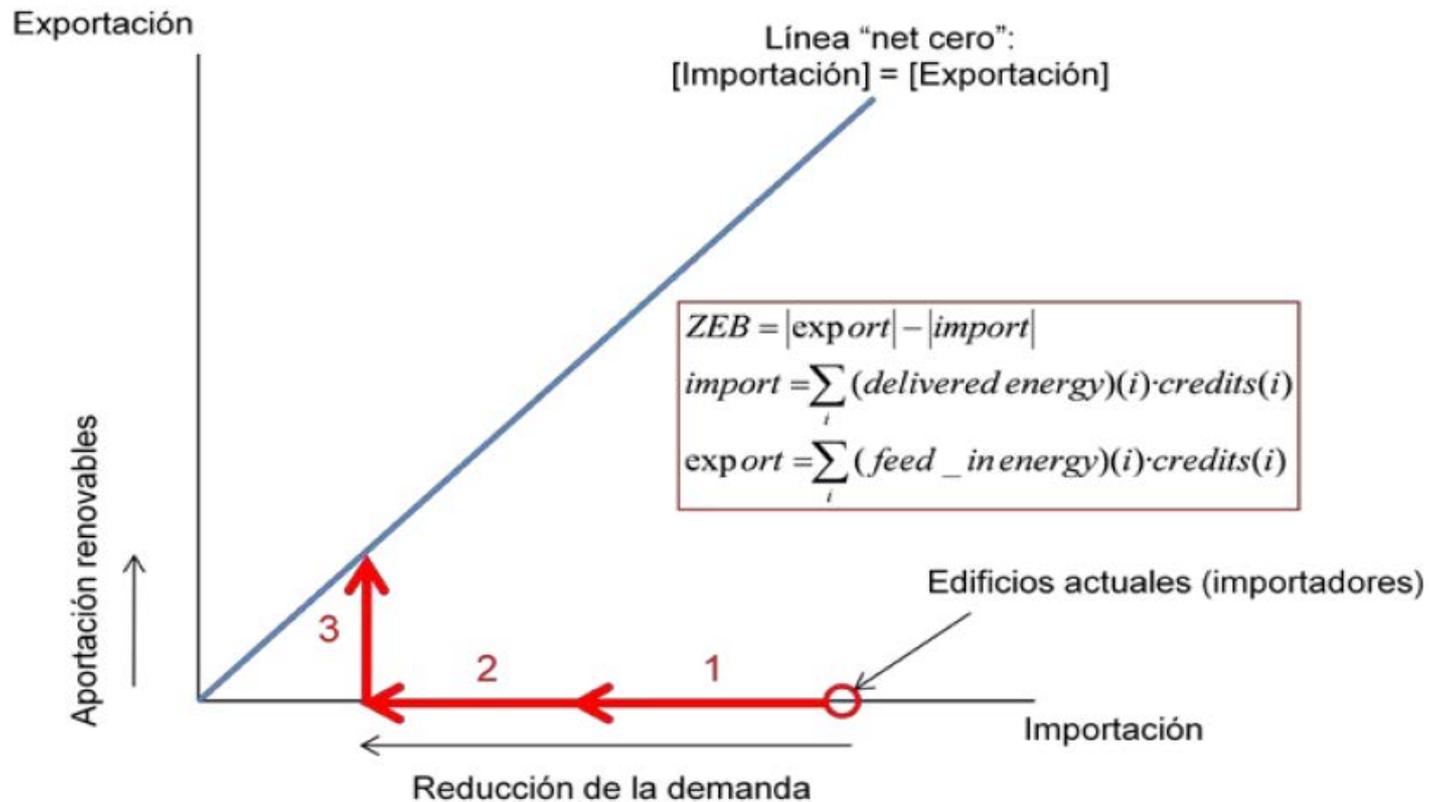
I. Muy cálido	> 400
II. Cálido	400 - 800
III. Templado	800 - 1200
IV. Templado frío	1200 - 2000
V. Frío	2000 - 2700
VI. Muy frío	> 2700

Fuente: Norma IRAM 11.603 / 1996

<sup>1</sup>**Grados días:** Índice de la duración y severidad del invierno, proporcional a la demanda de energía de calefacción de un edificio.

Ej.: Una vivienda en Río Gallegos requiere 3 veces más energía que la misma vivienda en Buenos Aires. Mayor aislación/ Equipos de calefacción de altas prestaciones.

# El Camino hacia los Edificios Sustentables



“El camino hacia los edificios de balance energético cero (NZEB)” Dr. Jaume Salom y Eduardo Cubi

- (1) **Reducir la demanda** y Mejora de la eficiencia mediante sistemas pasivos  
(Mejorar las envolventes, reducir las cargas internas, utilizar estrategias pasivas de diseño)
- (2) **Mejorar la eficiencia** de equipos y sistemas activos + **Producir renovables** de autoconsumo en el edificio
- (3) **Exportar energía** renovable desplazando la utilización de combustibles fósiles= NZEB

# El Camino hacia los Edificios Sustentables

Pasos recomendados para lograr edificios eficientes energéticamente



1

- **Compromiso** desde el inicio del proyecto.

2

- Establecer **pautas y estrategias** de diseño pasivo.

3

- Integrar diseño, instalaciones, **equipos y sistemas activos**

4

- **Simular** el comportamiento energético del proyecto

5

- **Comprobar** diseño + **Evaluar** resultados

6

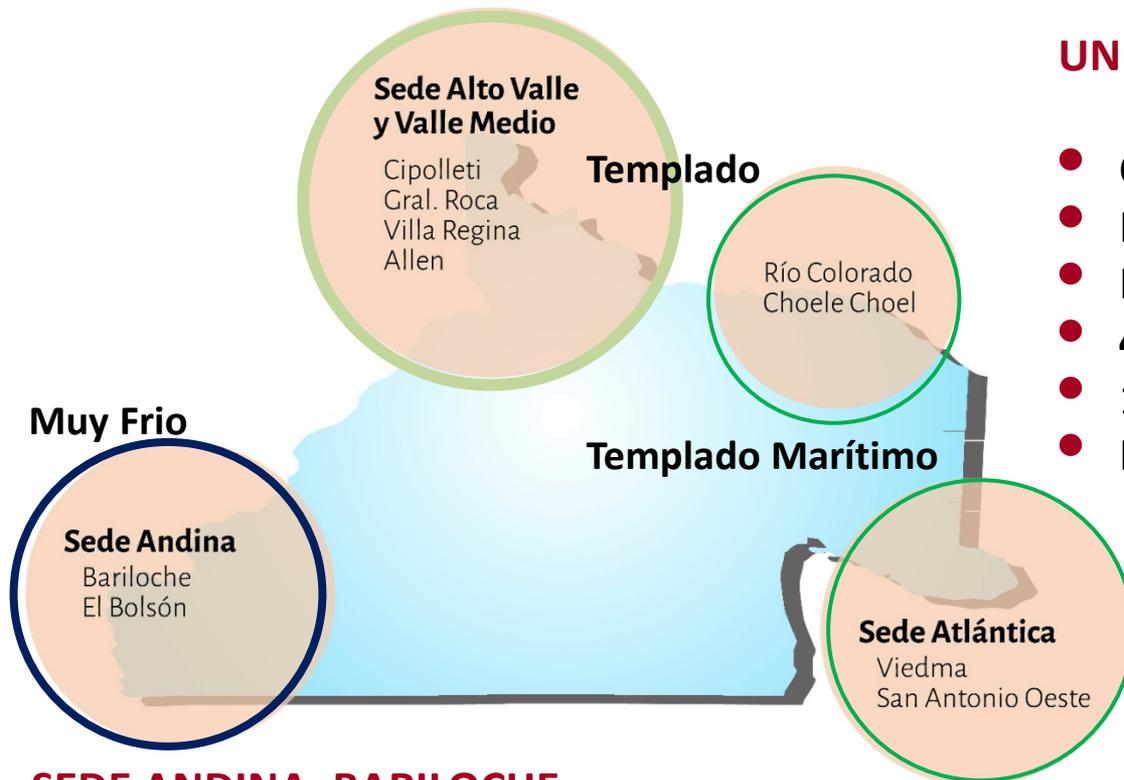
- **Optimización del diseño** en pos de una mayor eficiencia energética

7

- **Medir y Evaluar** durante la vida útil del edificio. **Optimizar** futuros diseños.



