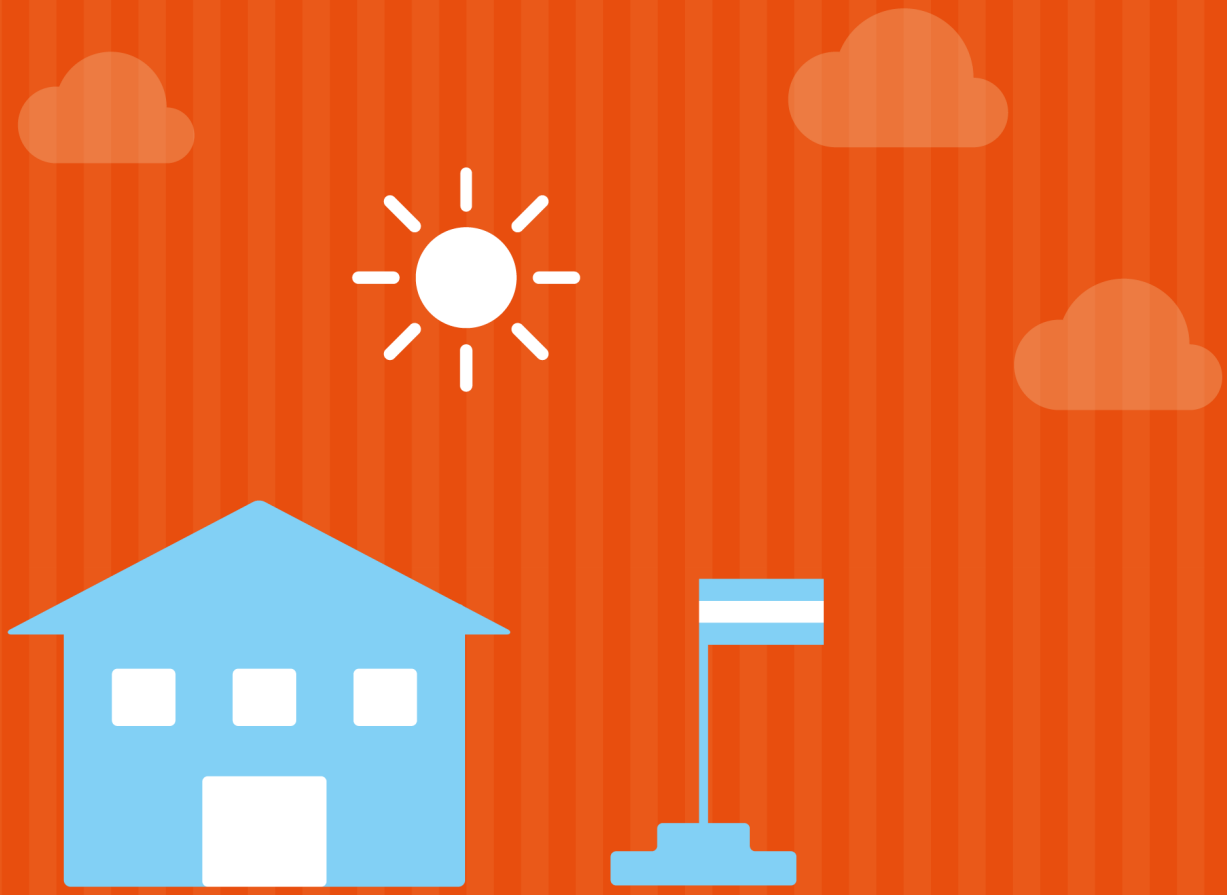
www.imd.uncu.edu.ar

Especificaciones técnicas de eficiencia energética para establecimientos educativos de la provincia de Mendoza

Escuela Nº 4-053 Dr. Horacio Román Martínez Leanez

Informe final - Octubre 2012



UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO | SDI SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL | IDE Instituto de Energía

MendozA espíritu grande | Ministerio de INFRAESTRUCTURA Y ENERGÍA

Secretario de Desarrollo Institucional
Ing. Agr. Daniel Ricardo Pizzi

Instituto de Energía de la Universidad Nacional de Cuyo
Secretario General: Ing. Dante Guillermo Bragoni

Equipo de Trabajo
Arquitecta Leandra Sarmiento (Instituto de Energía – UNCUYO)
Arquitecto Ariel Bonomo (Instituto de Energía – UNCUYO)
Sr. Fernando Paez Yañez (Instituto de Energía – UNCUYO)

Colaboradores
Ing. Amilcar Barletta
Sr. Nicolás Villarroel
Arquitecto Rolando Valverde (Dirección de Ampliación y Construcciones – Subsecretaría de Infraestructura Educativa – Ministerio de Infraestructura y Energía – Gobierno de Mendoza)
Arquitecto Sebastián Motta – Director de Obra - (Ministerio de Infraestructura y Energía)
Lic. Gastón Burlot (Coordinación de Gestión IMD – UNCUYO)

Agradecimientos
Ing. Hugo Luis Quiroga (Subsecretario de Infraestructura Educativa – Ministerio de Infraestructura y Energía)
Lic. Alejandro Burlot (Director de Energía - Ministerio de Infraestructura y Energía)
Arquitecto Ariel Piantini (Director de Ampliación y construcciones - Subsecretario de Infraestructura Educativa – Ministerio de Infraestructura y Energía)
Sra. María del Carmen Álvarez (Directora del establecimiento 4-053 Dr. Horacio Román Martínez Leanez)
Personal docente y no docente que colaboró durante las tareas realizadas y proveyó información valiosa para la realización del presente documento.

Tabla de contenido

1. Introducción 4
2. Relevamiento del edificio 5
3. Mediciones de temperatura y humedad en el edificio (2 semanas) 10
4. Aspectos favorables tenidos en cuenta en el diseño del edificio (derivado del análisis sobre el comportamiento térmico - energético) 15
5. Aspectos desfavorables tenidos en cuenta en el diseño del edificio (derivado del análisis sobre el comportamiento térmico - energético) 15
6. Otros aspectos relativos al diseño del edificio 16
7. Criterios de eficiencia térmico-energética – Comportamiento del edificio en las condiciones actuales 17
8. Aislación existente versus aislación recomendada 19
9. Aspectos de luminotecnia 21
10. Aspectos bioclimáticos de la construcción 43
11. Acondicionamiento térmico del edificio 48
12. Resumen y propuesta superadora 53
13. Referencias bibliográficas y documentación consultada 55
14. Otras fuentes y contenidos consultados para la realización de este informe 57
15. ANEXOS 58

1. Introducción

El presente informe es el resultado de la articulación entre el Gobierno de Mendoza, a través de la Secretaría de Infraestructura Educativa perteneciente al Ministerio de Infraestructura y Energía, Gobierno de Mendoza (SIE de aquí en adelante) y la Universidad Nacional de Cuyo a través del Instituto de Energía perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Institucional (IDE de aquí en adelante).
Como premisa fundamental se plantea el análisis de un establecimiento educativo existente, en este caso la Escuela 4-053 Dr. Horacio Román Martínez Leanez, sobre el cual se tendrán a consideración aspectos relacionados a las etapas consecutivas hasta su utilización; éstas son

- Cálculo y diseño
- Ejecución del proyecto
- Aprobación del proyecto
- Uso en condiciones normales de funcionamiento

Basándose en estas etapas definidas a modo no exhaustivo, se mostrará a continuación un análisis realizado por el equipo de trabajo del IDE en el cual se han evaluado diferentes aspectos de acuerdo a la instancia en que éstos son abordados, exponiendo fortalezas y debilidades en cada uno de ellos, junto con un anexo de conclusiones y propuestas de mejoras para cada uno de dichos aspectos considerados.

2. Relevamiento del edificio

Documentación técnica entregada en soporte digital por parte de la Subsecretaría de Infraestructura Educativa, Ministerio de Infraestructura y Energía, Gobierno de Mendoza.

- Documentación gráfica: Planos Generales: Planta, Cortes, Vistas (no conforme a obra).
- Documentación técnica: Especificaciones Técnicas Generales y Particulares; Instalaciones; Estructuras; Memoria descriptiva
- Planos AutoCad. del Edificio a construir: Estos planos de proyecto no son los planos conforme a obra por lo que presentan discrepancias con lo construido:
    - El comedor que figura en los planos no está construido
    - Un anexo nuevo, inexistente en los planos, ubicado en el Ala Oeste está en construcción.
    - La cisterna y el depósito están localizados en otra área del predio.

Documentación técnica faltante para el análisis

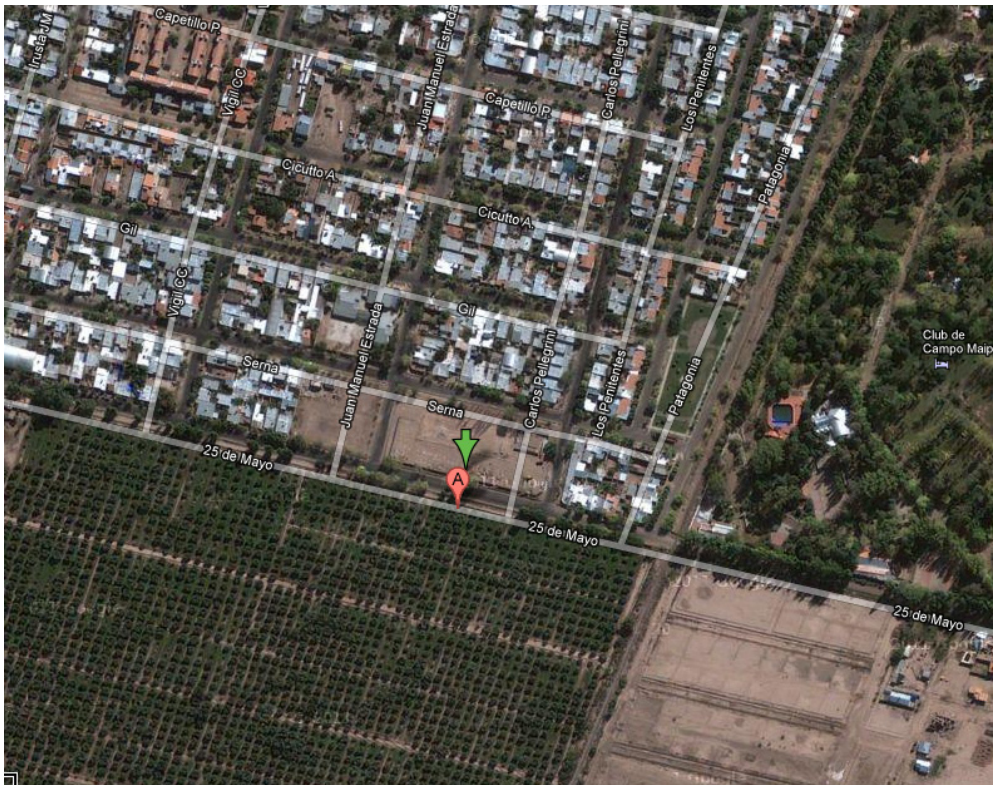
- Facturas de Gas y Electricidad.
- Planos Conforme a Obra.
- Memoria técnica de instalación de acondicionamiento térmico.
- Especificaciones técnicas particulares del pliego de licitación.
- Planos del sistema de calefacción

Justificación y breve reseña histórica

Antiguamente la escuela funcionaba en calle Patricias Mendocinas nº 318 y Perón en la ciudad de Maipú, en un edificio cedido en comodato por la Municipalidad.
La zona donde se ubica la nueva escuela permite descomprimir la zona del antiguo emplazamiento y lleva la oferta a la zona de residencia del alumnado.
La escuela cuenta con siete aulas y demás unidades todas vinculadas por una galería semicubierta.

Ubicación geográfica

El edificio está ubicado en el sector Sur del terreno, en una manzana rodeada por la calle 25 de Mayo al Sur, J. Serna al Norte, Calle Estrada al Este, y Carlos Pellegrini al Oeste. Cuenta con una superficie de 6700 m².



Datos generales

Superficie terreno escuela:	6700,00 m²
Superficie total a construir:	1293.00 m²
Superficie total construida:	993.00 m²

Población de alumnos actual y futura

La oferta está dirigida a la población en edad escolar de nivel secundario, la modalidad es en Producción de Bienes y servicios y Economía y gestión de las organizaciones y la orientación es en Electrónica y Gestión Contable Impositiva y previsional.
La matrícula proyectada es de 460 alumnos en total dividida en turno mañana y tarde. Debe destacarse que la matrícula actual es de 541 alumnos.

Detalles técnicos generales

El partido arquitectónico responde a un esquema simple, cuyo ingreso principal a la escuela es por la calle 25 de Mayo. El esquema es en “L”. Se accede directamente a un hall distribuidor que se integra inmediatamente a la galería de circulación que vincula a todos los locales del edificio, la misma es semicubierta y sirve como espacio de transición entre el edificio y el patio.

El edificio está resuelto totalmente en planta baja, con cubierta metálica, con una zonificación muy clara y ordenada.

El proyecto está ubicado en sentido Este -Oeste, cuenta con un grupo de SIETE aulas, un grupo sanitario, y gobierno (administración, sanitario, vice, dirección y sala de docentes) hacia el ala Oeste del hall, hacia el ala Este encontramos los biblioteca, informática, electrónica y los talleres de mecánica y electricidad.

Hall Central y Ala Oeste

Hall Central y Ala Este

El edificio está orientado Norte - Sur
Playón Deportivo

Gobierno (administración, sanitario, vice, dirección y sala de docentes)

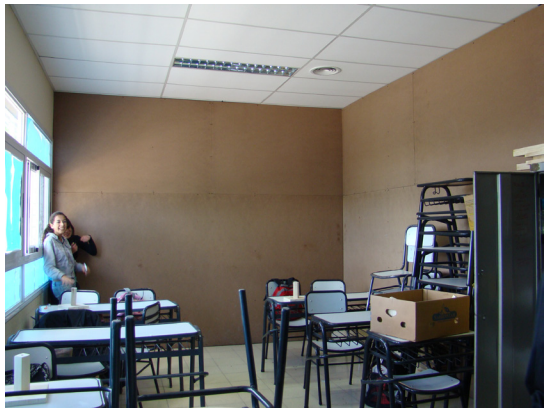
Biblioteca

Sala de Informática

Laboratorio de Electrónica

Taller de Mecánica

Taller de Electricidad



Taller de Electricidad

En el sector Oeste se ubica el patio de formación y recreación al que se comunica con las aulas y cuenta además con un Playón Deportivo.

En cuanto al tratamiento plástico el edificio está resuelto con cubierta metálica a un agua en su mayoría y terminaciones exteriores de revoque grueso y fino pintado con colores claros.

El partido utilizado se basa en el prototipo desarrollado por la provincia de Mendoza, buscando soluciones simples, estéticas y económicas.

Otras consideraciones respecto al cambio de funciones de los ambientes, adecuaciones y discrepancias con el proyecto original. Ampliaciones y otras obras declaradas o realizadas que afecten el cambio en el comportamiento térmico energético del edificio.

Respecto del cambio de funciones se ocupo una de las aulas para la secretaria, otros cambios de función es el centro de recursos por la biblioteca, el aula taller laboratorio de ciencias tuvo que readecuarse para ser el Aula taller laboratorio de electrónica, y el laboratorio de electrónica actualmente se ha subdividido con paneles para el taller de mecánica y el de electricidad. En consecuencia el comportamiento térmico y la distribución de difusores de calefacción, sistemas de iluminación artificial y natural, y demás condiciones diseñadas sobrellevan estas alteraciones no siempre de la mejor manera.
Actualmente se construye un aula nueva en el ala Oeste.

Otras intervenciones realizadas a partir de la entrada en régimen de uso normal del edificio (cortinas, burletes, estufas, ventiladores, etc.)

En la mayoría de los locales se han colocado papeles sobre las ventanas por seguridad en la mayoría de los casos, por privacidad y para evitar deslumbramientos.

Aula, actualmente Secretaria

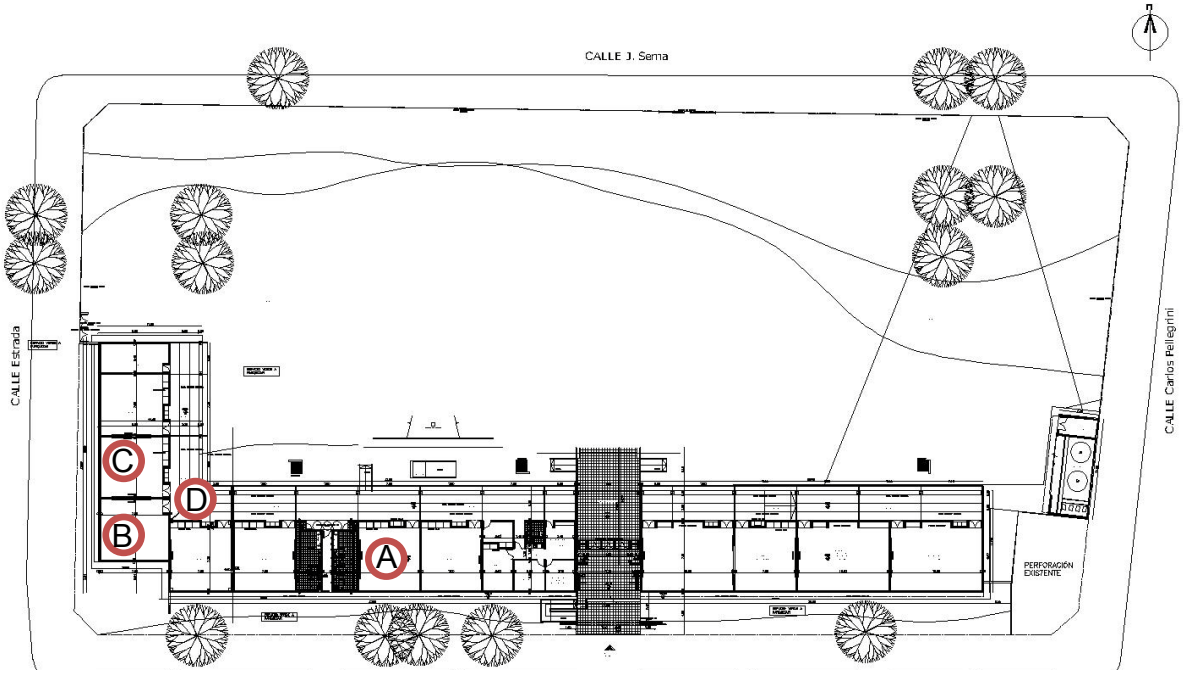
Ventanas tapadas con papeles

Aula en construcción

Aula en construcción

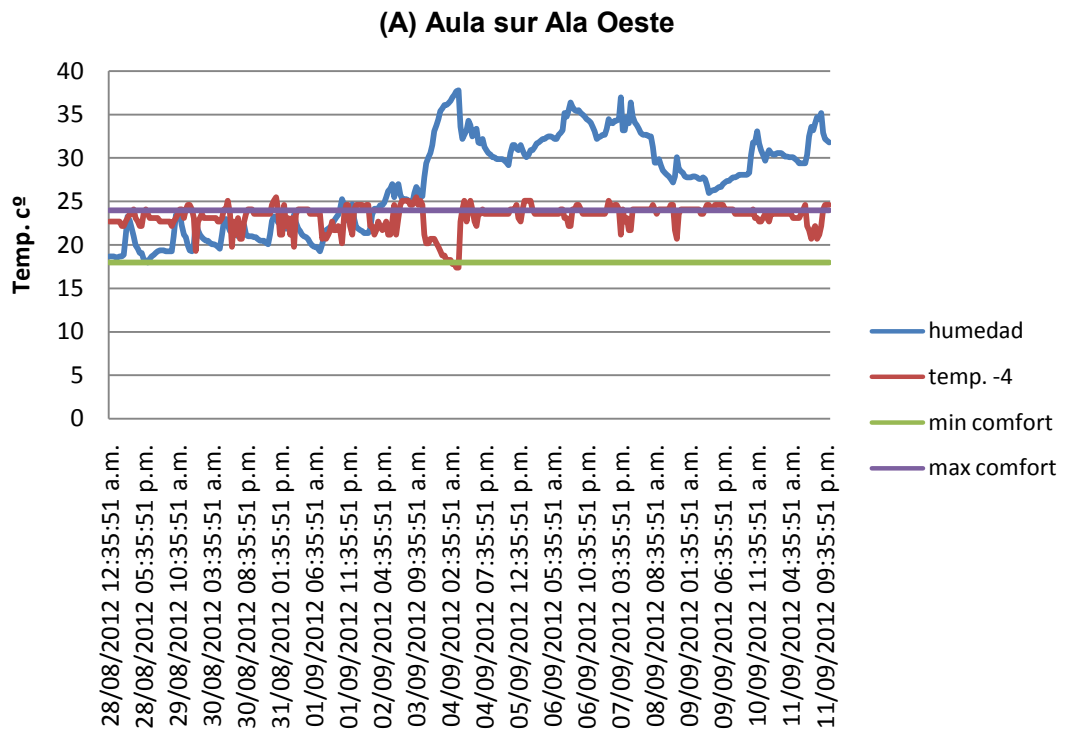
3. Mediciones de temperatura y humedad en el edificio (2 semanas)

Se realizaron mediciones y registro de temperatura y humedad en 4 puntos diferentes por un período de dos semanas con equipos dataloggers. Estas mediciones se realizaron desde el día martes 28 de agosto del 2012 al martes 11 de Septiembre del 2012.