# Experiencia de aplicación UNRN : Introducción



## UNRN

- Creada por ley diciembre de **2007**.
- Proyecto Institucional en el año **2008**
- Inicio de actividades académicas **2009**
- **4 Sedes** en 3 diferentes climas
- 10.000 Alumnos
- Dicta clases en 53 edificios provisorios

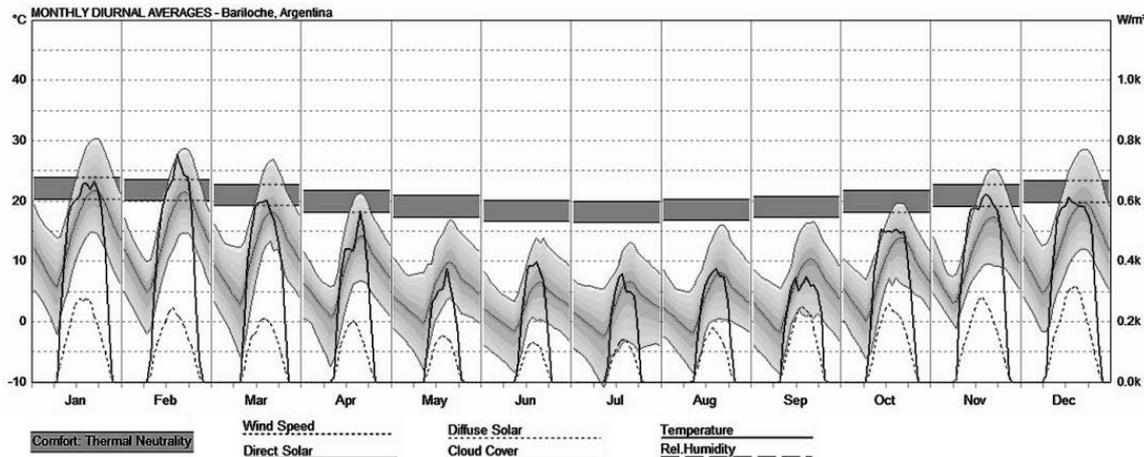
- Se han construido 4 edificios
  - Se están construyendo 2 edificios
- DISEÑADOS BAJO PAUTAS DE DS**

## SEDE ANDINA: BARILOCHE

- **Concurso Nacional** de Plan Maestro, Ideas y Anteproyecto
- **3.800 Alumnos** distribuidos en más de **13 edificios provisorios**, alquilados o en comodato, que han sido refaccionados para su uso.
- Carreras en Bariloche: Ing. Electrónica – Ing. en Telecomunicaciones – Ing. Ambiental – Antropología – Lic. En Letras – Economía – Lic. en Arte Dramático Administración – Hotelería - Turismo – Profesorados en: Lengua y Literatura, Teatro, de nivel medio y superior en Química, en Física – Humanidades y Ciencias Sociales

# Experiencia de aplicación UNRN : Introducción - Análisis de Clima

## Temperaturas y radiaciones mensuales anuales

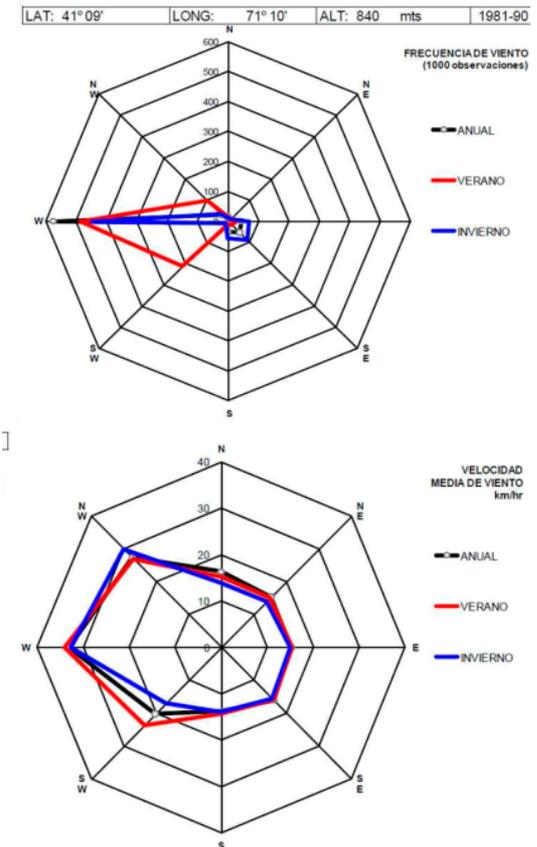


	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0:01-1:00	12	12,3	9,7	6,5	4,1	2	1,5	2,2	3,2	5,5	8,3	10,5
1:01-2:00	10,9	11,1	8,7	5,7	3,5	1,6	1	1,6	2,5	4,6	7,2	9,4
2:01-3:00	9,7	9,9	7,8	4,8	3	1,1	0,5	1,1	1,8	3,7	6,1	8,2
3:01-4:00	8,6	8,7	6,8	4	2,4	0,6	0	0,5	1,1	2,8	5,1	7
4:01-5:00	7,4	7,5	5,9	3,2	1,9	0,2	-0,5	-0,1	0,3	1,9	4	5,9
5:01-6:00	6,3	6,3	4,9	2,3	1,3	-0,3	-1,1	-0,6	-0,4	1	3	4,7
6:01-7:00	5,6	5,1	4									
7:01-8:00	7,5	5,9	3									
8:01-9:00	9,6	7,7	5,6									
9:01-10:00	11,9	10,2	8,2									
10:01-11:00	14,1	12,7	10,8									
11:01-12:00	16,2	15	13,2									
12:01-13:00	18	17,1	15,3									
13:01-14:00	19,5	18,9	16,9									
14:01-15:00	20,6	20,4	18									
15:01-16:00	21,3	21,2	18,5									
16:01-17:00	21,6	21,6	18,5									
17:01-18:00	21,4	21,4	17,8									
18:01-19:00	20,7	20,5	16,5									
19:01-20:00	19,3	18,9	14,6									
20:01-21:00	17,6	17,2	13,6									
21:01-22:00	16,2	15,8	12,5									
22:01-23:00	14,8	14,5	11,4									
23:01-24:00	13,4	13,2	10,3									
Max	17	17	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17
Min	7	7	8	8	9	9	9	9	9	8	7	6

TEMPERATURA POR DEBAJO DEL CONFORT.  
NECESIDAD DE GANANCIA SOLAR

TEMPERATURA DENTRO DEL RANGO DE CONFORT.  
LA PROTECCION SOLAR AYUDA A EVITAR AUMENTOS DE TEMPERATURA

- Zona Sísmica.
- Gran amplitud térmica.
- Protección solar en verano.
- Ganancia solar en invierno
- Protección de vientos, nieve y altas precipitaciones.