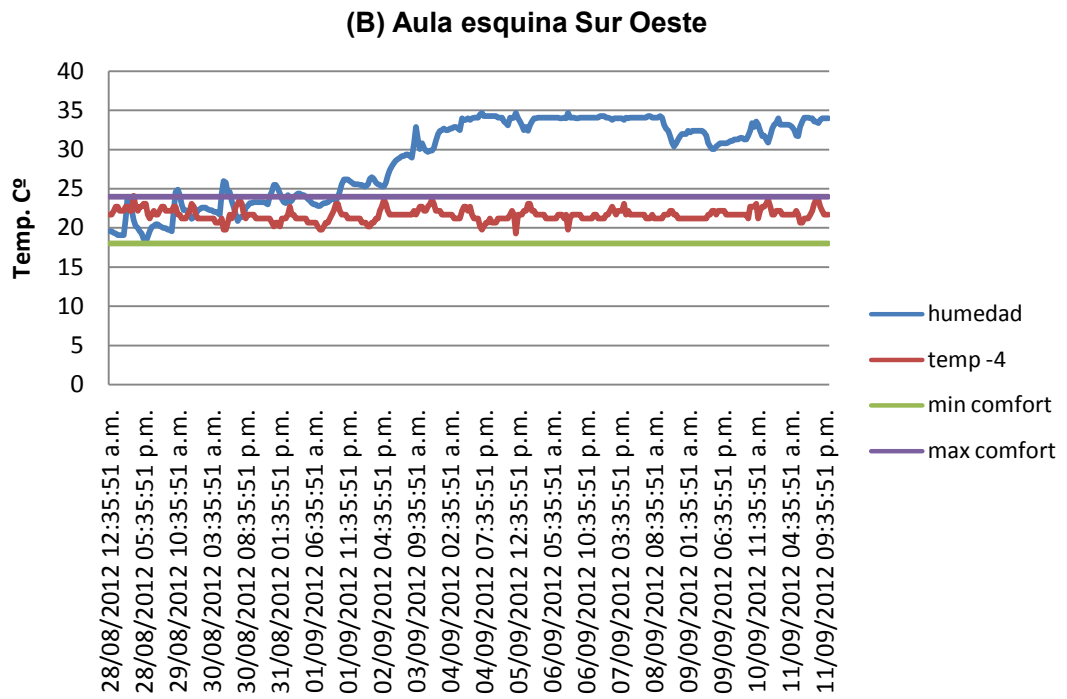


A. Aula sur Ala Oeste
B. Aula esquina Sudoeste
C. Aula oeste Ala Norte
D. Galería (Exterior)

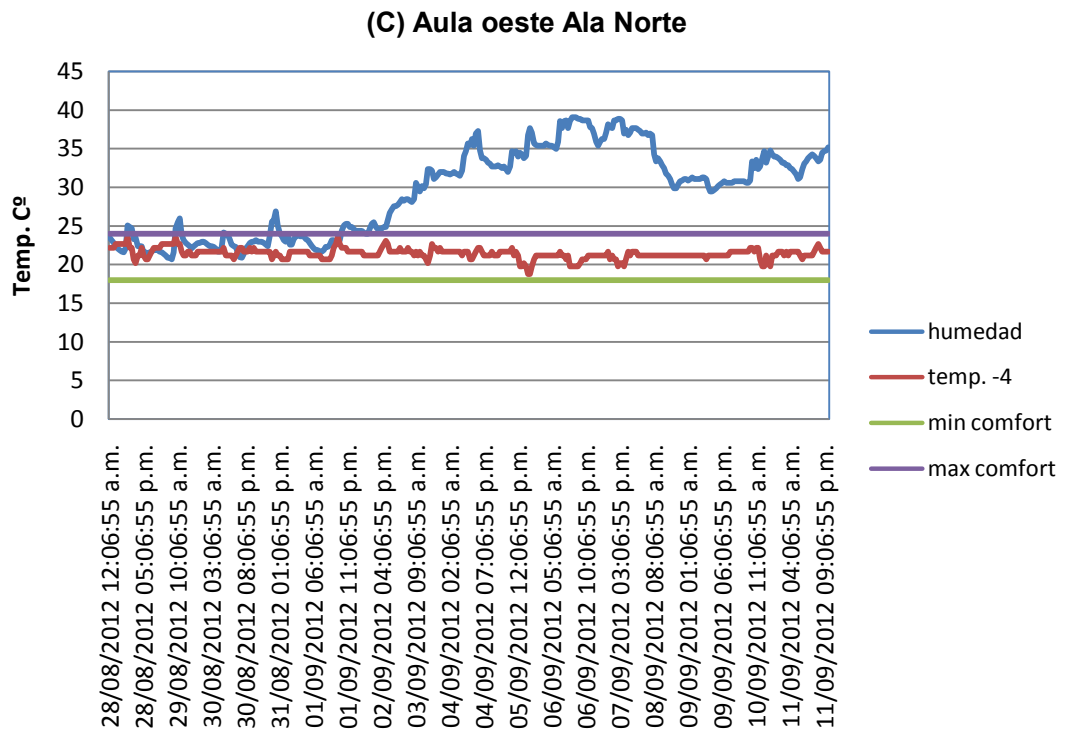
De estas mediciones se obtuvieron los siguientes perfiles de temperatura y humedad.



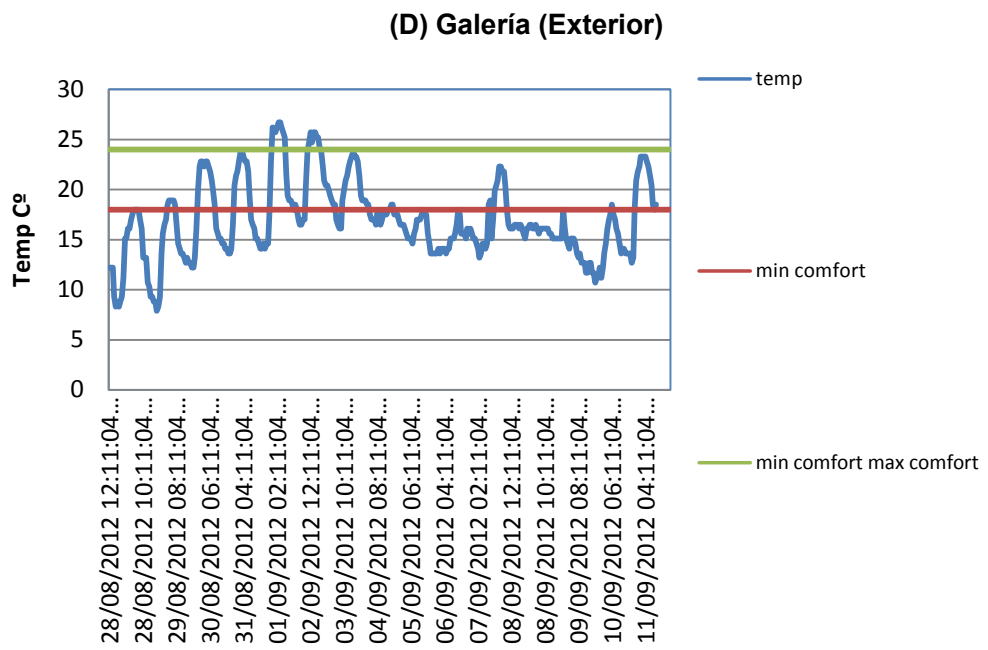
En promedio se encuentran temperaturas situadas dentro del rango de confort.



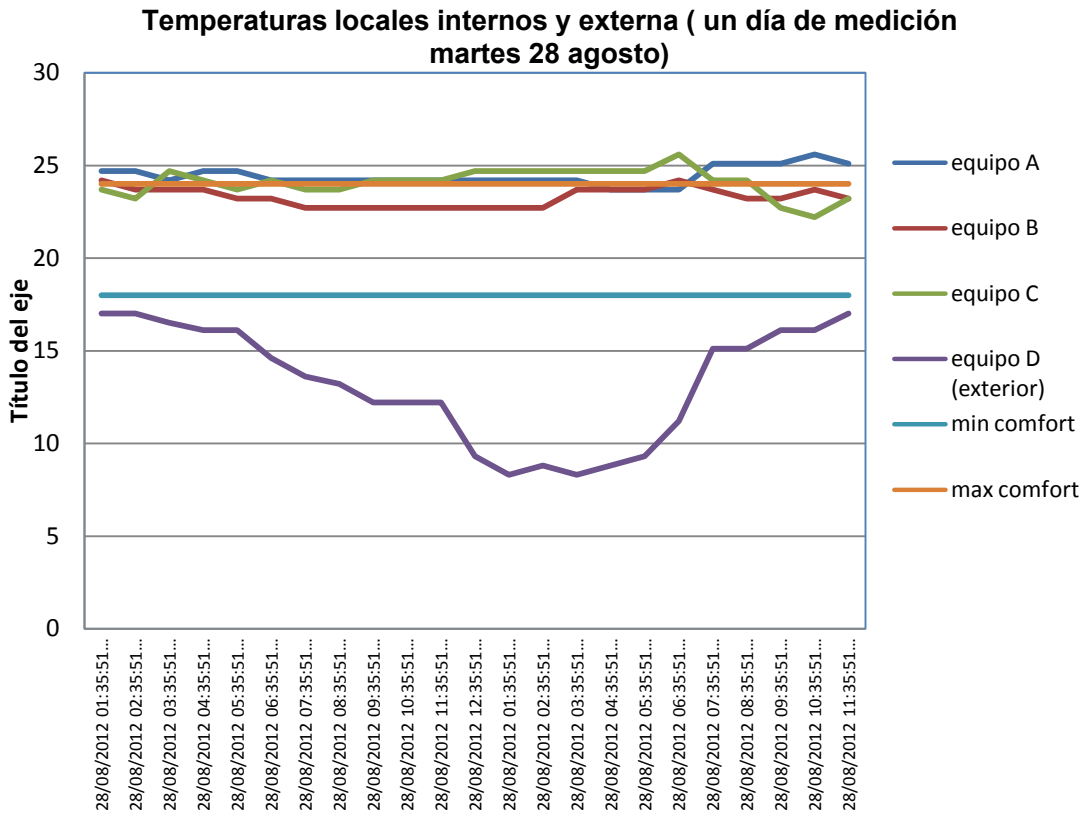
En promedio se encuentran temperaturas situadas dentro del rango de confort.



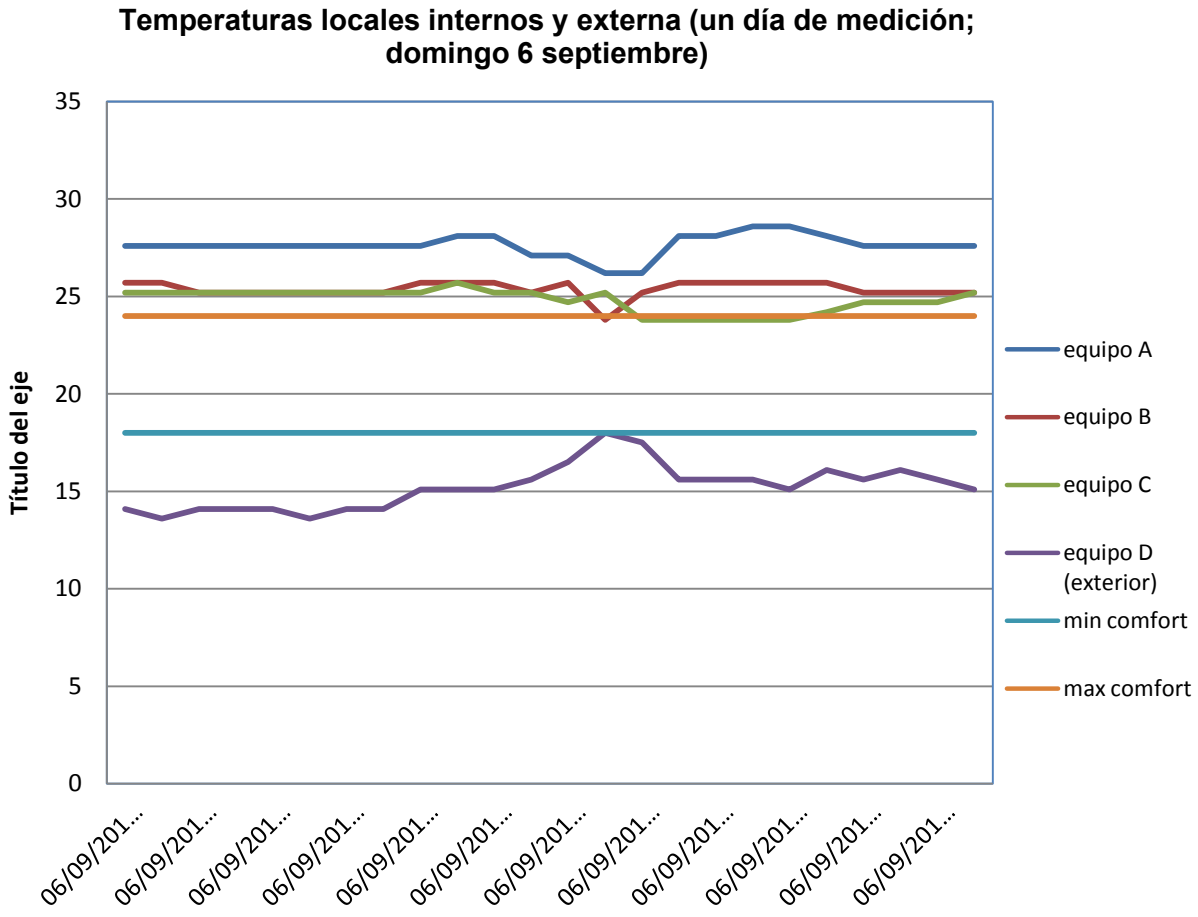
En promedio se encuentran temperaturas situadas dentro del rango de confort.



Estas temperaturas se utilizan para comparar con los valores encontrados en el interior de los ambientes.



En promedio se encuentran temperaturas situadas dentro del rango de confort. Esta medición fue realizada en un día de temperaturas moderadas a bajas, y aquí se puede apreciar la mínima variación de la temperatura de los locales con las variaciones de temperatura exterior, recibiendo aporte de calor del equipo de calefacción.



En promedio se encuentran temperaturas situadas levemente por encima del rango de confort. Esta medición fue realizada en un día de temperaturas moderadas, y aquí se puede apreciar la elevación de la temperatura de los locales con las variaciones de temperatura exterior, sin recibir aporte de acondicionamiento. Nótese cómo la ausencia de renovaciones de aire por apertura de ventanas y puertas favorece la elevación de la temperatura interior de los locales.

4. Aspectos favorables tenidos en cuenta en el diseño del edificio (derivado del análisis sobre el comportamiento térmico - energético)

Aspectos más favorables del diseño de edificio respecto del comportamiento térmico-energético

- Orientación del edificio Norte – Sur, que favorece el aprovechamiento de la ganancia solar directa en invierno. Y además favorece también, la ventilación cruzada de los espacios en épocas de elevadas temperaturas.

5. Aspectos desfavorables tenidos en cuenta en el diseño del edificio (derivado del análisis sobre el comportamiento térmico - energético)

Aspectos desfavorables del diseño de edificio respecto del comportamiento térmico-energético

- La gran superficie de ventanas de vidrio simple, colocadas en la orientación Sur del edificio, no es favorable para las épocas de bajas temperaturas, ya que demandara mayor consumo de energía del sistema convencional para calefacción.

- Por otra parte los edificios escolares deben contemplar una flexibilidad de uso que atienda la dinámica propia de este tipo de instituciones, cuyas necesidades son cambiantes en el tiempo. El cambio de funciones de los ambientes, las adecuaciones y discrepancias con el proyecto original también van a modificar el comportamiento térmico-energético, como es el caso del aula que esta subdividida por paneles que afecta la iluminación y el sistema de calefacción que inicialmente no se diseño para tal modificación de la misma.

- Galería al Norte: Como el régimen de ocupación del edificio es mayor en épocas de temperaturas bajas y medias, las sombras arrojadas principalmente en invierno no permiten el acceso de la radiación solar directa sobre superficies interiores de las aulas. Esto provoca que la ganancia solar directa no sea la óptima en temporadas de bajas temperaturas, más allá de que en las épocas de temperaturas elevadas provee de protección contra la radiación solar directa.

- No se ha tenido en cuenta aislación térmica diferenciada para los muros con mayor exposición a la radiación solar para prevenir excesiva ganancia térmica en días de altas temperaturas, ni para los orientados al sur evitando o mitigando pérdidas en días de bajas temperaturas. Tampoco se ha tenido en cuenta para el cálculo del sistema de cerramientos ni calefacción.

6. Otros aspectos relativos al diseño del edificio

Favorables

- La galería al Norte, además de ser un espacio de vinculación y circulación, sirve de protección de las aberturas vidriadas de la incidencia de la radiación solar en épocas de elevadas temperaturas.
- El emplazamiento del edificio en el terreno favorece la posibilidad de ampliaciones o crecimiento del mismo
- La elección del partido en L favorece la vinculación y distribución de los espacios.

Desfavorables

- El grupo de aulas ubicadas en el Ala Oeste del edificio, la superficie de ventanas que dan a la calle, generan deslumbramiento sobre algunos sectores del aula y sobre pizarrones (horas de la tarde)
- La mayoría de los aventanamientos están cubiertos por cortinas y en otros casos han colocados papeles para evitar distracción de los alumnos en el caso de las aulas y por seguridad en talleres o donde se guardan objetos de valor.
- El tratamiento del entorno no ha tenido en cuenta la vegetación ni el tipo de arbolado como elemento de protección de los ambientes expuestos a la radiación solar, que afectan tanto al comportamiento térmico como a la iluminación en las diferentes estaciones.
- No se ha tenido en cuenta el tipo de materiales que se utilizó para pisos y muros en los locales destinados a actividades de taller, así como tampoco los servicios eléctricos ni mobiliario apropiado (mesas de trabajo, tomas de corriente, iluminación diferenciada según el tipo de tarea y la precisión requerida)
- Los talleres donde se realizan tareas de soldadura no están provistos de sistemas de evacuación de gases según la normativa vigente.

7. Criterios de eficiencia térmico-energética – Comportamiento del edificio en las condiciones actuales

Los siguientes dos apartados de este documento contienen un estudio que comprende la simulación de las condiciones reales del edificio y su comparación con la simulación virtual. De este ajuste podremos conseguir datos simulados alcanzando conclusiones efectivas aplicables al edificio para obtener un impacto en su consumo energético.

Antes de comenzar la simulación se estableció el período que nos interesa abordar en cuanto al uso escolar del edificio. Es importante destacar que no todos los edificios deben ser abordados bajo los mismos principios de análisis.

Primero es importante destacar que esta simulación está comprendida entre el 1 del mes de marzo al el 30 de Noviembre.

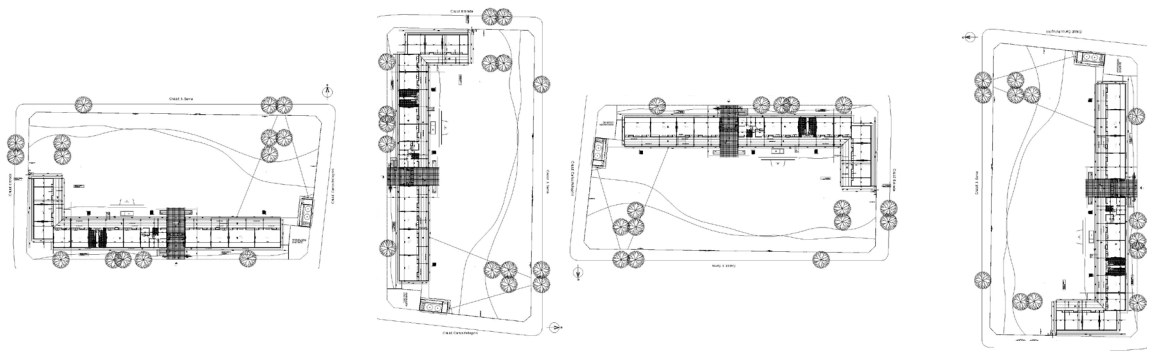
La simulación calcula la energía necesaria para mantener temperaturas interiores de confort de 18º C para el invierno como mínimo y 23º para verano como máximo.

El software Utilizado para la simulación es Energy Plus, el cual es un software de código abierto (open source), también para este estudio se han utilizado otras sub aplicaciones para entrada y salida de datos como Google Sketchup con Open Studio (visualizador de geometría), IDF Editor (edita datos de simulación), Weather Converter y Meteonorm (Creación de Archivo de Clima), EP-Launch (Corre la simulación), XEsoVIew (visor de archivos . eso y .mtr),TrueView o VoloView(visor de archivos Cad), editor de texto y otros.

El estudio compara y evalúa el consumo energético del edificio sometido a variaciones de:

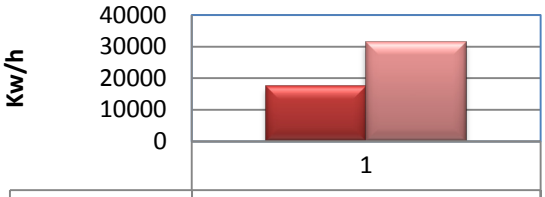
- Orientación (este apartado)
- Aislaciones. (apartado siguiente)

Orientación



0º 90 º 180 º 270 º

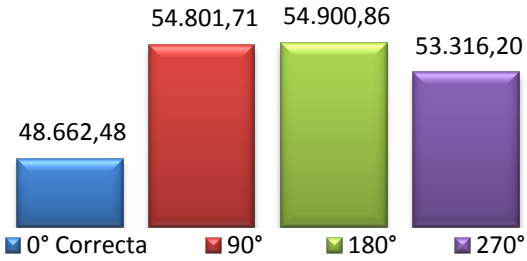
Consumo Refrigeración vs Calefacción



	1
Calefacción	17332,69868
Refrigeracion	31329,78258

De acuerdo al funcionamiento anual de esta escuela, la demanda energética necesaria para refrigerar, manteniendo los índices de confort interiores es mayor 80% mayor que para calefaccionar en las zonas térmicas consideradas.

Consumo anual en calefacción y Regrigeración en Kw/h según orientación



En Promedio una orientación incorrecta significa un 12% más en el consumo energético anual para mantener temperaturas interiores de confort de 18º C para el invierno como mínimo y 23º para verano como máximo. En conclusión el edificio está correctamente orientado.

8. Aislación existente versus aislación recomendada

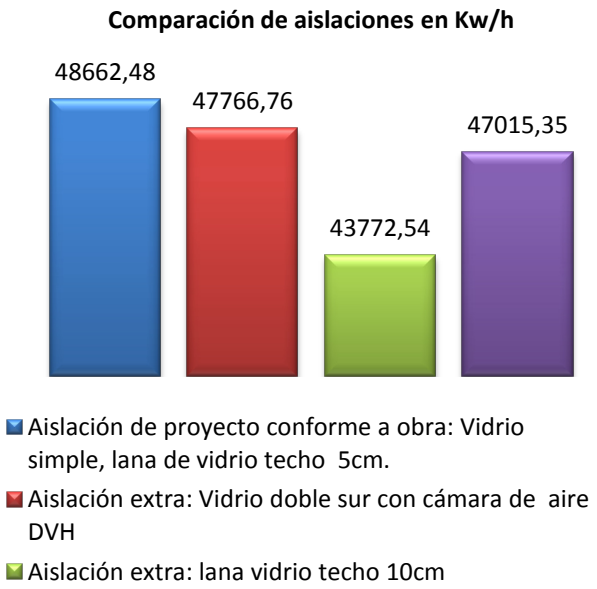
Materiales constructivos

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9
Name		Hormigón de contra	Ladrillo	Hormigón de revoqu	Hormigon Armado	Aislacion Termica 5	Chapa	Lana de Vidrio 5cm	Aluminio 0.001	Lana de Vidrio 10cm
Roughness		Rough	VeryRough	Rough	MediumSmooth	Rough	MediumSmooth	VeryRough	VerySmooth	VeryRough
Thickness	m	0.1	0.17	0.025	0.12	0.05	0.0011	0.05	0.0001	0.1
Conductivity	W/m-K	1.63	0.72	0.93	1.73	0.041	50	0.037	220	0.037
Density	kg/m3	2400	1797	1900	2400	15	7850	24.07	2700	24.07
Specific Heat	J/kg-K	800	919.9	1000	780	1420	447	670	909	670
Thermal Absorptance		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Solar Absorptance		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Visible Absorptance		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Se simuló el edificio en condiciones constructivas actuales y su comparación con condiciones manipuladas persiguiendo a una mayor eficiencia energética.

El objeto de este análisis es poder identificar en los procesos presupuestarios -constructivos los criterios de aislación a tomar.

- Aumentar aislación en cubierta.
  Adicionar 5cm de lana de vidrio en cubierta.
- Reemplazar Vidrios simples en paredes al Sur por DVH (Vidrios Dobles con cámara de aire) Vidrio 3mm, cámara de aire de 13mm y vidrio de 3mm.
- Aislar Paredes al Sur y paredes con mayor exposición o pérdidas con 5cm poliestireno.



La aislación que demuestra mayor indice de incidencia es el aumento de la lana de vidio en la cubierta por 5cm, seguida por la aislación en las paredes y en tercer lugar el vidrio doble con cámara de aire.

La comparación de la suma de las tres aislaciones ya mencionadas arroja un 15% de ahorro anual en el consumo

Conclusiones

Es recomendable que en las fases de diseño, cómputo y presupuesto, se tengan en cuenta consideraciones generales de orientación y aislaciones. Como han demostrado las simulaciones, podemos reducir consumos energéticos en un 12% sólo orientando bien el edificio. Esto, nos da la pauta, de los considerables ahorros que podemos alcanzar sólo por el diseño adecuado sin tener que realizar inversión adicional, es decir, el diseño solar pasivo es la opción más económica al momento de invertir. Es importante destacar que éste no es el caso de la Escuela Leanez ya que se encuentra en su mayor parte bien orientada.

De la misma manera podemos ahorrar un 15% de energía anual considerando mínimas intervenciones en las aislaciones del edificio. Es destacable el ahorro que manifiesta el incremento en los espesores de las aislaciones de cubierta, significando un 10% frente al 1.8% del vidrio doble y el 3.4% de la aislación en muros.

9. Aspectos de luminotecnia

Introducción

Espacios con actividad visual normal:
En este apartado dedicaremos especial atención al alumbrado de aulas, asimilando al mismo el de otros locales, tales como salas de profesores y oficinas administrativas

Aulas.
Dentro del alumbrado de los establecimientos educativos, el de las aulas es el más común y a la vez el que más requiere la atención del proyectista.

En las escuelas elementales, como en secundaria o facultades universitarias, es en las aulas donde los alumnos pasan la mayor parte de las horas lectivas.
La iluminación de las aulas depende de la tarea que se realiza en ellas, y comprende desde la toma de notas, hasta la realización de exámenes, utilización de calculadoras, computadoras, etc. La tarea de mayor dificultad consiste en la lectura de un texto impreso o más aún, la lectura de un texto escrito con lápiz; por lo tanto, el nivel de iluminación debe ser el apropiado para la realización de esta tarea.
En un aula estándar, cuya superficie puede oscilar entre 60 y 80 metros cuadrados (pueden existir otras aulas de dimensiones distintas, pero el criterio de iluminación será el mismo que el utilizado para la estándar), es habitual que una de las paredes está ocupada por un amplio ventanal, que abarque toda la pared, desde el techo hasta el suelo, o una parte de ella, generalmente desde el techo hasta una altura de 1m. sobre el suelo. Algunas aulas pueden tener lucernarios o ventanas en alguna de las esquinas, pero siempre la luz natural estará presente.
En primer lugar analizaremos la penetración de la luz natural en el aula. Si está es muy profunda, consideraremos el aumentar la reflectancia del fondo de la misma. Posteriormente consideraremos la instalación de las luminarias en el techo.
Una vez que la iluminancia o nivel de iluminación haya sido determinado, otros factores como el deslumbramiento, sombras y colores deben ser considerados en la elección de las luminarias y lámparas.
Las luminarias a instalar dependen de la altura y tipo del techo. En techos altos, pueden ser utilizadas luminarias suspendidas (directas/indirectas) que emitan luz hacia el techo y hacia los planos de trabajo.

Una bien diseñada iluminación indirecta, proporciona una iluminación libre de sombras.

Pero la mayor parte de las aulas disponen de techos bajos, que necesitan luminarias adosadas o empotradas en falsos techos. Son más adecuadas las luminarias empotradas que las adosadas, porque a igualdad de tamaño, tienen mejor estética.

Las luminarias de un aula pueden ser colocadas en varias posiciones; sin embargo se debe tener especial cuidado en la orientación de las mismas, de acuerdo a los siguientes factores:

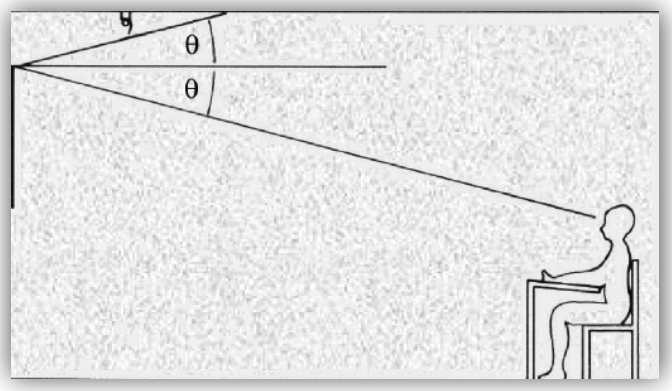
- Posición y orientación de los pupitres y mesas de trabajo.
- Situación y proximidad de las ventanas.
- Altura de los techos.
- Características fotométricas de las luminarias.
- Flexibilidad del espacio para otras funciones.
- Situación del tablero o pizarra.

El tablero no debe ser brillante, y no debe ser necesariamente negro.
La iluminación del tablero debe reunir dos condicionantes:

- No debe producir reflejos sobre su superficie

- Se debe obtener una adecuada iluminación en la parte más baja del mismo, asegurando que la relación entre las iluminancias mínima y media (uniformidad media) existente en el tablero sea superior a 1/3.

La mejor posición para la iluminación de un tablero se muestra en el dibujo de la figura 1



Si las luminarias son colocadas más próximas al tablero, la luz puede no ser suficiente en el pie del mismo. Si son colocadas más alejadas, los brillos serán observados desde los pupitres de los alumnos, es decir, la luminaria se situará a una distancia tal que los ángulos θ según se define en la Figura 1, coincidan.
Para evitar reflejos en la pizarra que dificulten la visión total o parcial de la misma, se utilizarán luminarias tipo "bañador" de pared. Se deben considerar también los brillos producidos por la luz recibida de otras luminarias o desde las ventanas existentes en la sala.

Criterios de calidad y diseño
Son los criterios a aplicar en la definición, estudio, proyecto e instalación de un sistema de iluminación.

Iluminancia y uniformidad
Se entiende por iluminancia o nivel de iluminancia, a la cantidad de flujo luminoso (lúmenes) que emitido por una fuente de luz, llega vertical u horizontalmente a una superficie, dividido por dicha superficie, siendo su unidad de medida el lux.

a) El nivel de iluminancia debe fijarse en función de:
- El tipo de tarea a realizar (necesidades de agudeza visual)
- Las condiciones ambientales
- Duración de la actividad

Según el tipo de actividad, las iluminancias a considerar serán:
• Horizontales
• Verticales

b) Uniformidad de iluminancias:
Las uniformidades horizontales y verticales serán función de los valores de iluminancia media, mínima y máxima, obtenidas de cada matriz de puntos definidos en el plano horizontal o vertical.

Control del deslumbramiento
En general el deslumbramiento es un efecto no deseado en el diseño y practica de la iluminación.

El deslumbramiento se puede producir de forma directa por lámparas, luminarias y ventanas o por reflexión producida por superficies de alta reflectancia (brillante), que pueden estar en el campo de visión del observador.
El grado de deslumbramiento directo admisible en el campo visual del observador esta función del tipo de actividad que se realiza en el local.
El deslumbramiento directo de lámparas, se elimina con la utilización de luminarias que redistribuyan el flujo de las mismas de forma idónea para la actividad a realizar.
El deslumbramiento debido a la luz natural (ventanas), no tiene que ser un inconveniente para intentar su máximo aprovechamiento, tanto por el ahorro energético que se puede obtener, como por el beneficio psicológico que aporta el contacto con el entorno.

Modelado
Con independencia del nivel de educación impartido (primaria, secundaria, universitaria, etc.) en la enseñanza es fundamental la perfecta comunicación (por escrito, vía oral o gestual) entre la persona que imparte la materia y las que la reciben.
Los criterios de modelado son de gran importancia en la iluminación de las volumétricas, ya que la correcta percepción de las tres dimensiones o de la textura de un objeto permite un conocimiento real del mismo. Esto se consigue utilizando el efecto modelador del alumbrado direccional.

Simulación

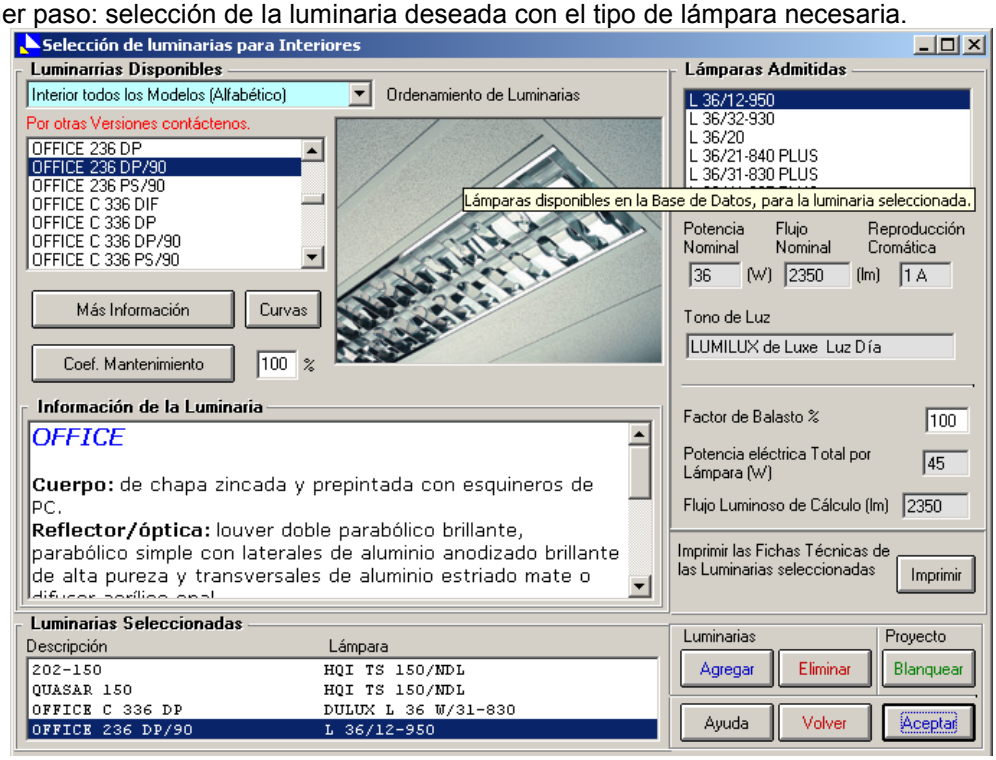
Introducción

Con el software de simulación de iluminación, para interiores, se ha podido calcular la intensidad lumínica de cada sala del establecimiento.

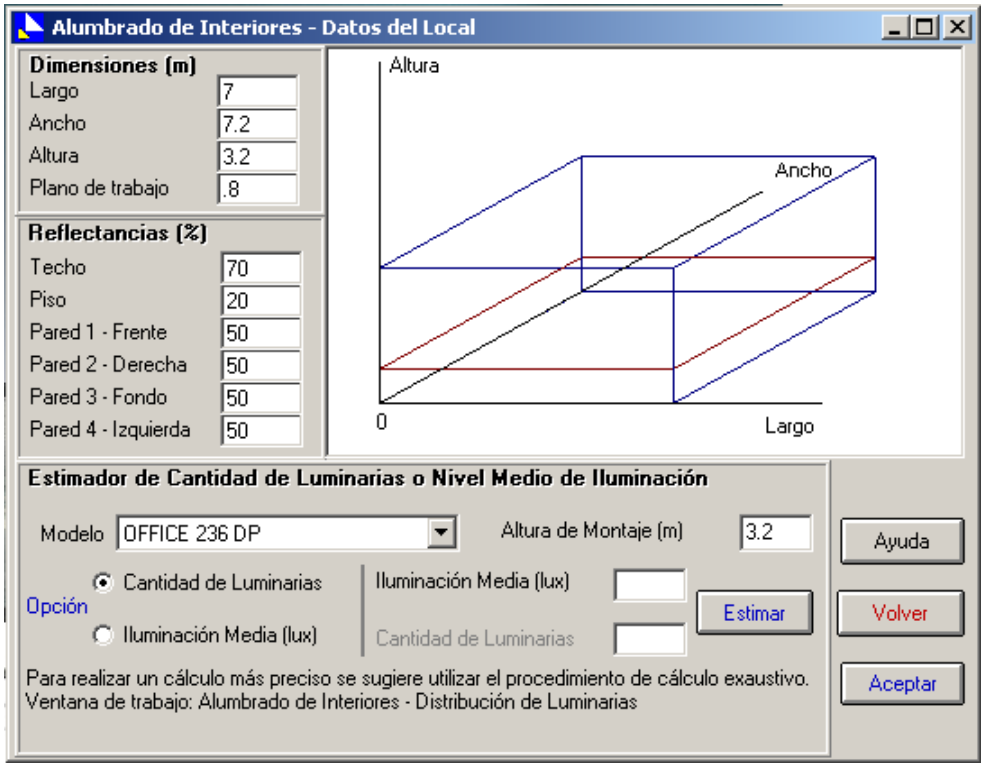
Descripción del software utilizado:
LUMENLUX, es un programa para cálculo luminotécnico. Herramienta indispensable para el desarrollo de proyectos de iluminación interior y grandes áreas.
Entre sus cualidades se encuentran:
-Capacidad para realizar proyectos en exterior e interior.
-Fácil de utilizar por su práctico esquema de pantallas sucesivas
-Incluye información de productos a modo de catálogo electrónico con posibilidad de impresión de la ficha técnica del mismo (foto, curva fotométrica, modelos, dimensiones, etc.)
-Posibilidad de utilizar proyectores en recintos de interior
-Impresión de informes detallados con amplia variedad de gráficos. Estimador de luminarias y niveles medios
-Manejo amigable de las herramientas de diseño para la disposición y modificación de luminarias (automático, bloques e individual, mover, rotar, eliminar, etc.).
-Apagado selectivo de luminarias
-Posibilidad de optar por la precisión de cálculo: baja-media-alta
-Ayuda permanente para la utilización del programa y anexos con información complementaria como valores de iluminación recomendados, coeficientes de reflectancia y mantenimiento. Tecnología y de la calidad de los componentes empleados

Análisis de las aulas 1, 2, 3, 4, 5, 6, Y 7

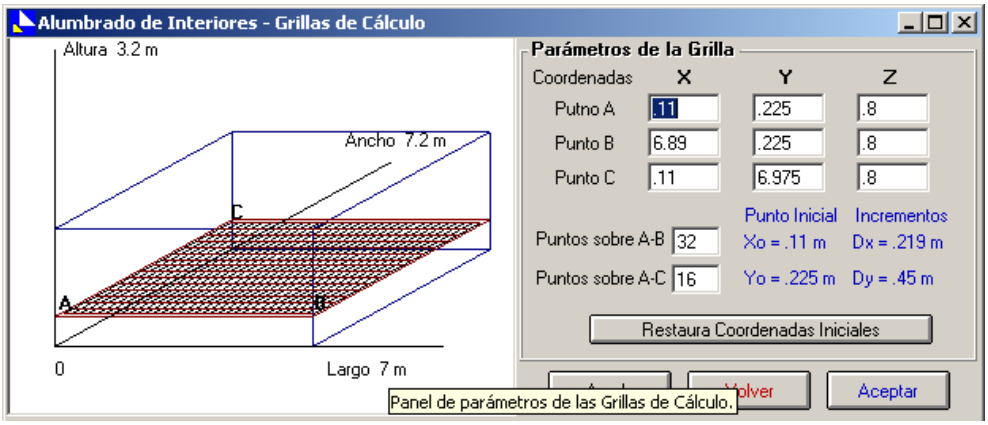
Primer paso: selección de la luminaria deseada con el tipo de lámpara necesaria.



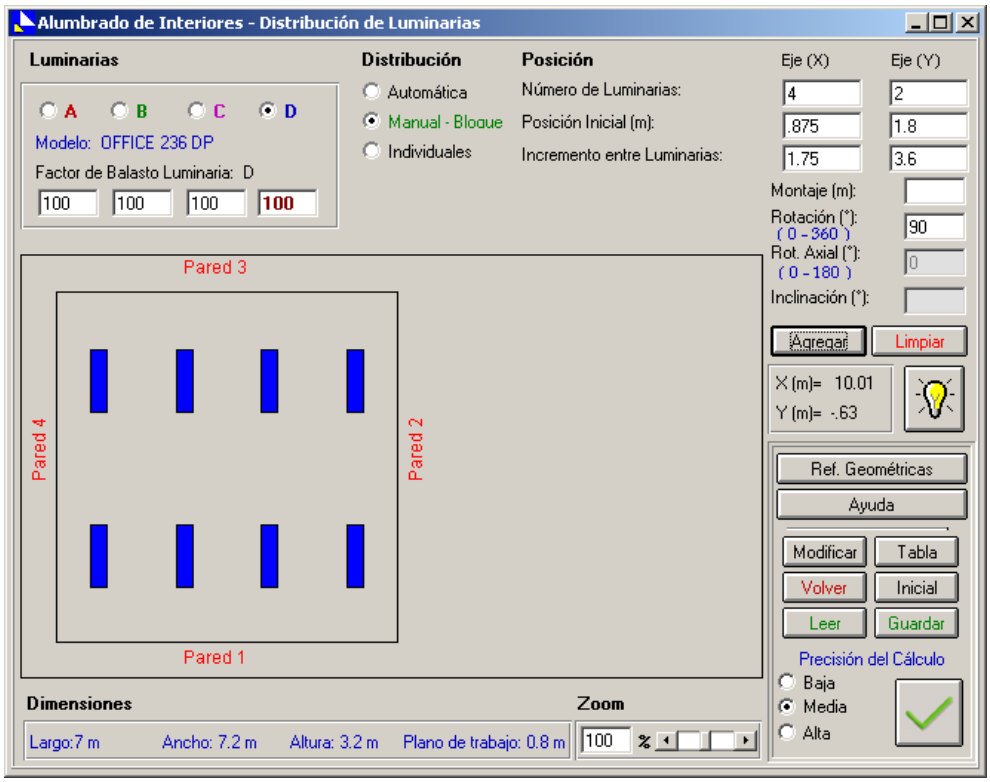
Luego de haber seleccionado la luminaria y la lámpara, se procede a introducir las dimensiones del local a iluminar. En este paso se deberá conocer con precisión las medidas del ambiente.



Una vez cargadas las dimensiones, se deberá especificar cuál es la grilla de cálculo, esto quiere decir el tamaño de las celdas de análisis del programa. A menor tamaño de celda mayor precisión en el cálculo realizado.