## Experiencia de aplicación: Concurso organizado x UNRN

Selección de un trabajo que prevea el desarrollo de un PLAN MAESTRO del campus de la UNRN, el ANTEPROYECTO de los edificios de la primera y segunda etapa y las IDEAS del resto de los edificios del campus.

**JURADO ESPECIALIZADO** en obra pública, en eficiencia energética en construcciones de zonas sísmicas.

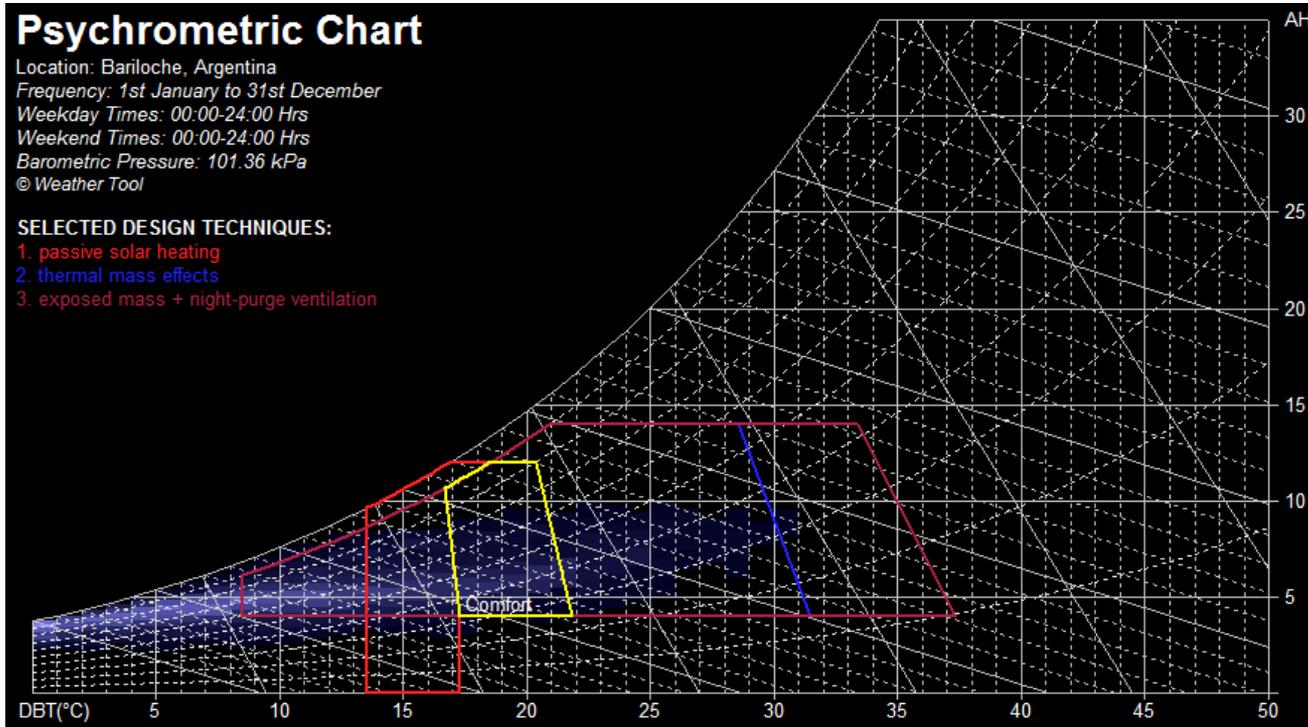
### **PRINCIPALES CRITERIOS DE EVALUACIÓN:**

- CALIDAD ARQUITECTÓNICA + INNOVACIÓN
- FACTIBILIDAD ECONÓMICA Y ETAPABILIDAD
- ACCESIBILIDAD
- SEGURIDAD E HIGIENE
- USO EFICIENTE DE RECURSOS Y SUSTENTABILIDAD

### **PAUTAS Y ESTRATEGIAS :**

- Forma y Orientación
- Captación y protección solar
- Protección viento
- Iluminación
- Calidad aire interior
- Envolvente
- Aislación y acondicionamiento
- Paisaje
- Suelos absorbentes
- Uso racional del agua
- Energías renovables
- Diseño de espacios exteriores.

## Diagrama Psicrométrico con Estrategias Pasivas



- Ganancias Solares sobre elementos constructivos
- Aislamiento Térmico
- Conservar ganancia térmica producida por los ocupantes, luces, etc.
- Ventilación para evitar sobrecalentamiento en Verano
- Protección de viento en espacios Exteriores
- Disminución de infiltraciones de aire)

□ En Meses Calidos T° Y HR dentro de la franja de confort:  
Sin estrategias 17,8% .  
Con estrategias 64%  
**Mejora del 46,2%**

□ En Meses Fríos T° Y HR dentro de la franja de confort:  
Sin estrategias 0,6% .  
Con estrategias 25%  
**Mejora del 24,4 %**

# Experiencia de aplicación UNRN : Análisis del Diseño



- Limitados caminos vehiculares.
- Conservación y complementación del paisaje existente.
- Accesos protegidos del viento.



## Experiencia de aplicación UNRN : Análisis del Diseño

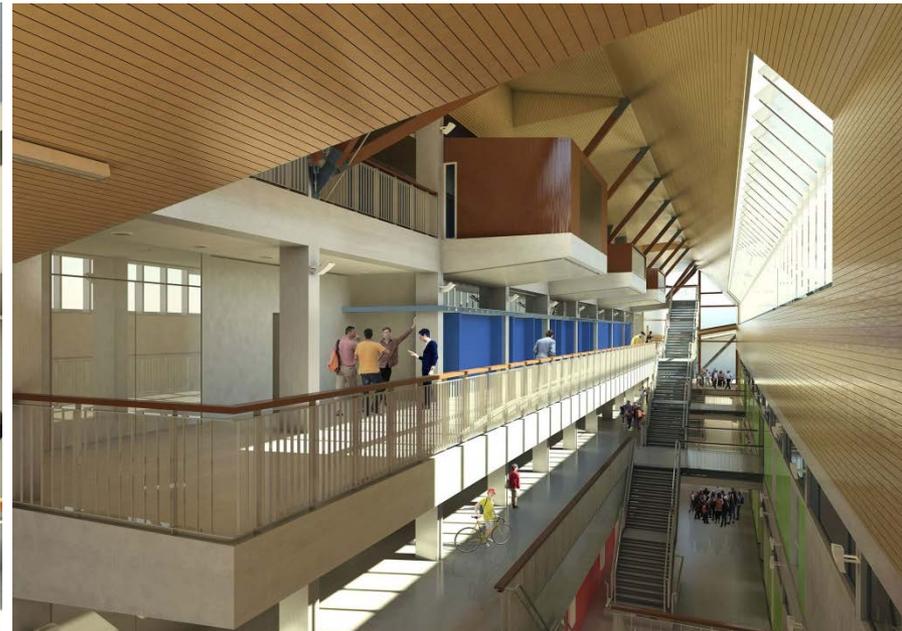


- ❑ Incorpora en **forma orgánica** amplias **superficies de captación** que permiten alojar sistemas de **colectores solares** para agua caliente sanitaria y calefacción



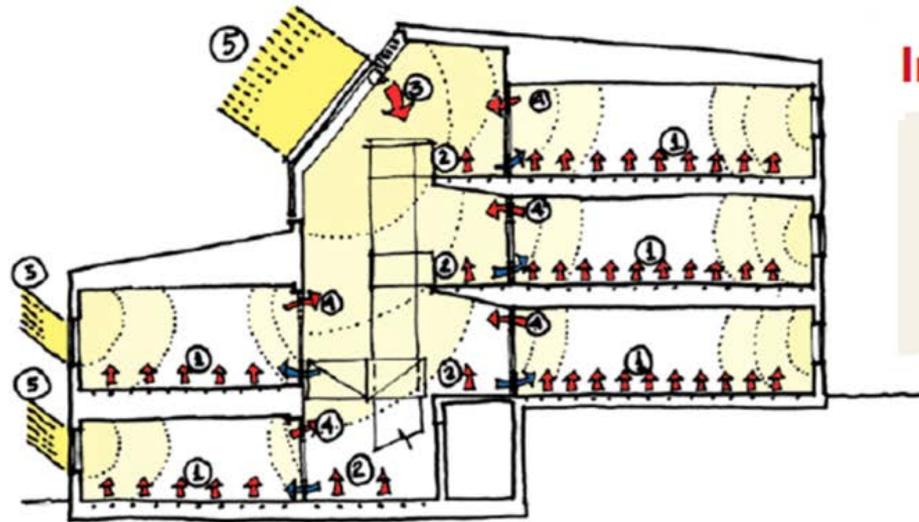
## Experiencia de aplicación UNRN : Análisis del Diseño

- ❑ Aprovecha la incidencia solar en invierno y estaciones intermedias para calefaccionar naturalmente el edificio, maximizando las superficies de captación al norte.
- ❑ Aprovecha de forma controlada la iluminación natural en espacios interiores, incluyendo aulas.



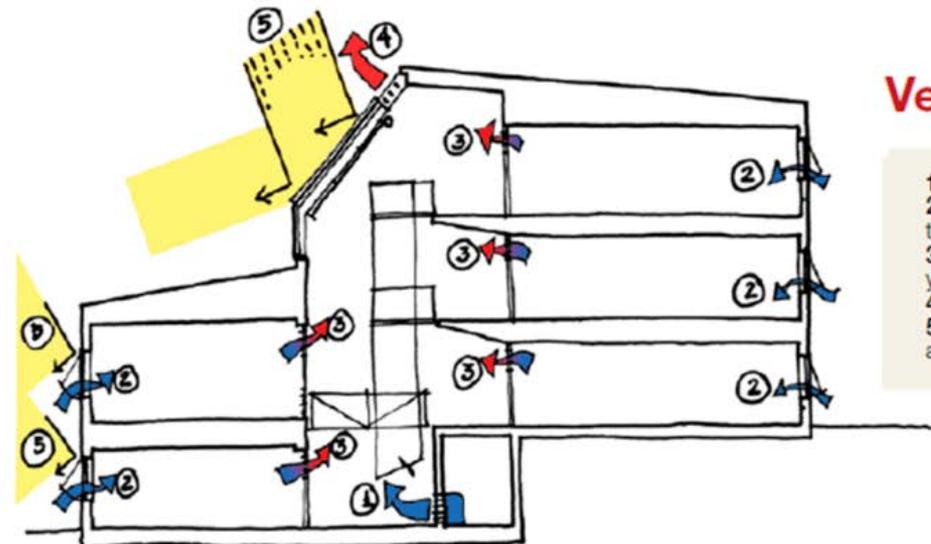
# Experiencia de aplicación UNRN : Análisis del Diseño

- ❑ Reduce las pérdidas de energía a través de la envolvente.
- ❑ Se adapta a la pendiente natural del terreno.
- ❑ Planta compacta (doble crujía): Aulas del lado norte. (captación)
- ❑ Servicios, zonas administrativas y laboratorios del lado sur. (perdidas)



## Invierno

1. Losa Radiante
2. Losa radiante de menor intensidad
3. Aire exterior precalentado en colector solar
4. Intercambio entre espacio interior y espacio central en triple altura
5. Incidencia solar

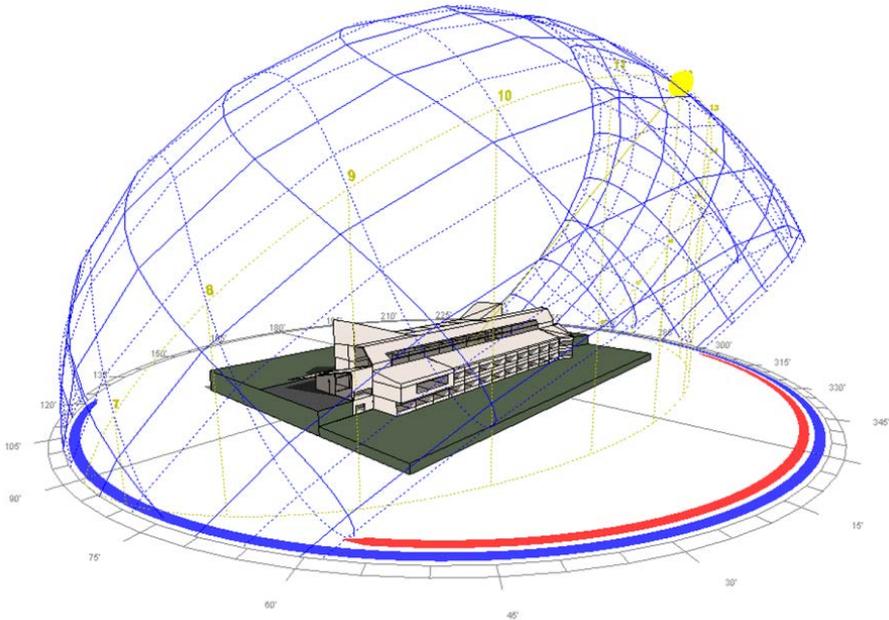


## Verano

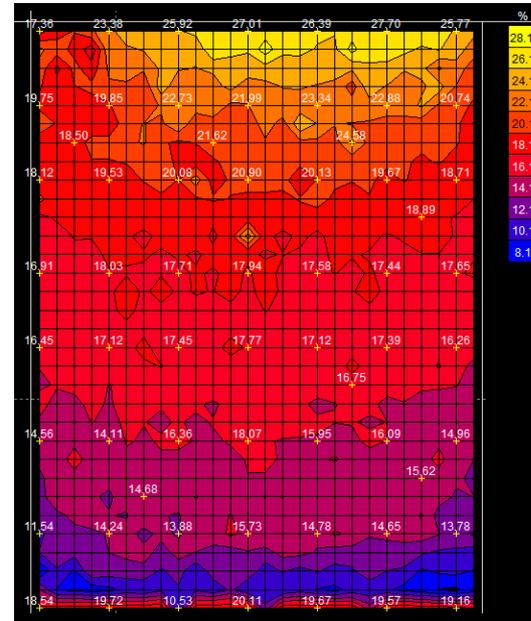
1. Aire exterior, ingreso desde abajo
2. Aire exterior por aventanamientos operables
3. Intercambio entre espacio interior y espacio central en triple altura
4. Salida superior de aire caliente
5. Incidencia solar, protección mediante cortinas o toldos