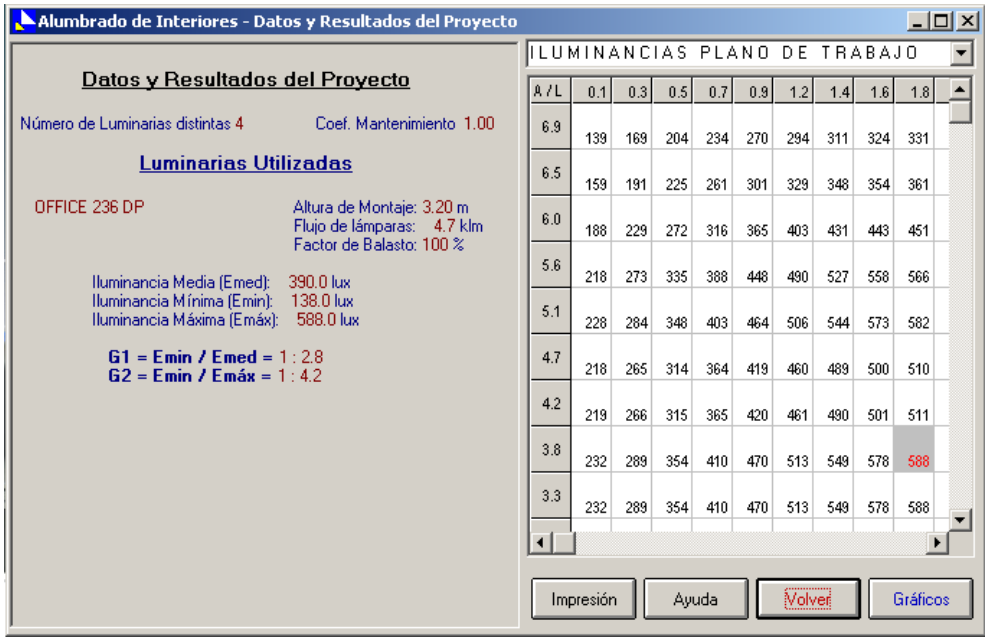
El paso a realizar a continuación, se deberá colocar las luminarias en el ambiente antes dimensionado. La diagramación geométrica, puede ser automática o manual, en este caso optamos por la distribución automática.



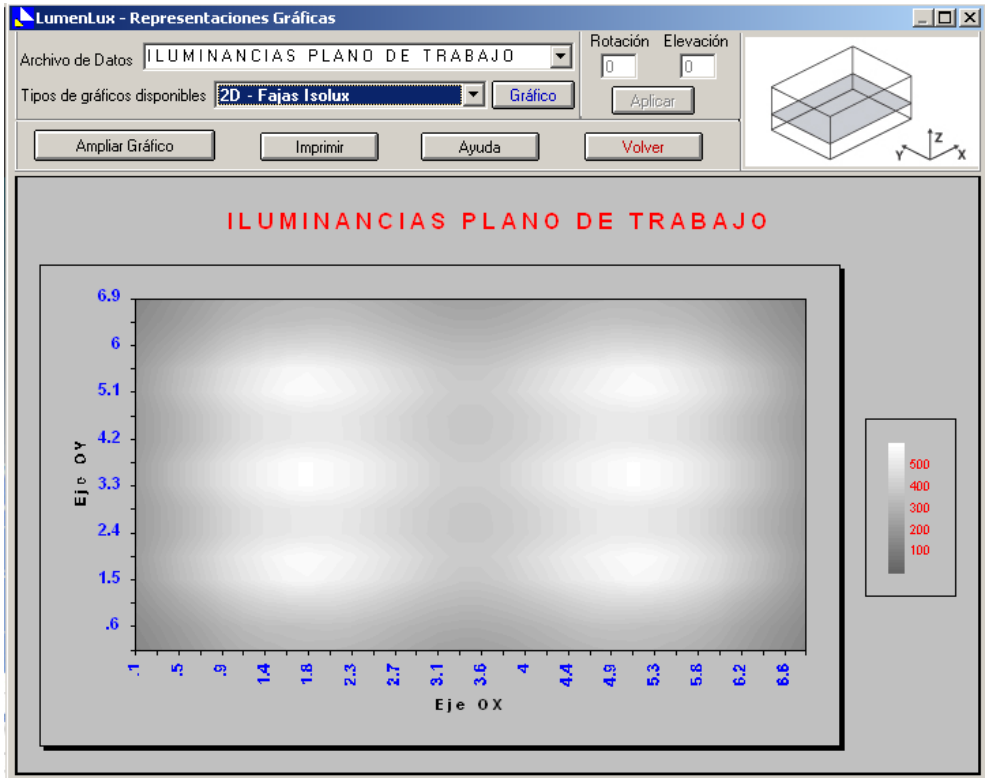
Una vez que el programa calcula la intensidad lumínica, con las luminarias cargadas, se muestran los resultados obtenidos. En el figuran valores de suma importancia, ya que serán los que demuestren que cantidad de luminarias y con qué distribución se deberán colocar.
En nuestro caso (que la instalación ya fue realizada) esta tabla de resultados, mostrara si el local está iluminado óptimamente.
Para poder saber esto, se debe saber cuál es el valor indicado para la iluminación media de un aula de estudios.
Según la ley de higiene y seguridad, el valor de iluminación media debe encontrarse entre los 450 a 500 lux.

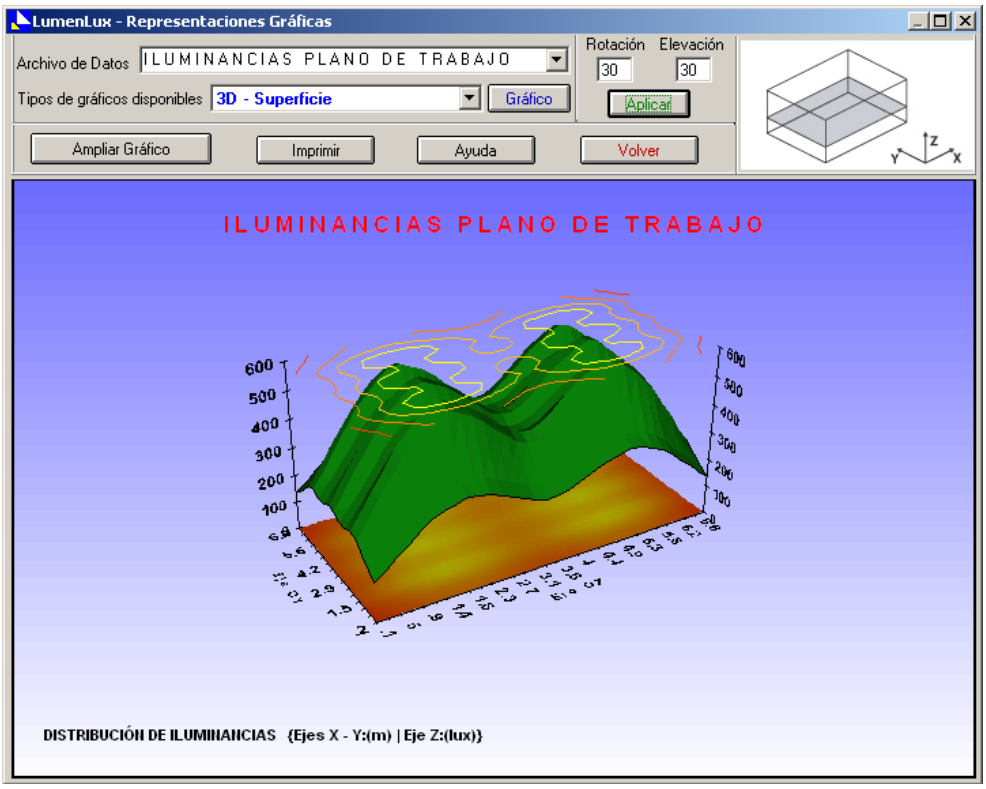
La tabla de resultados indica los siguientes valores:

- Iluminación media: 390 lux.
- Iluminación mínima: 138 lux.
- Iluminación máxima: 588 lux.
-



Los gráficos que se encuentran a continuación, exponen la distribución de la iluminación; mostrando a su vez, puntos de exceso de intensidad, y puntos de baja intensidad luminosa.



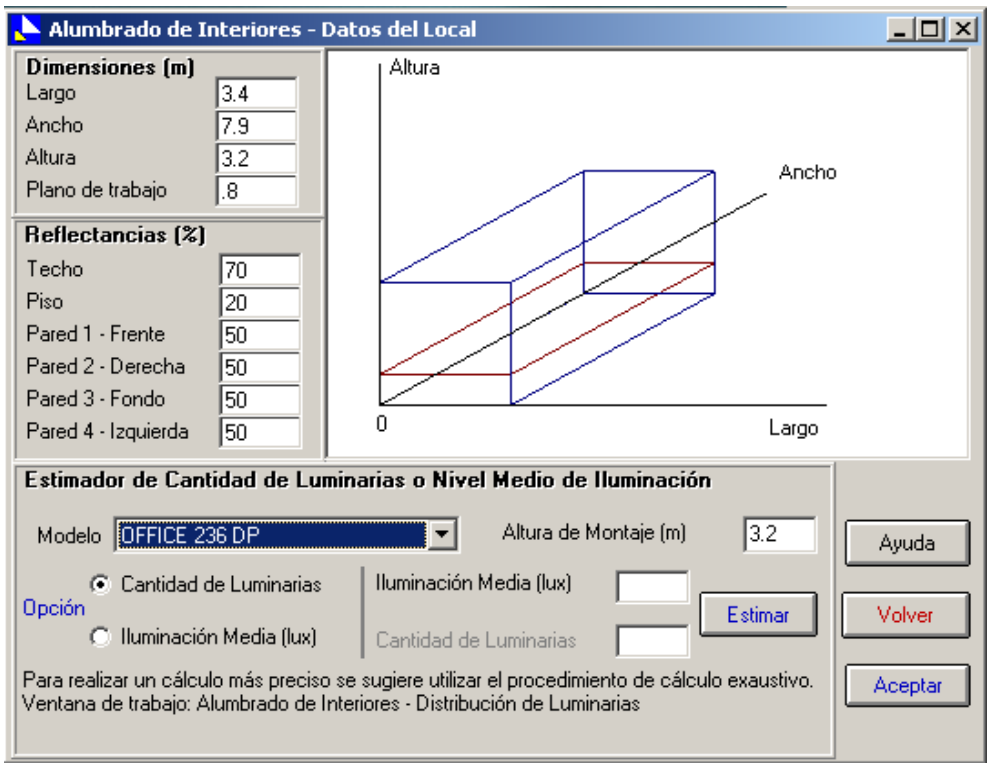


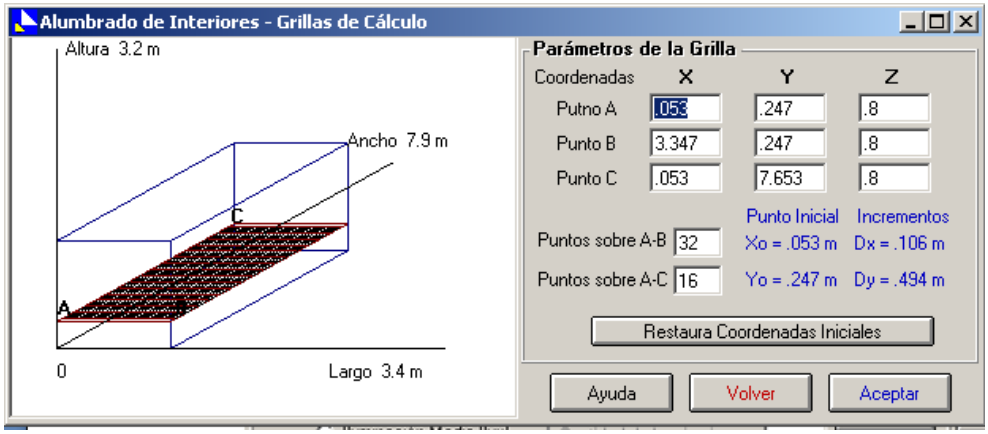
Conclusión

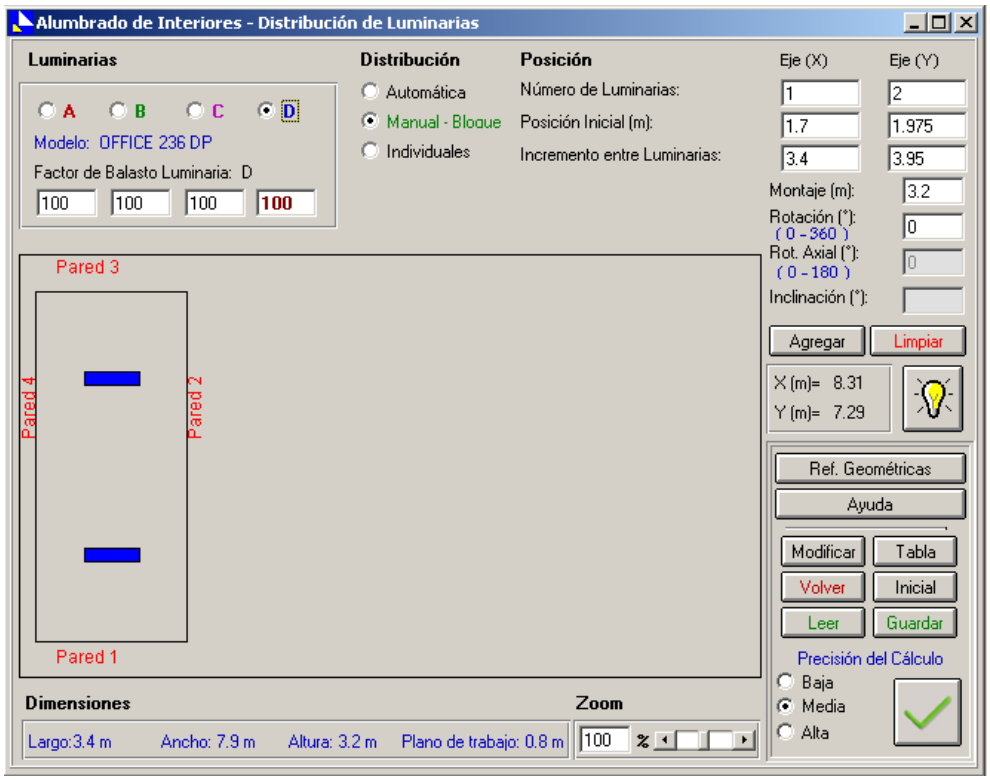
Se llega a la conclusión que el local está iluminado con 8 luminarias tipo Embutidas de doble tubo fluorescente con una potencia unitaria de 36w por tubo, que es lo mismo que decir que cada luminaria posee una potencia de 72w.
Con esta elección de luminarias y lámparas, el programa de simulación nos indica que la iluminancia media es baja y no verifica con respecto a la “intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual (Basadas en Norma IRAM-AADL J 20-06)” que se encuentran en “La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo - Ley 19587”.

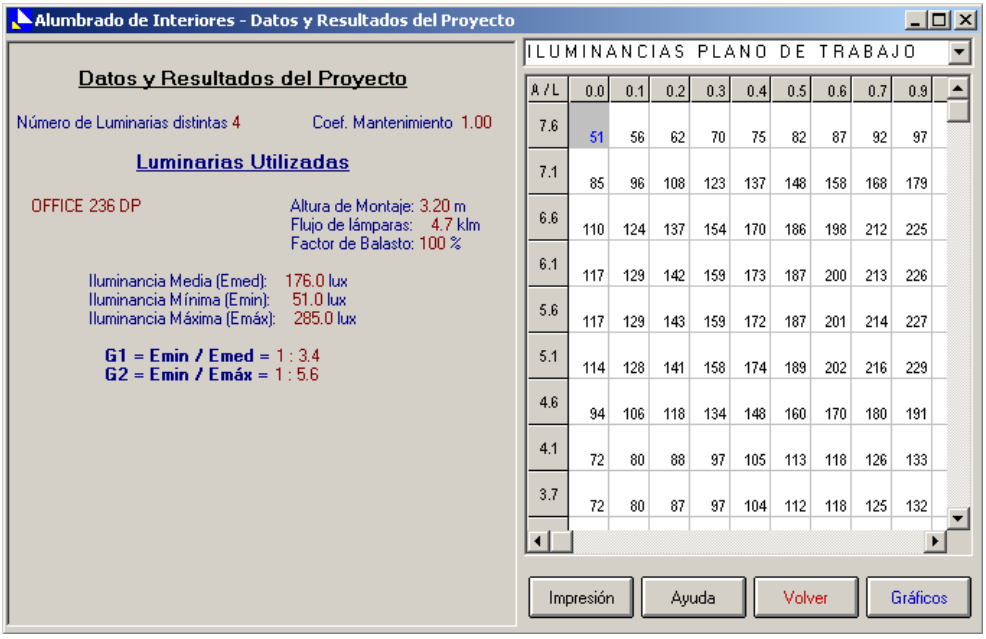
Preceptoría

Para todos los ambientes se realiza el mismo cálculo mediante el software.




Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo
Altura 3.2 m
Ancho 7.9 m
C
A
0
Largo 3.4 m
Parámetros de la Grilla
Coordenadas X Y Z
Putno A .053 .247 .8
Punto B 3.347 .247 .8
Punto C .053 7.653 .8
Punto Inicial Incrementos
Puntos sobre A-B 32 Xo = .053 m Dx = .106 m
Puntos sobre A-C 16 Yo = .247 m Dy = .494 m
Restaura Coordenadas Iniciales
Ayuda
Volver
Aceptar

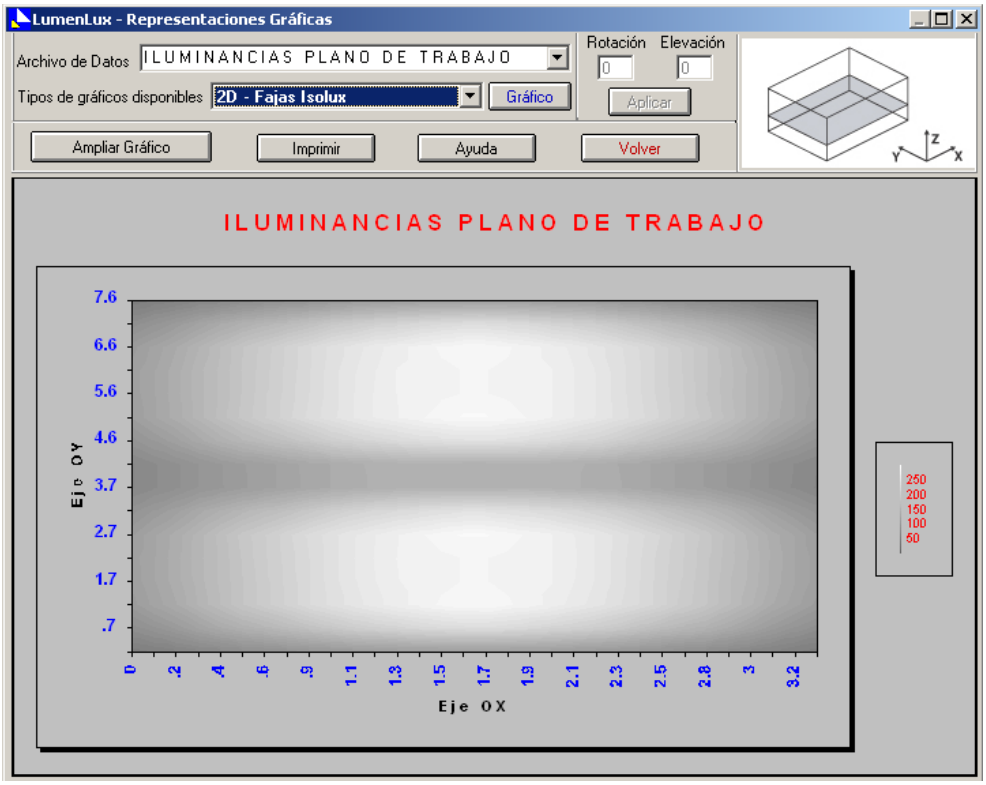

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias
Luminarias
A B C D
Modelo: OFFICE 236 DP
Factor de Balasto Luminaria: D
100 100 100 100
Distribución
Automática
Manual - Bloque
Individuales
Posición
Número de Luminarias:
Posición Inicial (m):
Incremento entre Luminarias:
Eje (X) Eje (Y)
1 2
1.7 1.975
3.4 3.95
Montaje (m): 3.2
Rotación (°): (0 - 360) 0
Rot. Axial (°): (0 - 180) 0
Inclinación (°):
Agregar
Limpiar
X (m)= 8.31
Y (m)= 7.29
Pared 3
Pared 4
Pared 2
Pared 1
Ref. Geométricas
Ayuda
Modificar
Tabla
Volver
Inicial
Leer
Guardar
Precisión del Cálculo
Baja
Media
Alta
Dimensiones
Largo:3.4 m
Ancho: 7.9 m
Altura: 3.2 m
Plano de trabajo: 0.8 m
Zoom
100 %

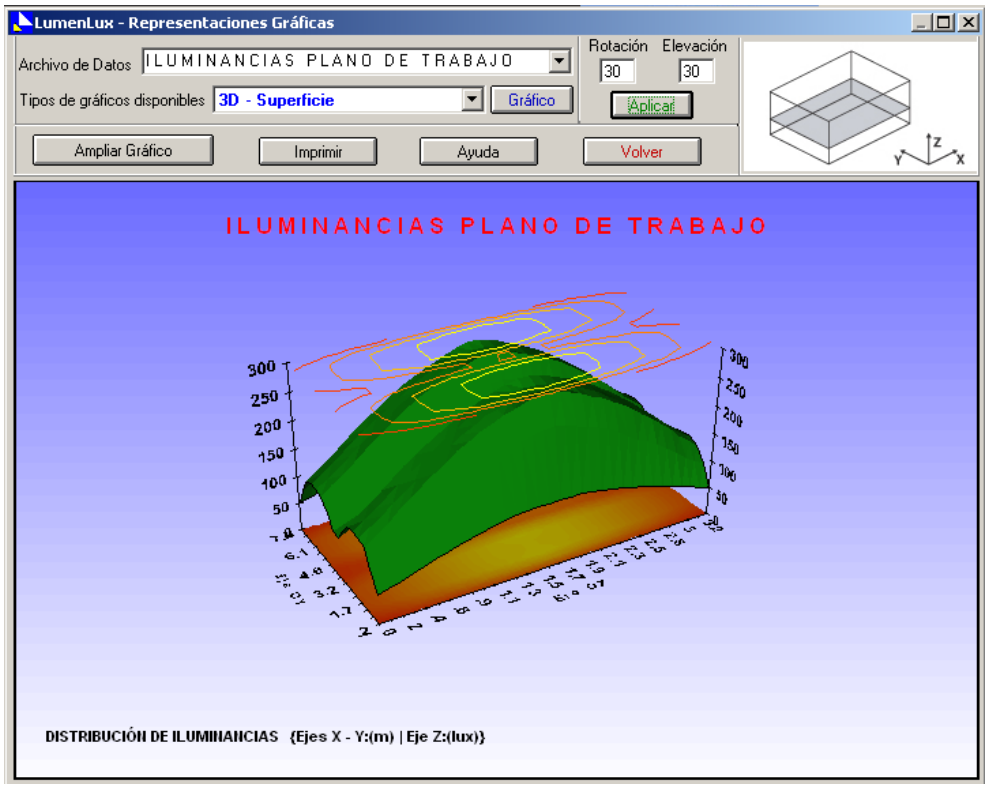


A / L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9
7.6	51	56	62	70	75	82	87	92	97
7.1	85	96	108	123	137	148	158	168	179
6.6	110	124	137	154	170	186	198	212	225
6.1	117	129	142	159	173	187	200	213	226
5.6	117	129	143	159	172	187	201	214	227
5.1	114	128	141	158	174	189	202	216	229
4.6	94	106	118	134	148	160	170	180	191
4.1	72	80	88	97	105	113	118	126	133
3.7	72	80	87	97	104	112	118	125	132

La tabla de resultados indica los siguientes valores:

- Iluminación media: 176 lux.
- Iluminación mínima: 51 lux.
- Iluminación máxima: 285 lux.