# Simulación energética: Análisis Lumínicos (Ecotect + Dialux)

## Ubicación y trayectoria solar anual.

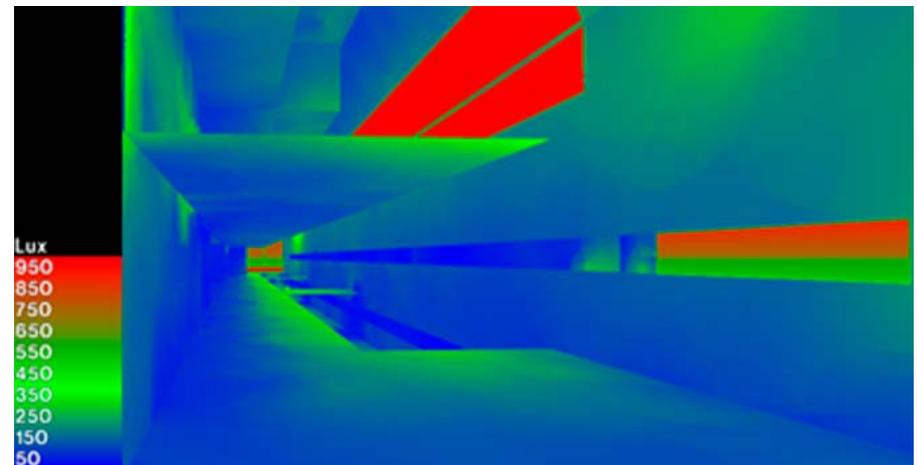


## Factor de luz diurno DF% en Aulas



- No se generan sombras anuales en espacios exteriores de uso.
- No se producen deslumbramientos directos e indirectos en aulas. Hay buena iluminación natural, sin exceso de brillo. El índice de contraste total entre las zonas con mayor nivel de iluminación, indica que no hay deslumbramiento y sensación subjetiva de oscuridad a los ocupantes de las zonas peor iluminadas
- Buena iluminación natural en circulaciones