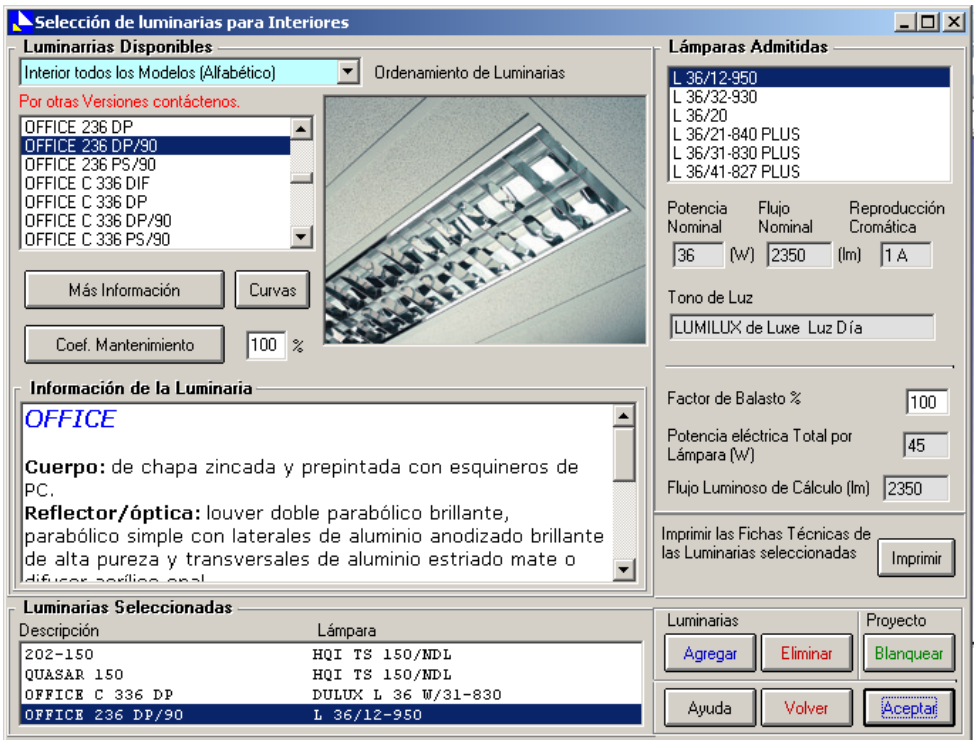


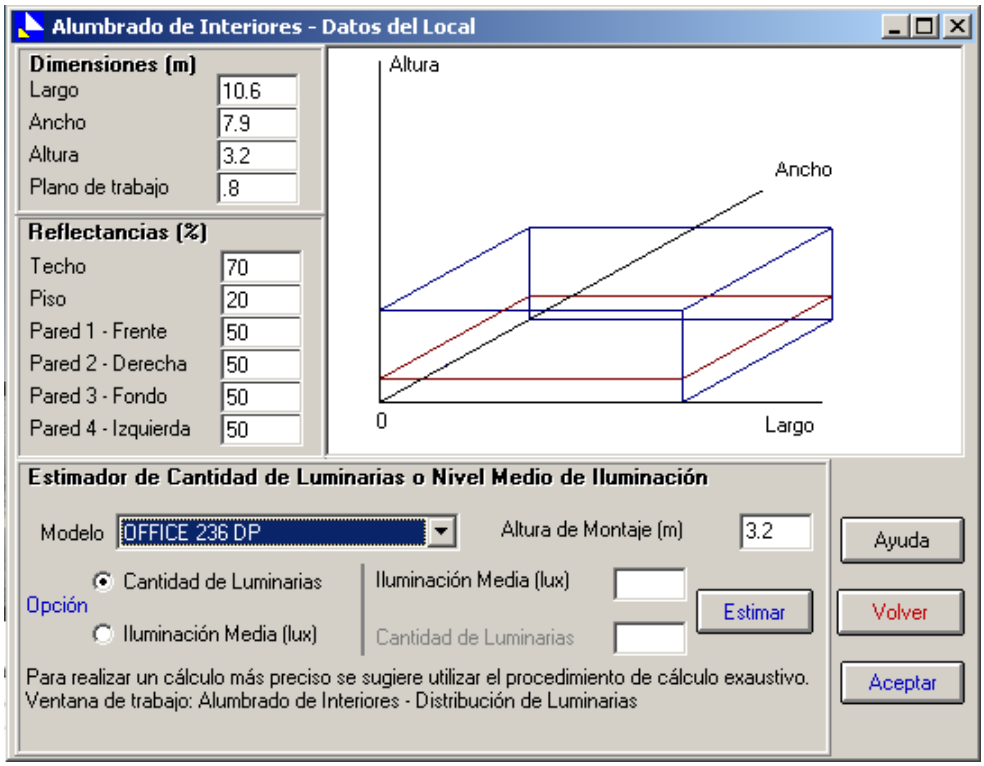


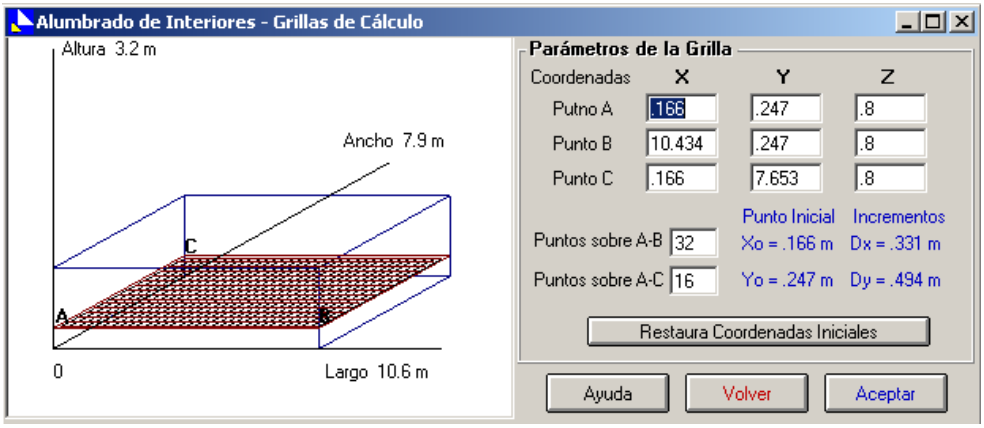
Conclusión

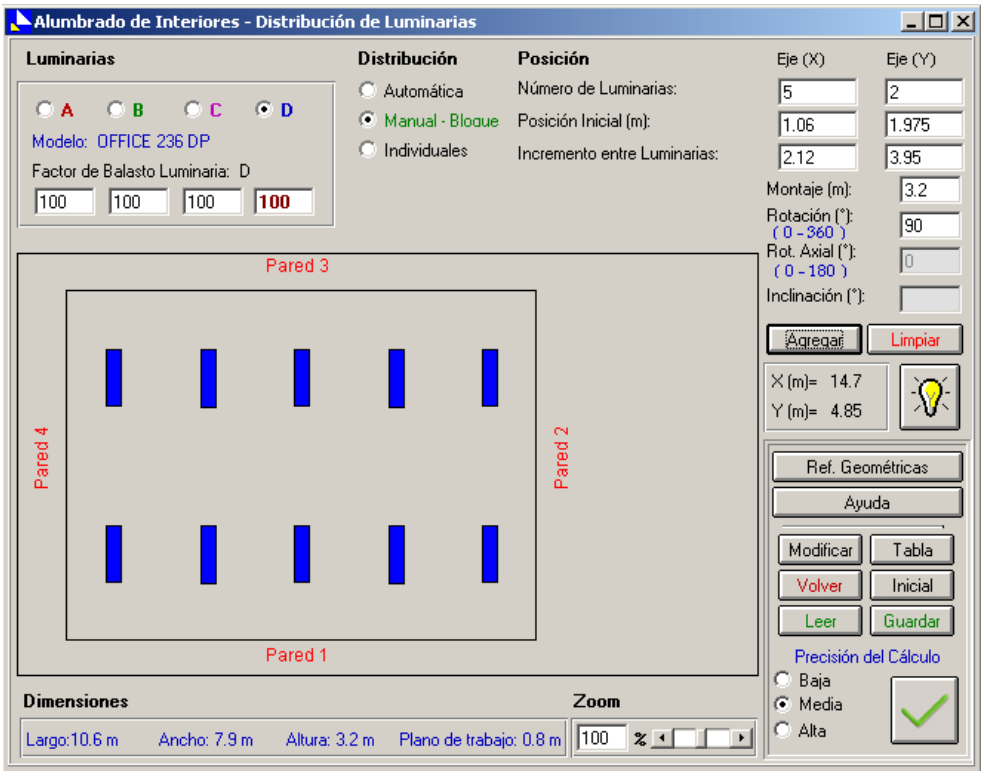
Se llega a la conclusión que el local está iluminado con 2 luminarias tipo Embutidas de doble tubo fluorescente con una potencia unitaria de 36w por tubo, que es lo mismo que decir que cada luminaria posee una potencia de 72w.
Con esta elección de luminarias y lámparas, el programa de simulación nos indica que la iluminancia media es baja y no verifica con respecto a la “intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual (Basadas en Norma IRAM-AADL J 20-06)” que se encuentran en “La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo - Ley 19587”.

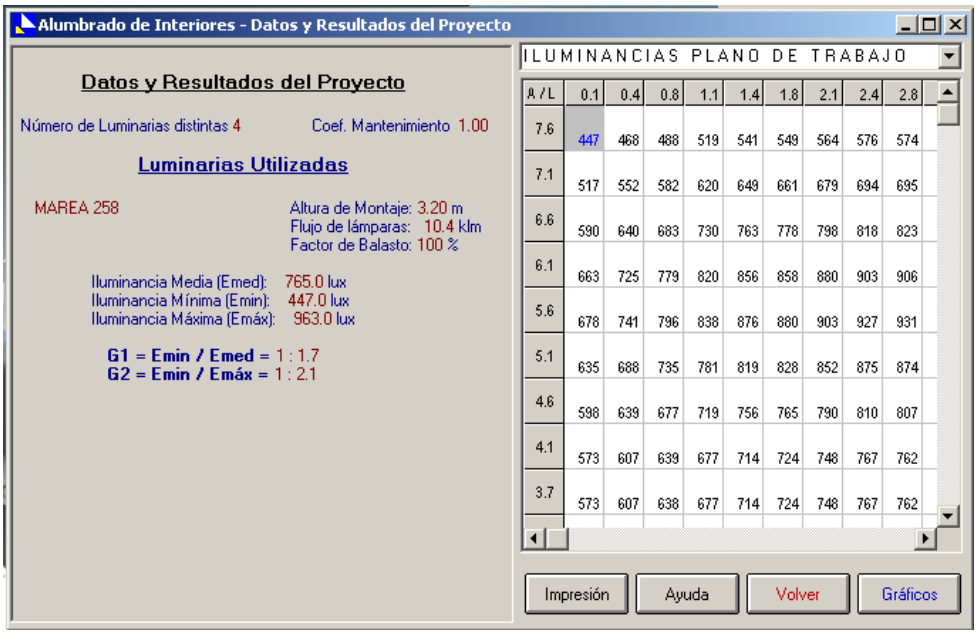
TALLERES


Selección de luminarias para Interiores
Luminarias Disponibles
Interior todos los Modelos (Alfabético)
Ordenamiento de Luminarias
Por otras Versiones contáctenos.
OFFICE 236 DP
OFFICE 236 DP/90
OFFICE 236 PS/90
OFFICE C 336 DIF
OFFICE C 336 DP
OFFICE C 336 DP/90
OFFICE C 336 PS/90
Más Información
Curvas
Coef. Mantenimiento
100 %
Información de la Luminaria
OFFICE
Cuerpo: de chapa zincada y prepintada con esquineros de PC.
Reflector/óptica: louver doble parabólico brillante, parabólico simple con laterales de aluminio anodizado brillante de alta pureza y transversales de aluminio estriado mate o
Lámparas Admitidas
L 36/12-950
L 36/32-930
L 36/20
L 36/21-840 PLUS
L 36/31-830 PLUS
L 36/41-827 PLUS
Potencia Nominal
Flujo Nominal
Reproducción Cromática
36 (W)
2350 (lm)
1 A
Tono de Luz
LUMILUX de Luxe Luz Día
Factor de Balasto %
100
Potencia eléctrica Total por Lámpara (W)
45
Flujo Luminoso de Cálculo (lm)
2350
Imprimir las Fichas Técnicas de las Luminarias seleccionadas
Imprimir
Luminarias Seleccionadas
Descripción
Lámpara
202-150
HQI TS 150/NDL
QUASAR 150
HQI TS 150/NDL
OFFICE C 336 DP
DULUX L 36 W/31-830
OFFICE 236 DP/90
L 36/12-950
Luminarias
Agregar
Eliminar
Proyecto
Blanquear
Ayuda
Volver
Aceptar


Alumbrado de Interiores - Datos del Local
Dimensiones (m)
Largo
10.6
Ancho
7.9
Altura
3.2
Plano de trabajo
.8
Reflectancias (%)
Techo
70
Piso
20
Pared 1 - Frente
50
Pared 2 - Derecha
50
Pared 3 - Fondo
50
Pared 4 - Izquierda
50
Altura
Ancho
0
Largo
Estimador de Cantidad de Luminarias o Nivel Medio de Iluminación
Modelo
OFFICE 236 DP
Altura de Montaje (m)
3.2
Opción
Cantidad de Luminarias
Iluminación Media (lux)
Iluminación Media (lux)
Cantidad de Luminarias
Estimar
Ayuda
Volver
Aceptar
Para realizar un cálculo más preciso se sugiere utilizar el procedimiento de cálculo exaustivo.
Ventana de trabajo: Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias

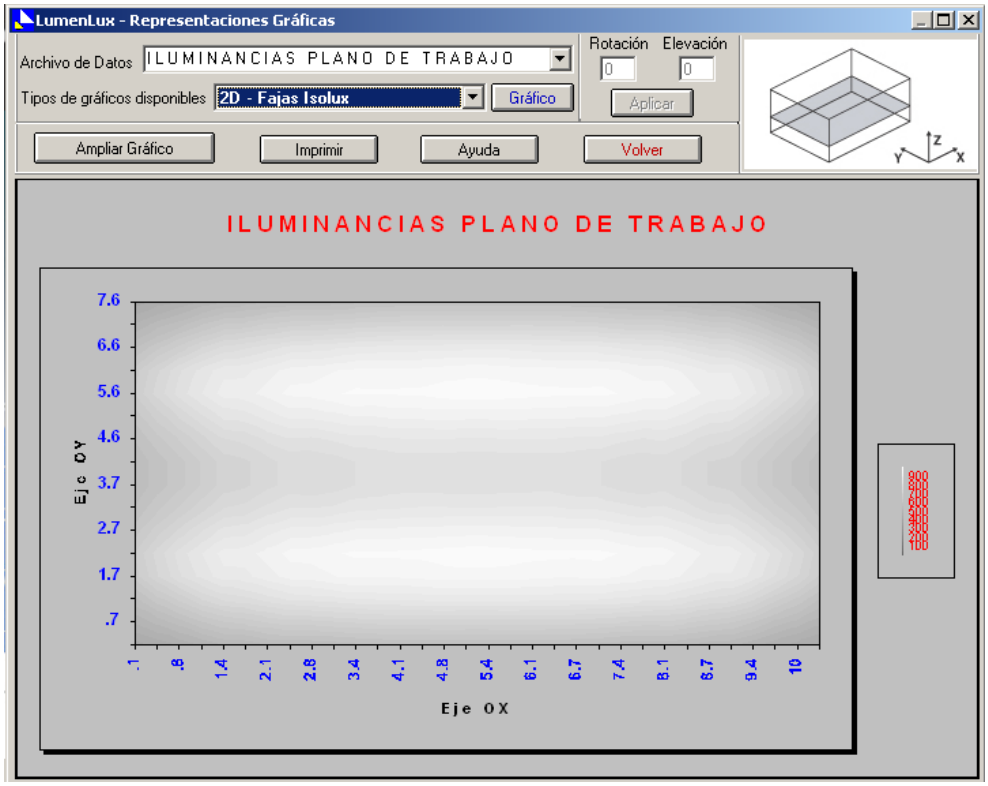

Alumbrado de Interiores - Grillas de Cálculo
Altura 3.2 m
Ancho 7.9 m
C
A
B
0
Largo 10.6 m
Parámetros de la Grilla
Coordenadas X Y Z
Putno A .166 .247 .8
Punto B 10.434 .247 .8
Punto C .166 7.653 .8
Punto Inicial Incrementos
Puntos sobre A-B 32 Xo = .166 m Dx = .331 m
Puntos sobre A-C 16 Yo = .247 m Dy = .494 m
Restaura Coordenadas Iniciales
Ayuda
Volver
Aceptar

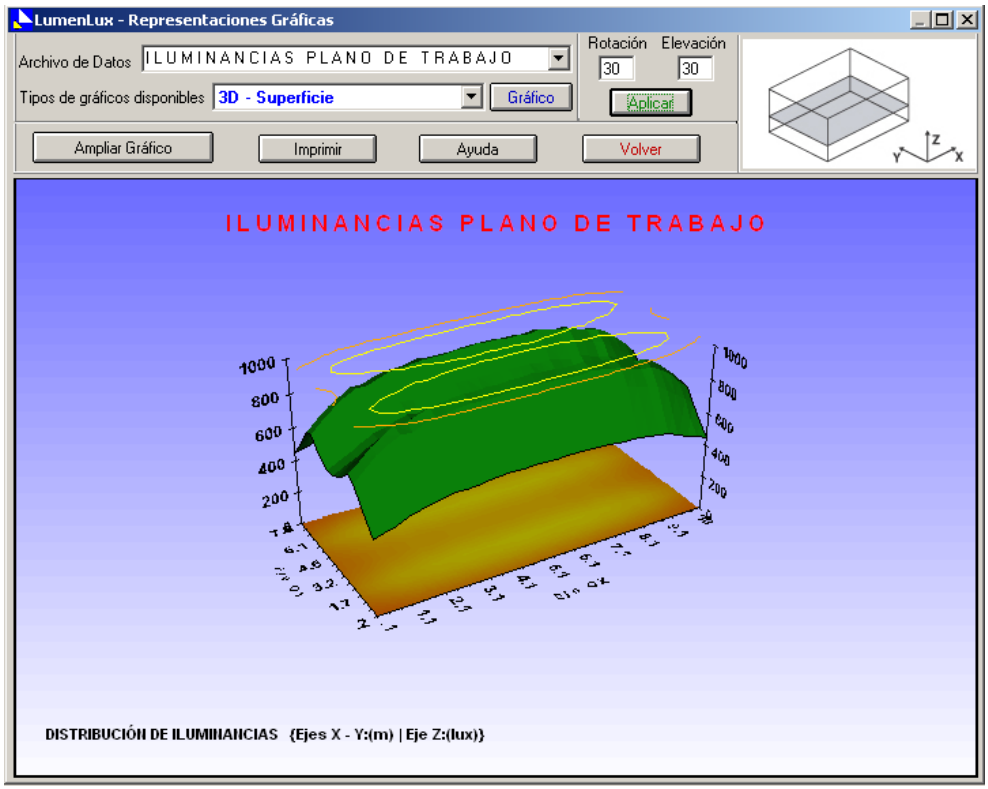

Alumbrado de Interiores - Distribución de Luminarias
Luminarias
A B C D
Modelo: OFFICE 236 DP
Factor de Balasto Luminaria: D
100 100 100 100
Distribución
Automática
Manual - Bloque
Individuales
Posición
Eje (X) Eje (Y)
Número de Luminarias: 5 2
Posición Inicial (m): 1.06 1.975
Incremento entre Luminarias: 2.12 3.95
Montaje (m): 3.2
Rotación (°): (0 - 360) 90
Rot. Axial (°): (0 - 180) 0
Inclinación (°):
Agregar
Limpiar
X (m)= 14.7
Y (m)= 4.85
Pared 3
Pared 4
Pared 2
Pared 1
Ref. Geométricas
Ayuda
Modificar
Tabla
Volver
Inicial
Leer
Guardar
Precisión del Cálculo
Baja
Media
Alta
Dimensiones
Largo:10.6 m Ancho: 7.9 m Altura: 3.2 m Plano de trabajo: 0.8 m
Zoom
100 %



La tabla de resultados indica los siguientes valores:

- Iluminación media: 765 lux.
- Iluminación mínima: 447 lux.
- Iluminación máxima: 963 lux.