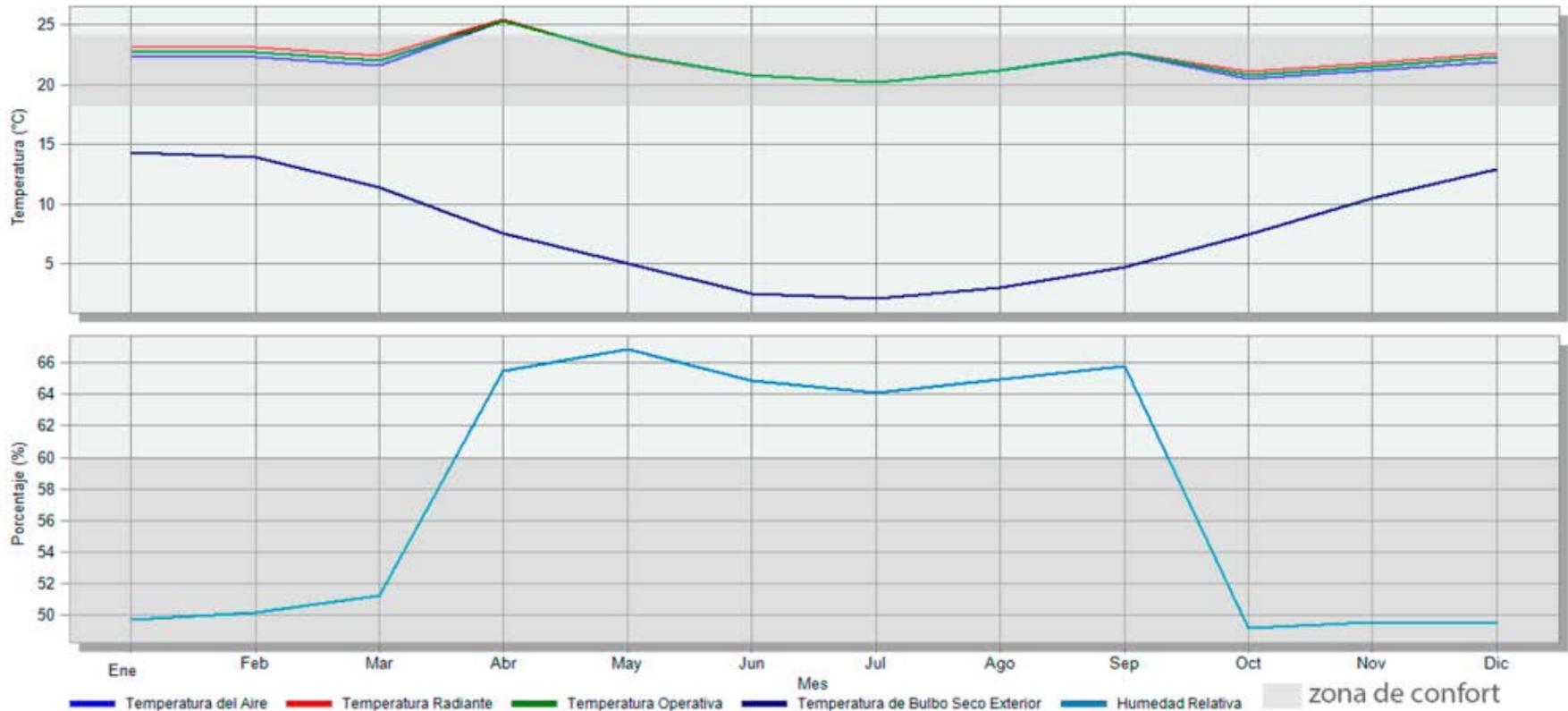
## Iluminación natural en circulación



## Simulación energética: Análisis térmicos (Design Builder)

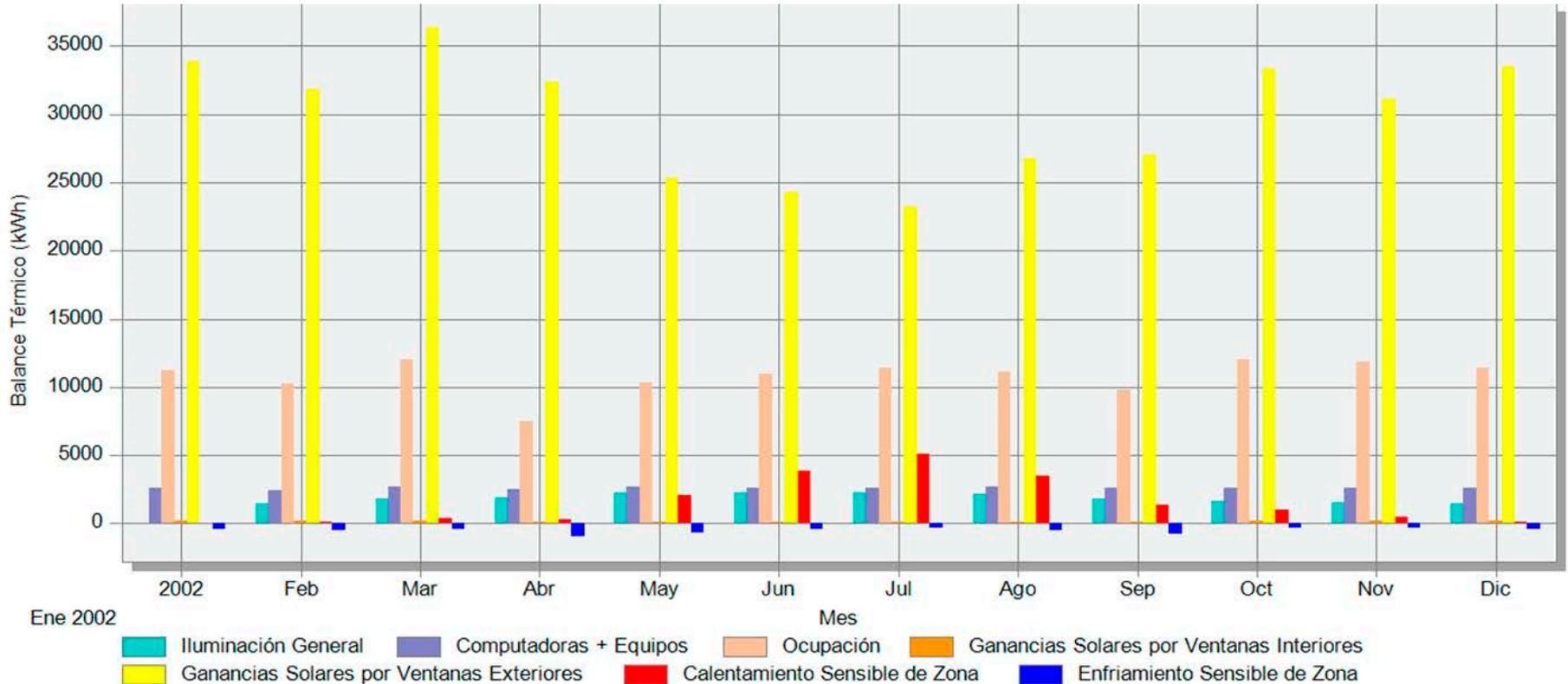
- ❑ Evaluar de demanda de climatización
- ❑ Identificar las pérdidas y ganancias de calor que se producen a través de la envolvente y las cargas internas del mismo.
- ❑ Estudio y comprobación de los materiales de la envolvente tomando en cuenta los niveles de transmitancia térmica fijado en la norma IRAM 11605, para temperatura de diseño de  $-5^{\circ}\text{C}$  (Nivel A: cubiertas  $K=0,27 \text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ - muros  $K=0,31 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- ❑ A partir de estos datos (Cerramientos y Aberturas) y otras características del edificio (Actividad, horarios de ocupación, control ambiental, sistema de calefacción, ventilación y refrigeración e iluminación) se estudiaran las demandas de climatización (calefacción y refrigeración).
- ❑ Los cálculos térmicos se realizan con ventilación matutina y nocturna en el edificio en los meses de verano para disminuir las ganancias de calor y producir consecuentemente un ahorro energético en el edificio.

## Confort Mensual del Edificio proyectado



- Temperatura operativa del edificio dentro del rango de confort
- Temperaturas exteriores se encuentran por debajo.
- La humedad relativa supera el rango de confort ... Será necesario deshumidificar o aumentar la ventilación cruzada durante estos meses.

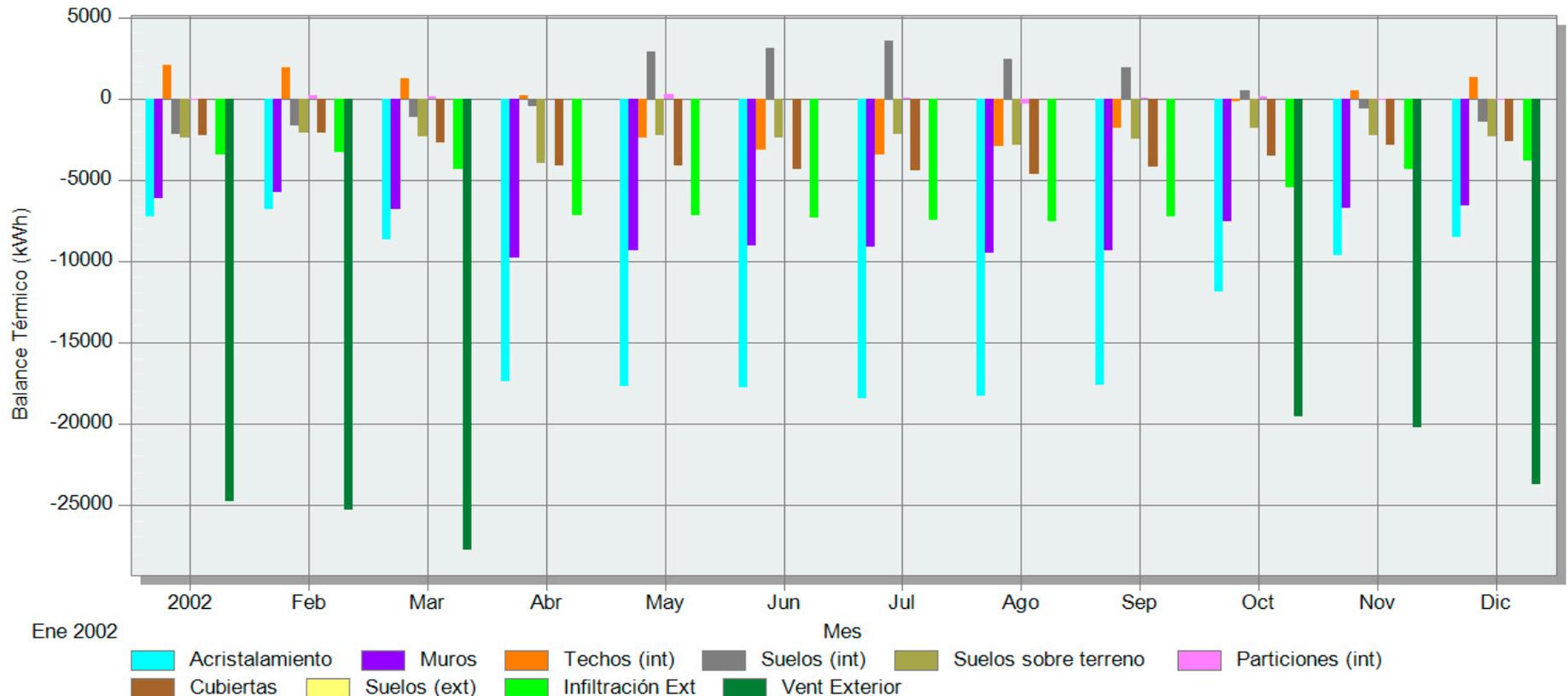
## Ganancias Internas Mensuales del edificio proyectado



- Las ganancias solares por ventanas exteriores constituyen la mayor ganancia de calor en el edificio.
- La iluminación artificial no constituye una ganancia significativa de calor.