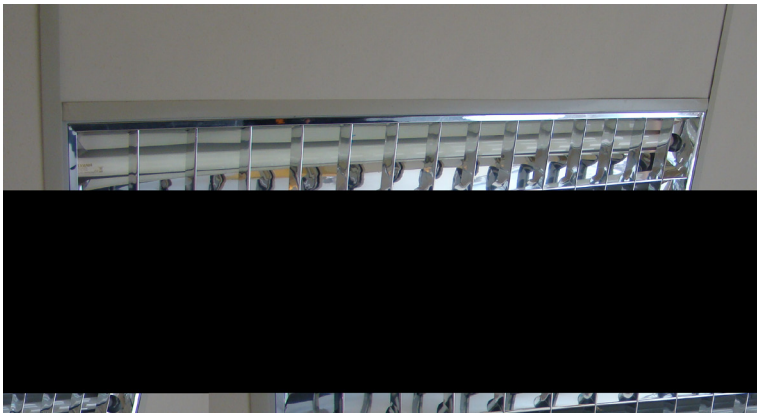
Conclusión

Se llega a la conclusión que el local está iluminado con 10 luminarias tipo Embutidas de doble tubo fluorescente con una potencia unitaria de 36w por tubo, que es lo mismo que decir que cada luminaria posee una potencia de 72w.
Con esta elección de luminarias y lámparas, el programa de simulación nos indica que la iluminancia media es baja y apenas inferior a la "intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual (Basadas en Norma IRAM-AADL J 20-06)" que se encuentran en "La Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo - Ley 19587".

Relevamiento y mediciones in situ: a continuación se enumeran los hallazgos en las sucesivas visitas en inspecciones al establecimiento en relación a la iluminación

Cálculo y dimensionamiento

En el relevamiento se encuentra que todos los ambientes están iluminados artificialmente sin discriminación o diferenciación del tipo de uso, actividad u orientación complementaria a la iluminación natural. El aula taller de mecánica, electricidad e informática.
No se ha tenido en cuenta utilizar artefactos diferenciados para la iluminación artificial de pizarrones.
Todos los ambientes están provistos de artefactos con louver doble parabólico, dos lámparas fluorescentes de 38W cada uno.



Relevamiento de iluminancia

Se realizaron mediciones de iluminancia en tres ambientes. Se utilizó equipamiento perteneciente al IDE, con protocolos de medición estandarizados y según normas internacionales. Se determinaron valores medios con 33 mediciones por punto, en un período de 2 minutos, se compararon con las desviaciones estándar para validar la consistencia del modelo utilizado, se descartaron valores atípicos que pudieran distorsionar el resultado, según el criterio de descarte de resultados anormales por interferencias no usuales o no contempladas en el modelo estático del modelo.
A continuación se muestran los resultados, sin las tablas de valores puntuales (están disponibles para consulta en caso de ser necesario)

Documentación descargada del la página web de la SRT

http://www.srt.gob.ar/inicio/srt/contenidos-srt/prevencion/trabajo-seguro

- La Resolución SRT N° 84/2012, crea el protocolo para la medición de iluminación en el ambiente laboral.
- Formularios protocolizados, e instructivo para el registro de mediciones de iluminación, sus conclusiones y recomendaciones
- Guía práctica sobre iluminación

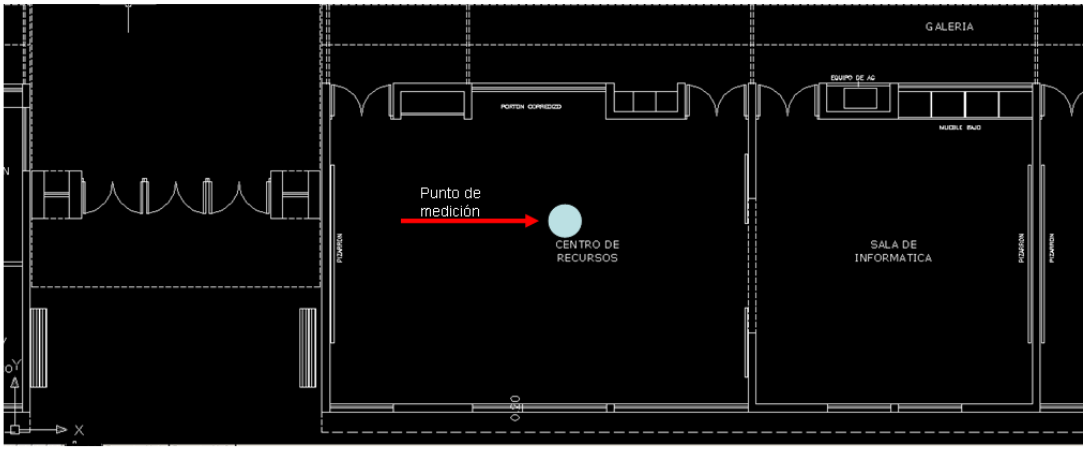
Instrumental de medición utilizado:

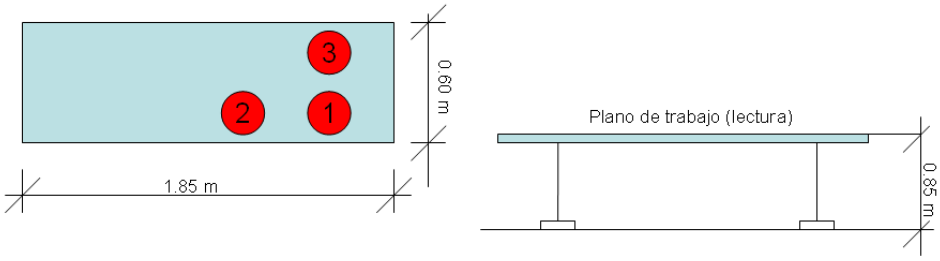
- Luxómetro “Light Meter” ST-1301
- Intervalo mínimo de medición: 1.5 veces por Segundo
- Rango de medición: 200, 2000, 20000 y 50000 Lux/fc
- Precisión: ±5% rdg, ±10dgts (≤10000 Lux/fc)
- Fotodetector: Fotodiodo de silicona con filtro

Biblioteca

Medición realizada en el centro de la sala de lectura, sólo con luz artificial. Las ventanas se encontraban cubiertas con cortinas.

BIBLIOTECA



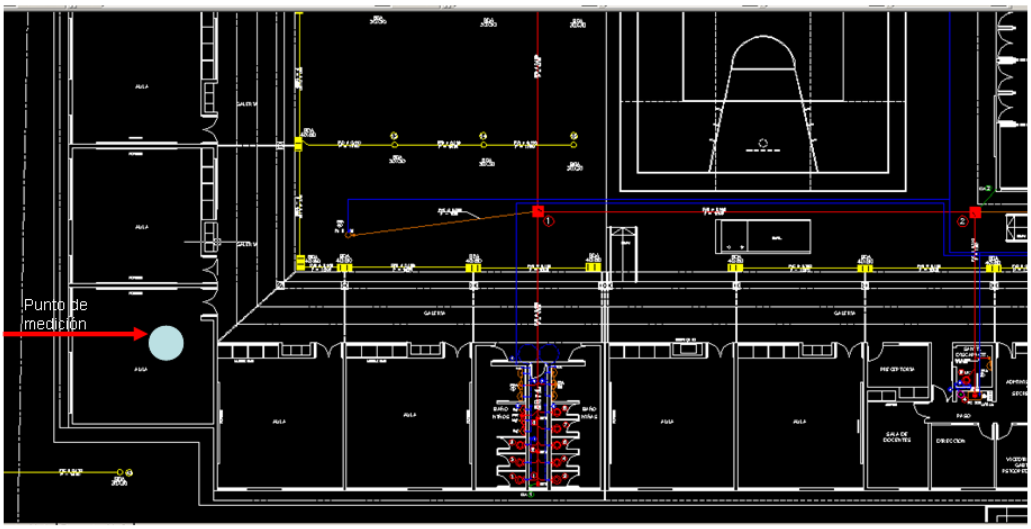


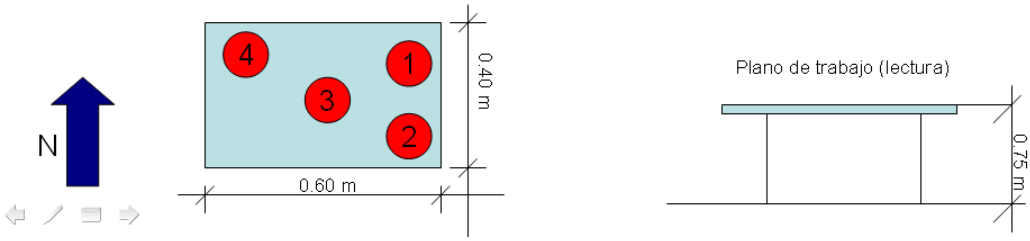
Características	Mediciones
Mediciones Dimensiones del local.	3,0x7,90x10,60
Número de lámparas y luminarias.	10 Luminariasx2 lámparas=20
Potencia en Watt de las lámparas.	38W
Estado de conservación de las luminarias	1 lámpara de 38W fuera de servicio
Colores de piso, paredes y techo.	Piso Blanco, 1,80 al frente negro; paredes beige mate; techo blanco mate
Características de reflexión y contraste de las superficies de trabajo	superficie pintada con esmalte sintético brillante gris claro
Aportes de luz de las diferentes fuentes utilizadas.	sólo luz artificial, artefacto con louver doble parabólico, dos lámparas fluorescentes de 38W c/u
Cantidad de puntos de medición en el plano de trabajo considerado	3
Altura del plano de trabajo	0,85 m
Tipo de actividad	Lectura-escritura (biblioteca)
Iluminación natural complementaria	No
Altura de la cavidad de cuarto	2,15 m
Sistema de iluminación	Directa
Hora	14:00 hs
Capacidad del local	50 personas
Iluminancia Media (Lux)	**278,3333333**
% del mínimo recomendado (500 lux)	**55,67%**
Cantidad de mediciones	33

Aula 5 – Punto 1:

Medición realizada en un punto alejado de ventanas, en la primera fila de pupitres (más desfavorable para iluminación natural)

AULA 5



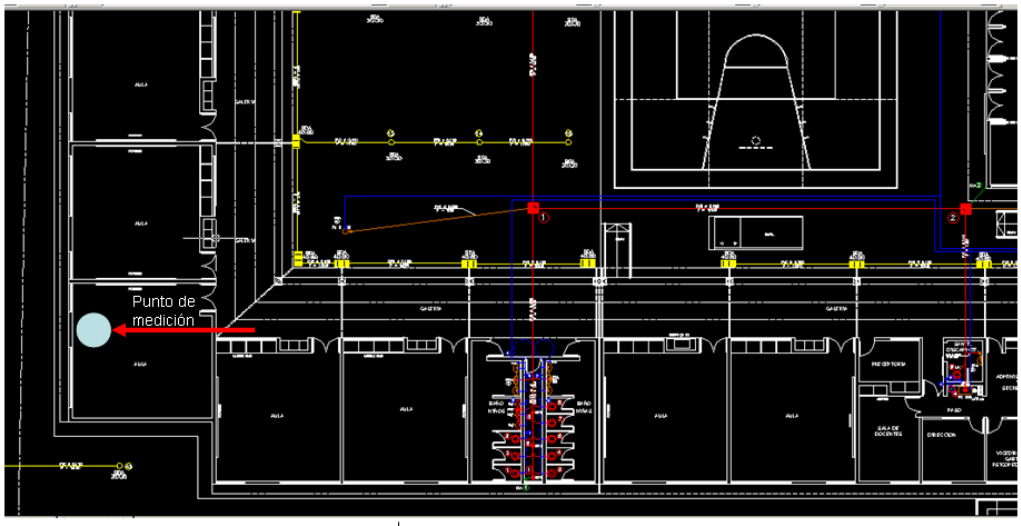


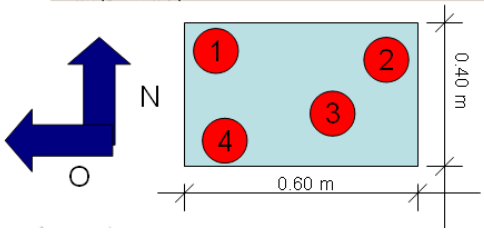
Características	**Mediciones**
Mediciones Dimensiones del local.	3,00x 7,90x10,60
Número de lámparas y luminarias.	8 Luminariasx2 lámparas=20
Potencia en Watt de las lámparas.	38W
Estado de conservación de las luminarias	bueno
Colores de piso, paredes y techo.	Piso Blanco, 1,80 al frente negro; paredes beige mate; techo blanco mate
Características de reflexión y contraste de las superficies de trabajo evaluadas.	superficie pintada con esmalte sintético brillante gris claro
Aportes de luz de las diferentes fuentes utilizadas.	Luz natural correspondiente a las 14:00hs y luz artificial, artefacto con louver doble parabólico, dos lámparas fluorescentes de 38W c/u
Cantidad de puntos de medición en el plano de trabajo considerado	3
Altura del plano de trabajo	0,65 m
Tipo de actividad	Lectura-escritura
Iluminación natural complementaria	No
Altura de la cavidad de cuarto	2,25 m
Sistema de iluminación	Directa
Hora	14:00 hs
Capacidad del local	30 personas
Iluminancia Media (Lux)	**578,5757576**
% del mínimo recomendado (500 lux)	**115,72%**
Cantidad de mediciones	33

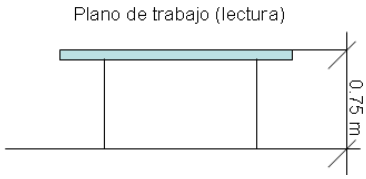
Aula 5 – Punto 2:

Medición realizada en un punto cercano a las ventanas, en la primera fila de pupitres (más favorable para iluminación natural)

AULA 5





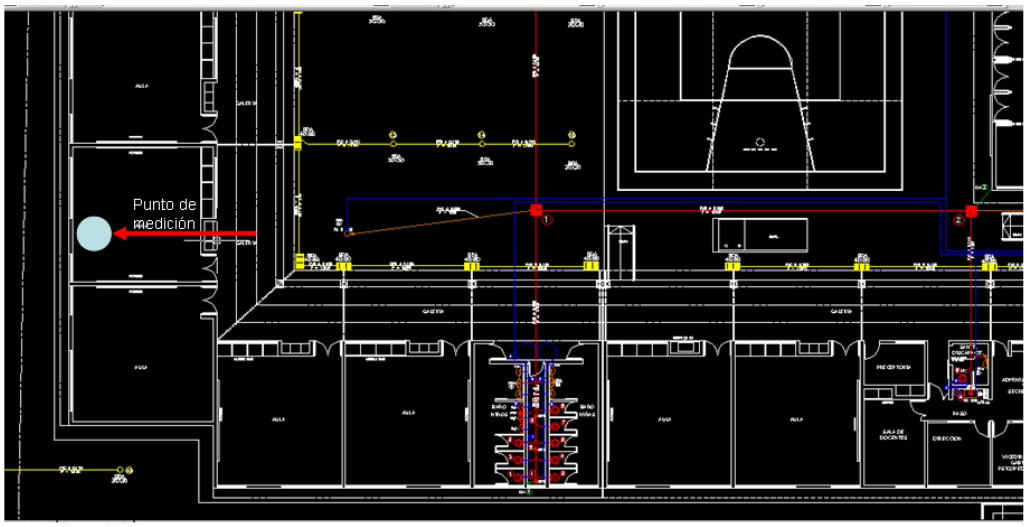


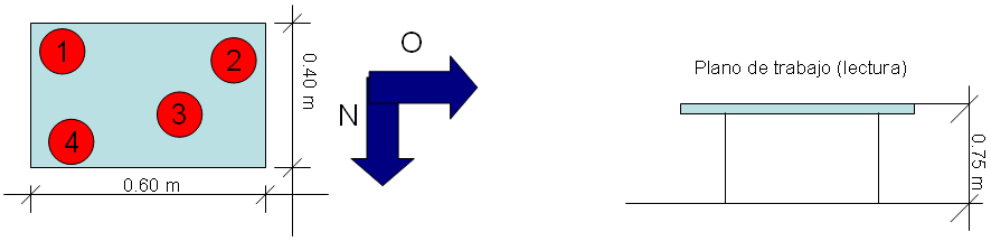
Características	**Mediciones**
Mediciones Dimensiones del local.	3,00x 7,90x10,60
Número de lámparas y luminarias.	8 Luminariasx2 lámparas=20
Potencia en Watt de las lámparas.	38W
Estado de conservación de las luminarias y el local.	bueno
Colores de piso, paredes y techo.	Piso Blanco, 1,80 al frente negro; paredes beige mate; techo blanco mate
Características de reflexión y contraste de las superficies de trabajo evaluadas.	superficie pintada con esmalte sintético brillante gris claro
Aportes de luz de las diferentes fuentes utilizadas.	Luz natural correspondiente a las 14:00hs y luz artificial, artefacto con louver doble parabólico, dos lámparas fluorescentes de 38W c/u
Cantidad de puntos de medición en el plano de trabajo considerado	3
Altura del plano de trabajo	0,65 m
Tipo de actividad	Lectura-escritura
Iluminación natural complementaria	No
Altura de la cavidad de cuarto	2,25 m
Sistema de iluminación	Directa
Hora	14:00 hs
Capacidad del local	30 personas
Iluminancia Media (Lux)	**2647,272727**
% del mínimo recomendado (500 lux)	**529,45%**
Cantidad de mediciones	33

Aula 6 – Punto 1:

Medición realizada en un punto cercano a las ventanas, en la primera fila de pupitres (más favorable para iluminación natural)

AULA 6



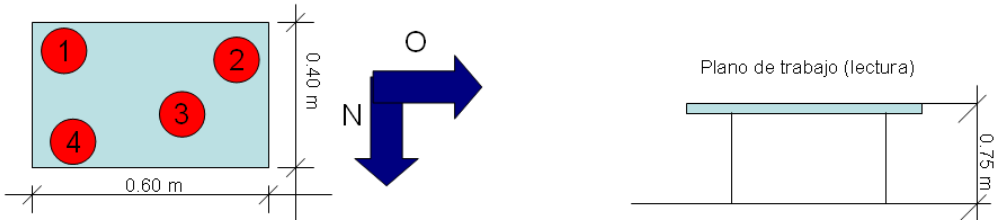


Características	**Mediciones**
Mediciones Dimensiones del local.	3,00x 7,90x10,60
Número de lámparas y luminarias.	8 Luminariasx2 lámparas=20
Potencia en Watt de las lámparas.	38W
Estado de conservación de las luminarias y el local.	bueno
Colores de piso, paredes y techo.	Piso Blanco, 1,80 al frente negro; paredes beige mate; techo blanco mate
Características de reflexión y contraste de las superficies de trabajo evaluadas.	superficie pintada con esmalte sintético brillante gris claro
Aportes de luz de las diferentes fuentes utilizadas.	Luz natural correspondiente a las 14:00hs y luz artificial, artefacto con louver doble parabólico, dos lámparas fluorescentes de 38W c/u
Cantidad de puntos de medición en el plano de trabajo considerado	3
Altura del plano de trabajo	0,65 m
Tipo de actividad	Lectura-escritura
Iluminación natural complementaria	No
Altura de la cavidad de cuarto	2,25 m
Sistema de iluminación	Directa
Hora	14:00 hs
Capacidad del local	32 personas
Iluminancia Media (Lux)	**2091,515152**
% del mínimo recomendado (500 lux)	**418,30%**
Cantidad de mediciones	33

Aula 6 – Punto 2:

Medición realizada en un punto alejado de ventanas, en la primera fila de pupitres (más desfavorable para iluminación natural)

AULA 6



Características	Mediciones
Mediciones Dimensiones del local.	3,00x 7,90x10,60
Número de lámparas y luminarias.	8 Luminariasx2 lámparas=20
Potencia en Watt de las lámparas.	38W
Estado de conservación de las luminarias y el local.	bueno
Colores de piso, paredes y techo.	Piso Blanco, 1,80 al frente negro; paredes beige mate; techo blanco mate
Características de reflexión y contraste de las superficies de trabajo evaluadas.	superficie pintada con esmalte sintético brillante gris claro
Aportes de luz de las diferentes fuentes utilizadas.	Luz natural correspondiente a las 14:00hs y luz artificial, artefacto con louver doble parabólico, dos lámparas fluorescentes de 38W c/u
Cantidad de puntos de medición en el plano de trabajo considerado	3
Altura del plano de trabajo	0,65 m
Tipo de actividad	Lectura-escritura
Iluminación natural complementaria	No
Altura de la cavidad de cuarto	2,25 m
Sistema de iluminación	Directa
Hora	14:00 hs
Capacidad del local	32 personas
Iluminancia Media (Lux)	**536,363636**
% del mínimo recomendado (500 lux)	**107,27%**
Cantidad de mediciones	33

Conclusiones

A partir de las mediciones realizadas, se puede concluir que en algunos casos, siendo aún considerado el aporte de la iluminación natural en los ensayos de medición, los aportes de la iluminación artificial son insuficientes. Esto puede deberse a un deficiente estudio luminotécnico, o a consideraciones erradas al momento de diseñar el sistema de iluminación. Un error común es considerar a todos los locales o ambientes como si fueran a ser utilizados en la misma función; esto genera que, cuando los usuarios encuentran situaciones anormales e incómodas como deslumbramientos o iluminación insuficientes, comiencen a introducir elementos ajenos a lo considerado por el proyectista, y en muchas ocasiones estos elementos (cortinas, lámparas, tabiques, luminarias, etc.) introducen perturbaciones en el desempeño para el cual el edificio fue estudiado. Siempre es recomendable proyectar estos edificios con calidad óptima de iluminación, ya que en ellos es de vital importancia la comunicación y la comprensión, como se dijo en los primeros párrafos,

10. Aspectos bioclimáticos de la construcción

Edificios escolares energéticamente eficientes

Consideraciones generales

Aspectos generales

El prototipo de diseño desarrollado por la provincia, debe dar respuesta a las necesidades funcionales establecidas, que sean sostenibles en sus aspectos tecnológicos, ambientales, económicos y culturales. Debe demostrar innovación orientada a la construcción sustentable, lo que puede plasmarse tanto en la selección de los materiales, en el diseño arquitectónico, en las características estructurales, en las características de operación y mantenimiento, en la adopción de tecnologías de la información y la comunicación, en sus cualidades como icono demostrativo y replicable, manteniendo los costos contenidos.
Se pretende que los edificios escolares sean un ejemplo de construcción que tienda a lo sostenible, cuyas características puedan ser visualizadas claramente, contemplando los pilares principales: comportamiento ambiental, económico y social.
También se debe tener en cuenta, en qué modo éstos contemplan los siguientes aspectos:

- Aspectos funcionales: las condiciones de habitabilidad, el confort higrotérmico y lumínico, deben promover la productividad y el bienestar de los ocupantes. Por otra parte los edificios escolares deben contemplar una flexibilidad de uso que atienda la dinámica propia de este tipo de instituciones, cuyas necesidades son cambiantes en el tiempo.
- Aspectos económicos: a través del diseño eficiente, el costo del edificio escolar en las distintas etapas de vida útil (construcción, operación, mantenimiento y fin de vida) debe ser tal de proveer beneficios económicos en el largo plazo, comparado con la construcción tradicional. Para ello se deberá tener en cuenta la durabilidad de los materiales y componentes, su disponibilidad, la adopción de mano de obra y tecnologías locales, el aprovechamiento de las condiciones climáticas locales y de fuentes de energías renovables, etc.
- Aspectos socio-culturales: un edificio escolar debe interpretar las características del sitio de emplazamiento, así como las condiciones culturales de la región. El aspecto visual debe poseer características que aseguren su significado en el tiempo, constituyendo un valor agregado importante para el lugar de emplazamiento.
- Aspectos ambientales: se debe contemplar el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales durante el ciclo de vida del edificio, incluyendo el uso de energías renovables, la adopción de materiales durables y de bajo mantenimiento, el uso racional y eficiente de las fuente de energía convencionales y la contención de los impactos ambientales producidos durante todo el ciclo de vida.

Condiciones obligatorias

Las siguientes son condiciones obligatorias que debería cumplir un edificio escolar:

- Ajustarse al código de edificación y a las normas IRAM para acondicionamiento térmico de edificios.
- La superficie cubierta total del edificio escolar en m2, deberá considerar la superficie de galerías o aleros al 50%.
- Prever la utilización futura de calentamiento de agua con energía solar; paneles fotovoltaicos; minimizar las superficies exteriores pavimentadas; utilización de

mano de obra y técnicas constructivas locales; en lo paisajístico el uso de plantas con bajo requerimiento de agua; iluminación natural de ambientes.

- El edificio escolar debe ser diseñado "energéticamente eficiente", para ello debe contar con: aislaciones para conservación de la energía por ej. Poliestireno expandido de 15kg/m3 de 10 cm de espesor en techos, 5 cm de espesor en muros exteriores y 5 cm en suelos (o soluciones equivalentes); carpinterías exteriores de doble contacto de perfilería de aluminio y doble vidriado hermético; calefacción mediante el uso de la radiación solar, ganancia directa de la orientación Norte; evitar las orientaciones Este y Oeste; ventilación cruzada Norte – Sur e inducida por efecto Venturi, ventiladores de techo o de pared; protección solar de aberturas. Y toda solución superadora a lo indicado precedentemente.

Recomendaciones para el diseño de edificios escolares energéticamente eficientes.

El objetivo fundamental del diseño de edificios energéticamente eficientes (o bioclimáticos), es el de obtener las máximas condiciones de confort higrotérmico y lumínico en espacios interiores, con un gasto mínimo de energía convencional, contribuyendo a extender la duración de los recursos no-renovables y al mismo tiempo reducir la emisión de gases de efecto invernadero, que impactan directamente sobre el clima global.
Mendoza presenta un clima particularmente apto para obtener altos valores de eficiencia energética en edificios, debido a la elevada radiación solar y temperaturas no excesivamente bajas en invierno. La baja humedad relativa y la diferencia de temperatura entre el día y la noche en verano. Las severas temperaturas diurnas del verano y la intensa radiación solar pueden controlarse mediante un adecuado diseño y tecnología de los sistemas de refrigeración, si bien esto es a modo aclaratorio, ya que los edificios escolares se ocupan generalmente durante el invierno y las estaciones de transición (otoño y primavera).
Estrategias básicas del diseño bioclimático:

- Minimizar los intercambios de energía a través de los elementos de la envolvente: techos, muros exteriores, ventanas y fundaciones perimetrales, es decir, favorecer la conservación de la energía en ambas estaciones extremas,
- Se recomienda:
- Niveles mínimos de material aislante térmico: techos 10 cm, muros exteriores 5 cm, fundaciones perimetrales 5 cm.
- Ventanas: dobles vidrios, dobles contactos y burletes alrededor de todos los paños móviles, ruptura de puentes térmicos en carpinterías metálicas y aislación móvil sobre ventanas, especialmente las aberturas de espacios al Norte calefaccionados por ganancia solar directa.
- Para los meses de temperaturas elevadas, evitar en lo posible la máxima incidencia de radiación sobre superficies vidriadas. Maximizar la reflectividad de las superficies opacas de la envolvente.
- Minimizar el factor de forma, es decir la relación entre la superficie de la envolvente expuesta y el volumen del edificio; implica simplicidad y compacidad de la volumetría.
- Utilizar sistemas pasivos de Ganancia Solar Directa para calefacción de espacios: orientación Norte de todas las aberturas solares.
  Calefacción solar pasiva de espacios:
    - Superficie de ventanas al Norte, vidrio neto: 20 a 25 % del área de piso a calefaccionar o, 40 a 45 % del área de fachada norte correspondiente a ese local.
    - Superficie de los elementos que aportan masa de acumulación de calor alrededor del espacio a calefaccionar: pisos + muros con masa (ladrillo macizo u hormigón): de 6 a 9 veces el área de vidrio neta.
    - Aislación móvil sobre ventanas durante todas las horas en que no hay incidencia de radiación directa sobre las mismas. Pueden tener la protección

de aleros fijos que permitan máxima incidencia solar durante los 3 meses de invierno y sombreado total durante los 3 meses de verano.
  - Desde el punto de vista de la forma del edificio, son convenientes formas simples con máximo desarrollo de la fachada Norte y mínimo de las Este y Oeste. Debe asegurarse exposición al Norte de todos los espacios principales y pleno asoleamiento de las ventanas solares en invierno.
  - En edificios bien diseñados, construidos y administrados, es posible obtener hasta un 80 % de la energía necesaria para calefacción, mediante sistemas de ganancia solar directa. El tipo y distribución de artefactos o sistemas para calefacción convencional complementaria merece un estudio detallado. Igualmente un sistema central de calefacción es costoso en instalación y mantenimiento y podría evitarse.

- Se recomienda el sistema de Enfriamiento Convectivo Nocturno por su simplicidad y compatibilidad con la construcción convencional. Consiste en: mantener el edificio cerrado y sombreado durante las horas diurnas, favorecer la ventilación cruzada de los espacios a partir de que comienza a producirse el descenso de la temperatura exterior por debajo de la temperatura de confort estival (23°C). Mantener la circulación cruzada hasta que la temperatura exterior comienza a aumentar en la mañana siguiente. La circulación durante toda la noche enfriara la masa térmica (la misma que acumula calor en invierno), regenerando su capacidad de absorber el calor que ingresa durante el día y así mantener los espacios de confort. Se recomiendan 30 renovaciones de aire por hora. Depende de la intensidad del recurso.
- En nuestra provincia el recurso (brisa nocturna) es débil y en la práctica es difícil obtener más de 20 renovaciones. La importante amplitud térmica compensa la debilidad de la brisa nocturna, que sopla desde el Sur y Sureste. Se recomienda: superficie de abrir al Norte (salida): 50% del área de ventanas al Norte. La ventilación nocturna puede mejorarse mediante convección forzada, (efecto Venturi) o mediante un sistema mecánico auxiliar.
- Como estrategia complementaria para lograr confort térmico en estaciones de elevadas temperaturas, puede recurrirse al uso de ventiladores e techo o de pared, que son efectivos y requieren un mínimo consumo de energía eléctrica.

- Enfriamiento pasivo de espacios:
  - La protección de aberturas vidriadas de la incidencia de la radiación solar en estaciones de elevadas temperaturas es esencial para mantener el confort térmico interior. Pueden diseñarse aleros horizontales fijos que permitan pleno asoleamiento del área vidriada durante los 3 meses de mínima radiación y plena sombra durante los meses de máxima radiación.
  - Durante las estaciones intermedias (otoño y primavera) la cantidad de energía admitida y bloqueada se autoregulará.
  - Para la latitud de Mendoza (- 32, 85) las dimensiones de dicho alero, por cada metro lineal de altura de la ventana serán:
    - V: 0,323 m.: dimensión vertical entre el plano horizontal de fondo del alero y el nivel superior de la ventana.
    - H: 0, 380 m.: dimensión horizontal entre el plano de la fachada y el borde externo del alero. Se considera para este cálculo que la ventana está colocada a filo externo del muro, sino deberá realizarse el cálculo según el tipo de ventana.
  - Un comentario pertinente respecto a los dispositivos de control: son netamente preferibles los elementos fijos que se autoregulan sin necesidad de intervención de los usuarios. Si hubiera elementos móviles es mejor que la operación necesaria sea de tipo estacional. Si hubiera elementos con regulación automatizada, es importante que puedan también ser operados manualmente. En el último caso la accesibilidad a los mecanismos debe ser prevista.

- Iluminación natural de los espacios de trabajo:
    - Las mismas aberturas que captan la radiación solar para calefacción son las más aptas para proveer condiciones de confort lumínico en los espacios con orientación Norte.
    - Para optimizar dichas condiciones se pueden tener en cuenta 3 estrategias: 1. Llevar las ventanas a la máxima altura posible sobre la pared Norte del espacio. La iluminancia del plano de trabajo será efectiva hasta 2,5 veces la altura de la ventana sobre dicho plano, en días claros. El valor mínimo aceptable es de 300 lux en oficinas. 2. Homogeneizar el flujo luminoso en máxima medida sobre todo el plano de trabajo, para lo cual pueden utilizarse "estantes de luz" interiores o exteriores, tablillas horizontales que desvíen la radiación hacia un cielorraso reflejante. 3. En espacios muy profundos se pueden utilizar diversos tipos de aberturas cenitales sobre las zonas más alejadas de las ventanas. Cuando haya otras plantas sobre el espacio a iluminar es posible utilizar "lumiductos" interiores o exteriores, tablillas horizontales que desvíen la radiación hacia un cielorraso reflejante.
    - Otro aspecto a tener en cuenta es evitar el "Deslumbramiento", que se produce por contrastes excesivos entre zonas con diferentes niveles de iluminación. Dispositivos tales como difusores o vidrios translúcidos solo pueden usarse en alturas superiores a 2,10 m.
    - Finalmente, todas las superficies interiores de espacios de oficinas o aulas deben tener superficies reflejantes con máxima reflectividad isotrópica (blanco mate), excepto los pisos.

Otras consideraciones:

- Una serie de recomendaciones podrían aportarse respecto a la integración de la iluminación natural y la artificial. Sobre ésta última, es igualmente necesario maximizar su eficiencia con vistas a obtener las máximas economías posibles de energía eléctrica.
- Calentamiento solar de agua: el consumo de agua caliente es poco significativo en edificios de oficinas o aulas. Los colectores planos usuales para esta función tienen 2 m2, deben tener una pendiente de 45° (para nuestra latitud) y estar orientados al Norte. Deben estar totalmente libre de sombras.
- El tratamiento de los espacios exteriores alrededor del edificio merece también atención. Los puntos principales a tener en cuenta son:
    - 1. Reducir al máximo las superficies de pavimentos que acumulen calor, con el fin de minimizar el efecto de la "isla de calor".
    - 2. Forestar al máximo las áreas de terrenos que no comprometan el asoleamiento pleno de superficies colectoras en invierno.
    - 3. Utilizar arboles de hojas caducas, de máxima permeabilidad solar en invierno.
    - 4. Optimizar el consumo de agua para riego.
- Finalmente, es necesario tener en cuenta que todo edificio que se construye tiene un impacto ambiental importante en las distintas etapas de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas de una cantera, la producción de materiales y componentes para la obra, la etapa de construcción, la etapa de operación hasta la disposición final de los residuos. Actualmente debe pensarse en la máxima reducción de dichos impactos para lograr la máxima medida de sustentabilidad en el desarrollo del hábitat.

Conclusión

Se espera que estas recomendaciones y consideraciones contribuyan a brindar asesoramiento técnico y apoyo profesional a la Subsecretaría de Infraestructura Educativa del Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Transporte, a fin de elaborar especificaciones técnicas generales de eficiencia energética, teniendo en cuenta los aspectos energéticos,

bioclimáticos y todo aquello que configure una edificación de tipo sustentable en los establecimientos educativos de la Provincia de Mendoza. Si esto ocurre, y es posible su aplicación en forma extendida en un futuro cercano, representará un gran paso hacia la sustentabilidad ambiental.

11. Acondicionamiento térmico del edificio

Datos disponibles

1. Planos de planta de arquitectura del edificio.

2. Pliego de especificaciones Técnicas Generales de Instalación Termomecánica.

3. Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de Instalación Termomecánica en el que se especifica lo siguiente:

   - Proveer e instalar 5 (cinco) Equipos Generadores de Aire Caliente a gas, para ductos. 3 (tres) de los cual

   - Capacidad 30.000 Kcal/hs efectivas cada equipo, e iguales entre sí en marca y modelo.

   - Proveer e instalar ductos de alimentación y retorno de todo el sistema en chapa galvanizada, respetando lo indicado en plano ITM correspondiente (No incluido en la documentación suministrada para confeccionar el presente informe).

   - Proveer e instalar Rejas y Difusores de alimentación y retorno de todo el sistema en chapa doble decapada, respetando lo indicado en plano ITM correspondiente (No incluido en la documentación suministrada para confeccionar el presente informe).

Documentación adicional confeccionada por el equipo de trabajo para la realización de este informe.

- Plano de ubicación de difusores del sistema de calefacción. (se adjunta en anexo)

Condiciones de cálculo especificadas en pliego:

CONDICIONES DE CÁLCULO						
CONDICIONES DE DISEÑO	VERANO			INVIERNO		
	TEMPERATURA		Hum. Abs.	TEMPERATURA		Hum. Abs.
	BS °C	BH °C	Gr/Kg	BS °C	BH °C	Gr/Kg
Exterior	35	23,8	14,1	-2	3,1	2,5
Interior	24	17,8	10,2	20	13,9	7,4
Diferencia	11	6	3,9	22	11	4,9

Datos del balance térmico requeridos en el pliego

NIVEL	LOCAL N°	DENOMINACIÓN	Sup. m^2	Vol. m^3	Refrigeración (Frig/hs)			Calefacción (Kcal/hs)
					C_s	C_l	C_t	C_t
EQ. 1	1	AULA 1	37,81	109,66	5.293	1.877	7.170	5025
	2	AULA 2	49,35	143,11	6.794	2.417	9.211	6167
	3	AULA 3	37,81	109,66	4.803	1.877	6.680	4656
	4	AULA 4	49,35	143,11	5.892	2.417	8.309	5109
	5	AULA 5	49,35	143,11	5.892	2.417	8.309	5109
EQ. 2	6	AULA 6	49,35	143,11	5.892	2.417	8.309	5109
	7	AULA 7	49,35	143,11	5.892	2.417	8.309	5109
	8	AULA 8	37,81	109,66	4.803	1.877	6.680	4656
	9	AULA 9	37,81	109,66	4.600	1.877	6.477	4212
	10	AULA 10	49,35	143,11	5.892	2.417	8.309	5109
EQ. 3	11	AULA 11	37,81	109,66	4.600	1.877	6.477	4212
	12	AULA 12	49,35	143,11	5.892	2.417	8.309	5109
	13	AULA 13	37,81	109,66	4.600	1.877	6.477	4212
	14	AULA 14	49,35	143,11	5.892	2.417	8.309	5109
	15	AULA 15	76,50	221,85	8.038	2.558	10.596	9331
	16	AULA 16	76,50	221,85	8.673	2.558	11.231	9331
	17	PASILLO 1 (OESTE)	95,58	3144,58	6.317	497	6.814	8803
	18	PASILLO 2	99,90	289,71	2.997	519	3.516	7748
	19	PASILLO 3 (ESTE)	108,00	313,20	5.565	562	6.127	9766
			870,25	**5391,12**	**99.765**	**36.211**	**135.976**	**96368**

TOTAL	m^2	m^3	C_s	C_l	C_t	
	870,25	**5.391,12**	**99.765**	**36.211**	**135976**	
T.R.			**32,99**	**11,97**	**44,97**	

Documentación faltante:

- Plano de Instalación termomecánica en Escala 1:100 en el que se indique:
  - Detalle de la/s sala/s de máquina/s, en donde se representarán al menos dos vistas laterales en donde queden comprendido y definido los siguientes elementos
  - La totalidad de los Recorridos y dimensiones de ductos, difusores de inyección, rejas de retorno, TAE, ubicación, dimensiones, modelo y tipo

- Equipo/s generador/es de aire caliente, ubicación, dimensiones, datos técnicos de capacidades, marca y modelo.
- Conducto de Tomas de Aire Exterior, dimensiones, espesores de chapa y reja de TAE.

Resultado de la evaluación técnica

1. Se han realizado divisiones en locales que alteran las dimensiones consideradas en el Balance Térmico original, modifican tanto la distribución de aire como los movimientos mínimos de aire requeridos para la actividad desarrollada en cada sector.

2. Los tabiques divisorios generan zonas con ingreso de aire sin retorno, como así también locales sin alimentación ni retorno de aire.

3. La mala distribución de aire genera zonas con temperaturas muy diferentes a las previstas en las condiciones de cálculo en Pliego, y que no responden a los parámetros encuadrados para el confort humano.

4. Del análisis se desprende que

   a. No se han tenido en cuenta el tipo de actividad desarrollada en los locales destinados a Talleres Técnicos,
   b. Al no considerar el tipo de actividad, carecen de sistemas de extracción, no se ajustan a los movimientos de aire mínimos requeridos (R/hs) para crear ambientes confortables.
   c. Deficiente ubicación de rejas de retorno (sobre las puertas de acceso a las aulas)
   d. Deficiente distribución y ubicación de difusores de inyección de aire en cada ambiente debido a que las dimensiones son uniformes en todos los ambientes
   .

5. No se pudo verificar distribución, dimensiones ni aislación térmica de conductos de alimentación y retorno de aire.

6. Llave térmica para accionamiento eléctrico del equipo dentro del recinto de la unidad calefactora con acceso restringido (cerrados con candado)

7. Se adjunta Plano de relevamiento de bocas indicando alcance de aire de difusores, en base a velocidad de salida y velocidad final (según cálculo).

8. Detalle de análisis de distribución de aire en los locales relevados.

NOTA: Para elaborar la siguiente tabla, se ha estimado el caudal de aire entregado por los equipos instalados (3.480 m^3/hs), ajustando los valores resultantes a las dimensiones de las bocas instaladas.

CAUDAL DE AIRE CONSIDERADO:58 m^3/min (3.480 m^3/hs)

LOCAL N°	DENOMINACIÓN	Sup. m^2	Vol. m^3	Equipo Nª	R/hs	Caudal por Local m^3/h
1	RECEPTORÍA	26,10	78,30			399
2	AULA	50,40	151,20			770
3	AULA	50,40	151,20			770
4	AULA	50,40	151,20			770
5	AULA	50,40	151,20	1	5,09	770
6	AULA	50,40	151,20			801
7	BAÑO NIÑOS	20,00	60,00			
8	BAÑO NIÑAS	20,00	60,00			
9	AULA	50,40	151,20			801
10	AULA	50,40	151,20			801
11	PRECEPTORÍA	7,85	23,55			125
12	SALA DOCENTES	16,35	49,05			260
13	DIRECCIÓN	12,30	36,90			195
14	ASANITARIO DISCAP.	4,60	13,80			
15	ADM. SECRETARÍA	19,00	57,00			302
16	GABINETA PSOCOPEDAG.	12,30	36,90	2	5,3	195
17	BIBLIOTECA	78,70	236,10			958
18	INFORMÁTICA	50,40	151,20			613
19	TALLER ELECTRÓNICA	78,70	236,10			958
20	TALLER MECÁNICA	25,60	76,80			312
21	TALLER HERRERIA	27,60	82,80			336
22	TALLES ELECTRICIDAD	24,90	74,70	3	4,1	303

Local	DENOMINACIÓN	Boca Inyección		Φ	Alcance	V_{Final}	V_{salida}	Boca Retorno		
N°		n°	m^3/min	cm	mts	m/min	m/min	cm	Cant	v (m/min)
1	RECEPTORÍA	1	6,6	25	1,5	45	420	40x20	1	120
2	AULA	2	6,4	25	1,8	30	360	40x20	1	180
3	AULA	2	6,4	25	1,8	30	360	40x20	1	180
4	AULA	2	6,4	25	1,8	30	360	40x20	1	180
5	AULA	2	6,4	25	1,8	30	360	40x20	1	180
6	AULA	2	6,7	25	1,8	30	360	40x20	1	195
7	BAÑO NIÑOS									

8	BAÑO NIÑAS									
9	AULA	2	6,7	25	1,8	30	360	40x20	1	195
10	AULA	2	6,7	25	1,8	30	360	40x20	1	195
11	PRECEPTORÍA									
12	SALA DOCENTES	1	4,3	25	1,3	30	270	40x20	1	90
13	DIRECCIÓN	1	3,3	25	1,2	30	210			
14	ASANITARIO DISCAP.									
15	ADM. SECRETARÍA	1	5,0	25	1,5	30	300			
16	GABINETA PSOCOPEDAG.	1	3,3	25	1,2	30	210	40x20	1	80
17	BIBLIOTECA	3	5,3	25	1,6	30	300	40x20	2	120
18	INFORMÁTICA	2	5,1	25	1,5	30	300	40x20	1	165
19	TALLER ELECTRÓNICA	3	5,3	25	1,6	30	300	40x20	2	120
20	TALLER MECÁNICA	1	5,2	25	1,6	30	300	40x20	1	90
21	TALLER HERRERIA							40x20	1	165
22	TALLER ELECTRICIDAD	2	5,3	25	1,6	30	300			

Conclusión:

Teniendo en cuenta que el sistema de acondicionamiento instalado es el que mejor se adapta para el tipo de actividad desarrollada y a efectos de lograr un efectivo aprovechamiento energético del sistema y del edificio, se aconseja:

a. Ajustar el Balance Térmico del edificio, elaborando un nuevo estudio térmico teniendo en cuenta la distribución real (considerar tabiques) y destino de cada local.
b. Reubicar bocas de inyección y retorno de aire para lograr una mejor distribución de calor, respetando los tabiques divisorios de ambientes modificados respecto al proyecto original.
c. Ubicar correctamente los termostatos de ambiente en el conducto de retorno de aire de cada equipo y no en el pleno de mezcla.
d. Instalar regulación en TAE.
e. En caso de ser necesario regular el caudal en cada local, intercalar dámpers para equilibrar la distribución de calor por ambientes.
f. Ubicar las llaves termomagnéticas de comando y corte de suministro de gas natural de manera accesible para su accionamiento en caso de emergencias (se encuentran dentro del recinto del equipo cerradas con candado).