# Simulación energética: Análisis térmicos (Design Builder)

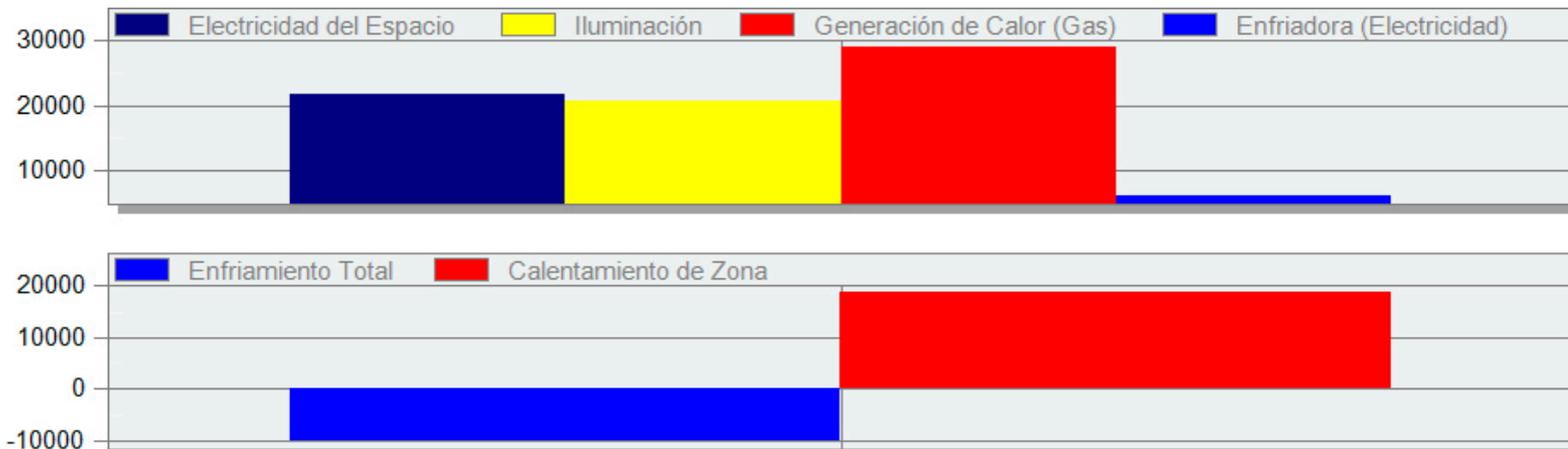
## Ganancias y pérdidas de calor a través de los elementos constructivos. Datos mensuales



- El grafico permite medir las pérdidas de calor de los distintos elementos a lo largo del año para poder producir mejoras en el diseño.

# Simulación energética: Análisis térmicos (Design Builder): RESULTADOS

## Temperaturas, ganancias de calor y consumo energético anual del edificio proyectado



- El edificio posee un mayor consumo de gas debido a la generación de calor y un menor de consumo de electricidad para obtener frío. La necesidad de calefacción es el doble a la necesidad de enfriamiento.

## RESULTADOS: EL EDIFICIO HA SIDO DISEÑADO DE MANERA EFECTIVA

- La **demanda anual de calefacción y refrigeración** cumplen con las exigencias *PassivHaus* (No puede ser superior a 15KWh/m<sup>2</sup> año)
- Los **criterios de confort térmico** se cumplen en Laboratorios y circulación todo el año
- Las aulas evidencian confort en invierno pero leves aumentos de la temperatura en verano.
- Los **elementos constructivos cumplen con la Norma IRAM** sobre acondicionamiento térmico en edificios 11.605.

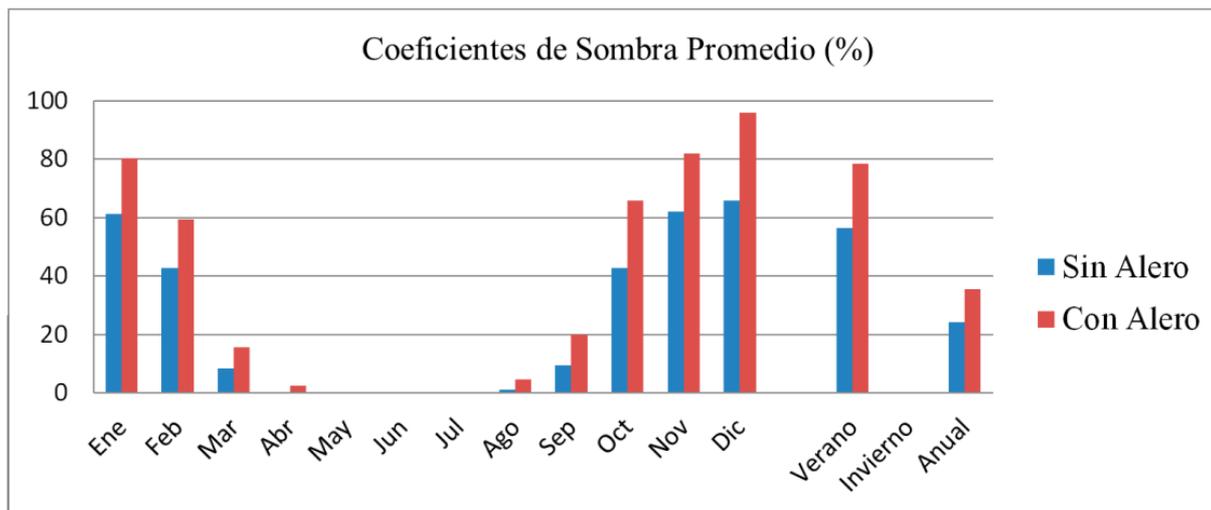
# Propuestas de Optimización del diseño

(1) Mejora de la envolvente para cumplir con el estándar *Passivhaus* (Transmitancia Térmica  $K < 0,15 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ):

- Se aumenta la aislación térmica de lana de roca (de 10 a 25cm)
- Se reemplazan los vidrios doble por triples y con cámara de argón

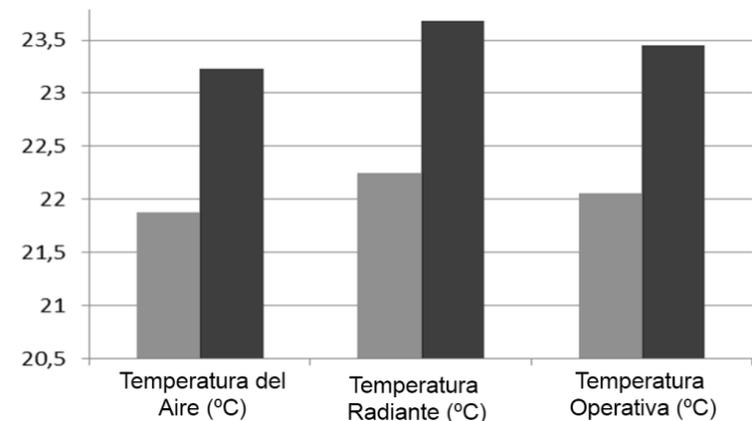
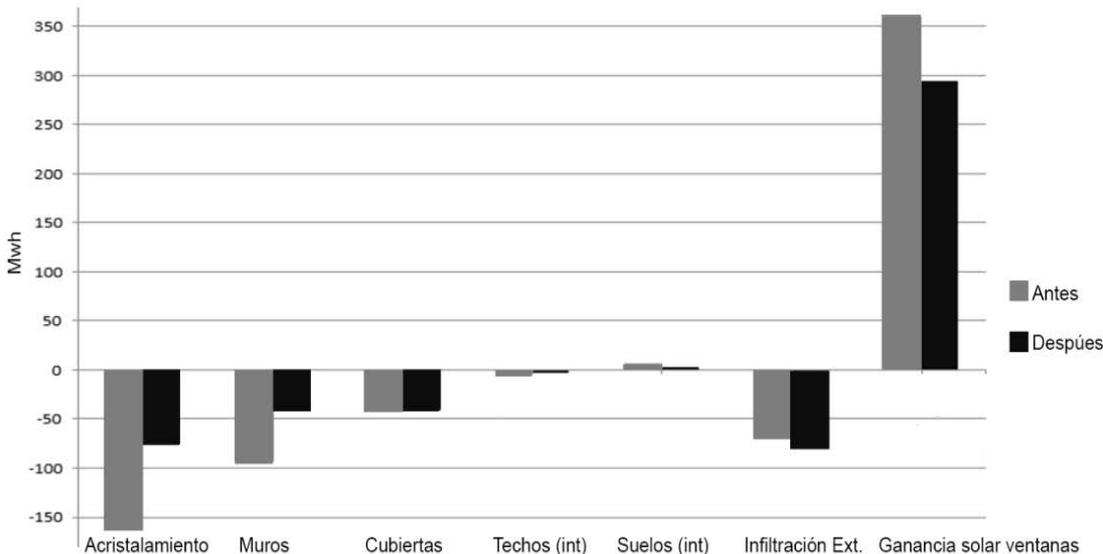
(2) Diseño de elementos de protección solar en las aulas orientadas al norte y el atrio central.

- Se dimensionan aleros para proteger las aulas de enero a abril de 14 a 19hs durante las mayores radiaciones. Aumentando en un 22% la protección solar en los meses críticos sin incrementarla en los meses de invierno.
- En atrio central se utiliza un vidrio especial con oscurecimiento.



# RESULTADOS de Propuestas de optimización

- ❑ Las temperaturas se mantienen estables a lo largo de todo el año, la humedad interior disminuye en los meses fríos.
- ❑ La envolvente posee un mejor desempeño térmico.
- ❑ El nuevo acristalamiento (Vidrio triple Capa) deja de producir pérdidas y contribuye a un buen aislamiento térmico en invierno, pero, produce ganancias de calor durante los meses de verano.
- ❑ Los meses de verano demuestran tener menos ganancias internas por radiación solar gracias a la protección solar y las nuevas características de los vidrios.
- ❑ Las ganancias solares por ventanas exteriores se reducen.
- ❑ Las demandas de potencias máximas para refrigeración aumentan pero se reduce para calefacción. Se disminuye el consumo de gas.



## Experiencia de aplicación UNRN : Conclusión

- ❑ Las decisiones de diseño en base a pautas de diseño pasivo/bioclimático son imprescindibles. Estas estrategias de cero costos económicos posibilitan grandes ahorros energéticos.
- ❑ El cumplimiento de la Normativa IRAM 11.605, en sus niveles más altos A y B contribuyen a una mayor eficiencia térmica y a una reducción de las demandas de refrigeración y calefacción. El cumplimiento de esta normativa se traduce en mejores materiales y mayor aislación, consecuentemente se producen los llamados “incrementos” económicos en obra, que se ven reflejados en “ahorros” en el consumo energético.
- ❑ Las herramientas de simulación constituyen un gran avance en la comprobación de la eficiencia energética de un edificio antes de su ejecución y permiten tomar óptimas decisiones de proyecto en relación a la eficiencia energética.
- ❑ En este caso podríamos concluir que este edificio está camino a ser un edificio de consumo energético casi nulo.

# Experiencia de aplicación UNRN : Construcción



# Experiencia de aplicación UNRN : Construcción



### Retos Actuales. Potencial de cambio en la edificación universitaria

- Incorporar gradualmente el concepto de Infraestructura Universitaria Sustentable de manera tal de obtener “mejor valor” por el dinero público que se invierte.
- Fomentar a los gobiernos nacionales, provinciales y locales, abandonar “el precio más bajo siempre gana” a favor del enfoque más flexible de **“mejor valor”**. Este concepto puede encuadrarse en la “la oferta más conveniente”, que deberá establecerse en un nuevo marco normativo para las obras públicas.
- Estimular e incentivar a los agentes públicos a emprender el camino a las obras sustentables, dotándolos de herramientas específicas, sencillas, que no implican un gasto innecesario de tiempo y recursos para implementarlas, que lleva consigo una fuerte dimensión política.
- Establecer medidas para la evaluación del comportamiento ecológico a nivel local.
- Evaluar impactos en el costo de funcionamiento y operación de los edificios y campus universitarios a lo largo de su vida útil.
- Involucrar a la comunidad universitaria generando conciencia.

# Normativa de Referencia

- Ley Nº 24.295 (1994) aprobación de la CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO (CMNUCC)
- Ley Nº 25.438 (año 2001) aprobó el PROTOCOLO DE KYOTO (PK) de esa Convención.

- **PROGRAMA NACIONAL DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA**  
DECRETO PEN 140/2007

- NORMAS IRAM N° 11.549, 11.601, 11.603, 11.604, 11.605, 11.900, 11.625.
- LEY N° 13.059/03 + DECRETO N° 1.030/10 (Provincia de Bs. As.)

- **Norma IRAM 11.900:** (Mayo 2010)

Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios.

Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente

Metodología simplificada para el cálculo del nivel de eficiencia energética

De la envolvente de los edificios susceptibles de ser calefaccionados.

Los resultados son expuestos en una etiqueta, similar a la utilizada para

calificar la eficiencia energética de artefactos domésticos .

**Niveles de Etiqueta:** Índice  $\tau$  (tau) establece el nivel A - H.

**Planilla de cálculo:** con instructivo.

**Procedimiento de cálculo:** Para muros, techos, ventanas, elementos en contacto con otros edificios y espacios no calefaccionados.

**Datos de diseño:** Temperatura interior y exterior, y valor de resistencia térmica superficial.

- **OFICINA NACIONAL DE CONTRATACIONES** (Jefatura de Gabinete)  
Guía de Compras Públicas Sustentables (Noviembre 2011)

Energía de calefacción	
Dirección postal Identificación catastral	Envolvente edilicia
Más eficiente	
A	
B	<b>B</b>
C	
D	
E	
F	
G	
H	
Menos eficiente	
$\tau_m$	°C
$K \cdot m$	°C
Temperatura de diseño mínima exterior, según IRAM 11603	°C
Temperatura de diseño interior	20 °C
Superficie cubierta	m <sup>2</sup>
Profesional responsable	
Certificado N°	
Fecha evaluación	
Fecha emisión certificado	
IRAM 11900	

Gracias!!!!



UNIVERSIDADES SUSTENTABLES PARA LAS NUEVAS GENERACIONES

Mg. Arq. Carolina Del Bello

[cdelbello@unrn.edu.ar](mailto:cdelbello@unrn.edu.ar) / [delbellocarolina@gmail.com](mailto:delbellocarolina@gmail.com)