12. Resumen y propuesta superadora

De acuerdo a lo expuesto en el presente informe, se enuncian a continuación fortalezas y debilidades en forma de hallazgos de auditoría, que deben ser tomados como oportunidades de éxito y mejora respectivamente. Asimismo se realizan recomendaciones para potenciar las fortalezas y resolver las oportunidades de mejora para futuros proyectos de características similares.

Fortalezas

Se ha tenido en cuenta los aspectos funcionales y morfológicos del edificio, lo cual proporciona una base sólida para trabajar sobre los demás aspectos del diseño.
Se ha tenido en cuenta un buen emplazamiento del edificio, lo cual permite la proyección en el tiempo para posibles ampliaciones y crecimiento del establecimiento.
Las orientaciones del edificio han sido elegidas en forma adecuada como pautas y criterios de diseño.

Debilidades

No se han tenido en cuenta estrategias de diseño bioclimático.
No se han tenido en cuenta cambios de funciones de los ambientes, adecuaciones y discrepancias con el proyecto original. Estos cambios modifican el comportamiento térmico-energético del edificio y en particular de algunas zonas térmicas. Por otro lado estos cambios también impactan en la iluminación y el sistema de calefacción, que inicialmente no se diseñó para tal distribución de espacios.
No se han tenido en cuenta los regímenes de ocupación y utilización estacional del edificio, necesarias para aplicar las estrategias de diseño bioclimático. Esto es fundamental que sea especificado en el pliego de bases y condiciones de las licitaciones de los proyectos de establecimientos educativos.
Falta de personal capacitado para el cuidado de calderas y equipos de calefacción para optimizar su funcionamiento y vida útil.
Falta de documentación técnica específica de lo construido.

Consideraciones finales

Si bien no es el objeto de este informe el análisis económico de la inversión, es recomendable avanzar un paso más y realizar otro estudio técnico con orientación económica de inversión en aislaciones, orientaciones y variaciones en el diseño, para luego compararlas con el diseño base y calcular el repago considerando los ahorros energéticos en calefacción, refrigeración e iluminación.
Como instancia siguiente se propone analizar por el periodo de un año el establecimiento y de esta manera poder calcular y medir consumos reales, realizar relevamientos continuos para disponer de información confiable y, con esta información estudiar el repago que intervenciones de este tipo tendrán: la mejor opción es intervenir en fases iniciales del diseño esquemático de los proyectos y adecuarlos a las necesidades de acuerdo al tipo de uso y enseñanza impartida (técnica, humanística, contable, etc.), las condiciones que impone el emplazamiento, el terreno disponible, posibilidad de intervenciones en el entorno, crecimiento proyectado de la matrícula de alumnos. Como se puede apreciar, es una problemática compleja que interactúa con su entorno social y acompaña sus cambios, y como tal debe ser analizada no sólo en el presente, sino en las posibilidades de evolución y cambios que pueda llegar a sufrir. De la proyección en el tiempo que se le dé al establecimiento en la etapa de diseño depende de cuánto afectarán los cambios al proyecto

original, y más importante aún, cuán funcional a las necesidades actuales o reales podrá seguir siendo el establecimiento.

Es por ello que se propone intervenir para futuros proyectos en cinco aspectos:

- Aplicación de las estrategias mencionadas en el presente informe para el adecuado diseño de edificios energéticamente eficientes y orientados hacia la sustentabilidad.

- Estudio de los consumos en calefacción y refrigeración basados en balances térmicos orientados a crear las condiciones de confort térmico recomendadas, junto con un análisis de tecnología, equipamiento e instalaciones particular para cada establecimiento.

- Estudio de luminotecnia para proveer a cada establecimiento de un sistema de iluminación eficaz que no deje de lado la eficiencia energética: para estos estudios, tal como se ha realizado en el presente informe, es conveniente realizar cálculos y diseños, análisis de diferentes alternativas de iluminación natural complementada con iluminación artificial, simular dichas condiciones y realizar los ajustes necesarios teniendo en cuenta el cumplimiento de la normativa vigente de SySO (Seguridad y Salud Ocupacional)

- Realización de un estudio técnico con orientación económica sobre inversión en aislaciones, orientaciones y variaciones en el diseño.

- Análisis en la etapa de diseño de la proyección temporal del establecimiento y su evolución con el entorno (ciclo de vida integral).

Como actividades complementarias se propone:

- Capacitación al equipo de trabajo que interviene en el diseño, anteproyecto y proyecto de acuerdo a las fortalezas y debilidades detectadas en el relevamiento.

- Formación y capacitación al personal de maestranza y mantenimiento para instruirlos en buenas prácticas de utilización y cuidado de los edificios.

- Propuesta de herramientas técnicas para la planificación del mantenimiento preventivo de los edificios escolares y sus instalaciones.

13. Referencias bibliográficas y documentación consultada

Carlos Grinberg. Serie ARQ Clarín *"Herramientas Para Arquitectos - 09 CLIMATIZACION".* Buenos Aires, 2009.

Gustavo Barea y M. Victoria Mercado. *"Curso Energy-Plus para la simulación de Edificios"*. Mendoza 2012.

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Serie Publicaciones Técnicas IDAE. *"Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación - Centros Docentes"* Madrid, marzo de 2001

Prof. Arq. Jorge Czajkowski - Prof. Arq. Analía Gómez LAyHS - Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable FAU-UNLP Serie ARQ Clarín. "*Herramientas Para Arquitectos - 03 ARQUITECTURA SUSTENTABLE".* Buenos Aires, 2009.

Normas Argentinas

ERREPAR *Separatas de Legislación. Higiene y Seguridad en el Trabajo Versión 1.7. Buenos Aires, 2008.*

IRAM – AADL J20-02 *Iluminación natural en edificios. Condiciones Generales y requisitos especiales.*

IRAM – AADL J20-*03 Iluminación natural en edificios. Métodos de determinación.*

IRAM – ADDL J20-01 *Vocabulario electrónico internacional. Luminotecnia.*

IRAM – ADDL J20-04 *Iluminación en escuelas. Características.*

IRAM – ADDL J20-05 *Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Características.*

IRAM – ADDL J20-06 *Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación.*

IRAM – ADDL J20-15 *Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Métodos de cálculo.*

IRAM – ADDL J20-16 *Mantenimiento y medición de iluminación.*

IRAM 11549 – *Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario*. Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11549:1993. Referencia Numérica IRAM 11549:2002.

IRAM 11601 – *Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*. Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11601:1996. Referencia Numérica 11601:2002.

IRAM 11603 – *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11603:1981.

IRAM 11604 – *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites.* Corresponde a la revisión de la edición de Noviembre de 1990. Referencia Numérica IRAM 11604:2001.

IRAM 11605 – *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11605:1980.

IRAM 11625 – *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.* Corresponde a la revisión de la edición de Diciembre de 1991. Referencia Numérica IRAM 11625:2000.

IRAM 11630 – *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.* Referencia Numérica 11630:2000.

IRAM 11659-1 – *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración*. Referencia Numérica 11659-1:2004.

IRAM 11659-2 – *Acondicionamiento térmicos de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para viviendas.* Referencia Numérica 11659-2:2007.

IRAM 62404 – 1:2005 *Etiquetado de eficiencia energética de lámparas eléctricas para iluminación general. Parte 1: Lámparas incandescentes*.

IRAM 62404 – 2:2006 *Etiquetado de eficiencia energética de lámparas eléctricas para iluminación general. Parte 2: Lámparas fluorescentes.*

14. Otras fuentes y contenidos consultados para la realización de este informe

Impactos y Costos en el Ciclo de Vida: (ACV –CCV). Dr. Ing. Pablo Arena. Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano (MDSHH). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Mendoza.

Iluminación Natural. Dra. Fis. Elisa Colombo, Dra. Dis. Andrea Pattini, Dra. Arq. Lorena Córica, Dr. Dis. Leandro Ferrón. Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano (MDSHH). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Mendoza.

Construcciones Bioclimáticas. Dr. Arq. Alejandro Mesa, Dr. Ing. Alejandro Hernández, Dra. Graciela Lesino, Dra. Ing. Érica Correa, Ing. Jorge Fernández, Arq. Mirza Basso. Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano (MDSHH). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Mendoza.

Confort Térmico. **Balance energético del edificio**. Dr. Arq. Alejandro Mesa, Dr. Ing. David Morillón, Ing. Jorge Fernández, Arq. Mirza Basso. Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano (MDSHH). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Mendoza.

Ambiente Urbano y Climatología. Dr. Ing. Enrique Puliafito, Dra. Ing. Érica Correa, Arq. David Kullock, Ing. Agr. Margarita González, Ing. Agr. Claudia Martínez, Ing. Jorge Fernández. Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano (MDSHH). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Mendoza.

Principios Físicos. Uso Racional de la Energía y Fuentes Renovables. Radiación Solar, generalidades y aplicación. Dr. Ing. Pablo Arena, Dra. Ing. Érica Correa, Dra. Ing. Graciela Lesino. Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano (MDSHH). Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Mendoza

15. ANEXOS

Anexo I: Acta reunión Proyecto Especificaciones Técnicas Energéticas de Establecimientos Educativos, Mendoza, 10 de Abril de 2012

Anexo II: Acta 1° Visita a Escuela Dr. Martínez Leanez - Ref.: Proyecto Especificaciones Técnicas Energéticas de Establecimientos Educativos

Anexo III: Plano de ubicación de difusores del sistema de calefacción

Anexo I: Acta reunión Proyecto Especificaciones Técnicas Energéticas de Establecimientos Educativos, Mendoza, 10 de Abril de 2012

Mendoza, 10 de Abril de 2012

Acta reunión Proyecto Especificaciones Técnicas Energéticas de Establecimientos Educativos

El día martes 10 de abril de 2012 se reunieron en la Subsecretaria de Infraestructura Educativa (7mo piso de la Casa de Gobierno) las personas designadas para coordinar el proyecto "Especificaciones Técnicas Energéticas de Establecimientos Educativos". En representación de la UNCUYO se encontraba el Secretario del IDE Ing. Dante Bragoni, la Arq. Leandra Sarmiento, el Arq. Ariel Bonomo, el Sr Fernando Paez Yañez y en representación de la Unidad de Coordinación de los Institutos Multidisciplinarios el Lic. Gastón Burlot. Por parte del Gobierno de la Provincia de Mendoza se hicieron presentes el Subsecretario de Infraestructura Educativa el Ing. Hugo Luis Quiroga, el Coordinador de Equipamiento Educativo Dr. Lucas Llopart y el Director de Energía el Lic. Alejandro Burlot.

En la reunión se trataron los siguientes temas:

- Convenios y documentación pertinente, plazos y productos a entregar
- Propósito del proyecto
- Planteo de objetivos y alcance del proyecto
- Metodología de trabajo
- Equipo de trabajo

Al finalizar la reunión se concluyó lo siguiente:

Convenios y documentación pertinente, plazos y productos a entregar: el Secretario de Infraestructura Educativa se interiorizó del convenio firmado por las partes, plazos, productos a entregar por la UNCUYO y las obligaciones de las partes. Se comenzará a trabajar en la segunda etapa del Proyecto una vez confirmado el establecimiento educativo definido por el Secretario de Infraestructura Educativa, que en primera instancia se mencionó a la Escuela Nº 4-053 Dr. Martínez Leanez ubicada en el Departamento de Maipú. La UNCUYO propone seguir el cronograma de actividades presentado en el convenio oportunamente firmado, ajustando las nuevas fechas a las condiciones actuales surgidas a raíz del cambio de gestión en el Gobierno de la Provincia de Mendoza.

Propósito del proyecto: se habló sobre el propósito del proyecto según lo explicitado en el convenio firmado. Esto es que la UNCUYO brinde asesoramiento técnico y apoyo profesional a la Subsecretaría de Infraestructura Educativa del Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Transporte, a fin de elaborar especificaciones técnicas generales de eficiencia energética, teniendo en cuenta los aspectos energéticos, bioclimáticos y todo aquello que configure una edificación de tipo sustentable en los establecimientos educativos de la Provincia de Mendoza.

Planteo de objetivos y alcance del proyecto: en las condiciones actuales planteadas por la SIE, se propone realizar el trabajo sobre un establecimiento ya construido y no sobre proyectos en etapa de diseño tal cual se acordó en la primera reunión el 7 de noviembre de 2011. El equipo de trabajo de la SIE definirá cuál es el establecimiento sobre el que se trabajará.

Metodología de trabajo: El equipo de trabajo del IDE realizará un relevamiento in situ del edificio propuesto por la SIE en el cual se constatará

- Materiales
- Aventanamientos
- Aislaciones

Complementariamente se realizará un seguimiento mediante mediciones de temperatura, humedad e infiltraciones por lapso de tiempo de 7 días y la simulación térmica del edificio en ese mismo lapso.

Este relevamiento proporcionará información exclusiva sobre el comportamiento térmico del edificio en ese lapso de 7 días, y no podrá ser considerado representativo del año.

Para la ejecución del proyecto se informó a especialistas en la temática del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda – CCT (ex CRICyT).

Equipo de trabajo: Se presentaron los integrantes del equipo de trabajo del IDE, y se definió que la Arq. Leandra Sarmiento (Coordinadora del Programa Energía y Construcción del IDE) tendrá a cargo la coordinación conjunta del proyecto con el Arq. Ariel Piantini (Director de Ampliaciones y Construcciones de la SIE).

Siendo las 10:30 hs del día martes 10 de abril se da por finalizada la reunión.-

Mendoza, 12 de Mayo de 2012

Acta 1° Visita a Escuela Dr. Martínez Leanez

Ref.: Proyecto Especificaciones Técnicas Energéticas de Establecimientos Educativos

El día Viernes 12 de mayo de 2012, se realizo la 1° visita a la Escuela Dr. Martínez Leanez, ubicada en el departamento de Maipú, en dicho establecimiento se hicieron presentes las personas designadas para elaborar el proyecto "Especificaciones Técnicas Energéticas de Establecimientos Educativos". En representación de la UNCUYO, la Arq. Leandra Sarmiento, el Arq. Ariel Bonomo, el Sr. Fernando Paez Yañez y el Sr. Nicolás Villarroel. Por parte de la Subsecretaría de Infraestructura Educativa el Arq. Rolando Valverde y el Arq. Sebastián Motta, también es tuvieron presentes la Directora del establecimiento la Sra. María del Carmen Álvarez y la secretaria Sra. Amalia Naman.

En la visita se efectuaron las siguientes actividades:

Por parte del IDE:

- Se realizó un 1° recorrido con una inspección visual y fotográfica del estado actual del edificio.

Por parte de SIE:

- Con los profesionales designados se realizó un recorrido por las instalaciones donde nos proporcionaron información del estado actual del edificio.

Por parte de la Dirección del Establecimiento:

- Los directivos manifestaron su interés y acompañamiento en la realización de dicho proyecto

Al finalizar la visita se concluyó lo siguiente:

Documentación pertinente y plazos: Realizar un Acta de Visita, a firmar por los responsables de las partes. Para comenzar a trabajar en la segunda etapa del Proyecto, del establecimiento educativo definido por el Secretario de Infraestructura Educativa, Escuela Nº 4-053 Dr. Martínez Leanez, ubicada en el Departamento de Maipú, la UNCUYO propone seguir con un cronograma de visitas, las cuales se acordarán y coordinarán oportunamente con el SIE y la Dirección del establecimiento.

Respecto del proyecto: se aclaró el propósito del proyecto según lo explicitado en el convenio firmado. Esto es que la UNCUYO brinde asesoramiento técnico y apoyo profesional a la Subsecretaría de Infraestructura Educativa del Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Transporte, a fin de elaborar especificaciones técnicas generales de eficiencia energética, teniendo en cuenta los aspectos energéticos, bioclimáticos y todo aquello que configure una edificación de tipo sustentable en los establecimientos educativos de la Provincia de Mendoza.

Observaciones:

El equipo de trabajo del IDE realizó un relevamiento in situ del edificio, con respecto a:

- Estado de la envolvente del edificio: muros, aberturas, cubiertas, aislaciones, accesos, etc.
- Sistema de calefacción: capacidad instalada en calderas, tipo de elementos calefactores, tipología de instalación, instalaciones de gas
- Iluminación natural y artificial
- Sistema eléctrico: dimensionamiento, utilización, etc.

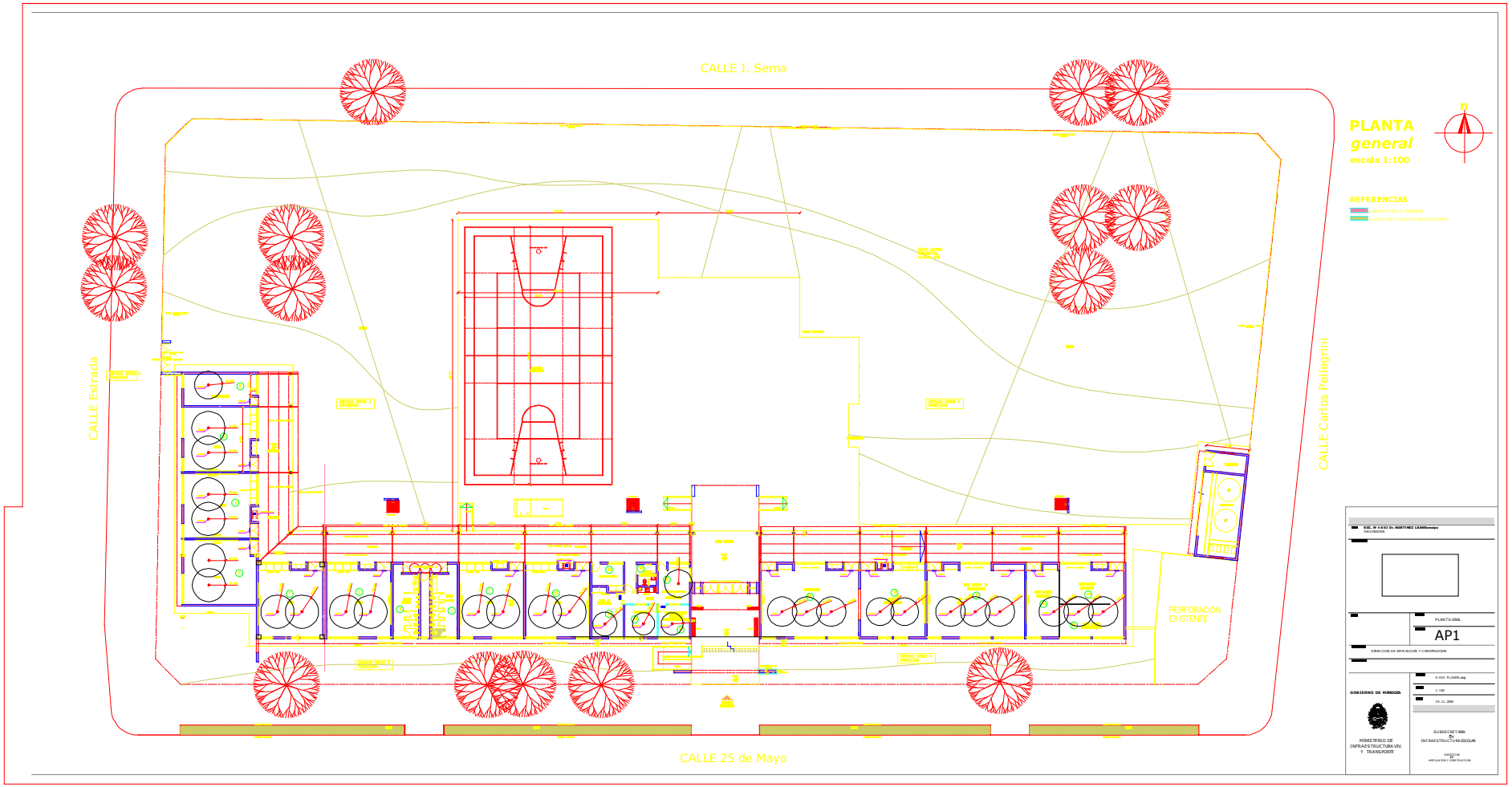
Complementariamente se realizará un seguimiento mediante mediciones de temperatura, humedad con equipos DTL que se colocarán en lugares estratégicos para su función.

Este relevamiento proporcionará información exclusiva sobre el comportamiento térmico del edificio para un lapso de días (según los tiempos establecidos en el convenio), y no podrá ser considerado representativo del año.

Para la visita al establecimiento se convoco a especialistas del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda – CCT (ex CRICyT), los cuales no pudieron estar presentes.

Siendo las 11:30 hs del día viernes 12 de mayo se da por finalizada la visita.-

Anexo III: Plano de ubicación de difusores del sistema de calefacción



www.imd.uncu.edu.ar

Instituto de Energía - Universidad Nacional de Cuyo

Espacio de la Ciencia y la Tecnología - Padre J. Contreras 1300, Parque Gral. San Martín, Ciudad de Mendoza, República Argentina, CP 5500.

+54 261 4299986 - www.imd.uncu.edu.ar - ide@uncu.edu.ar

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO | SDI SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL | IDE Instituto de Energía

MendozA espíritu grande | Ministerio de INFRAESTRUCTURA Y ENERGÍA