

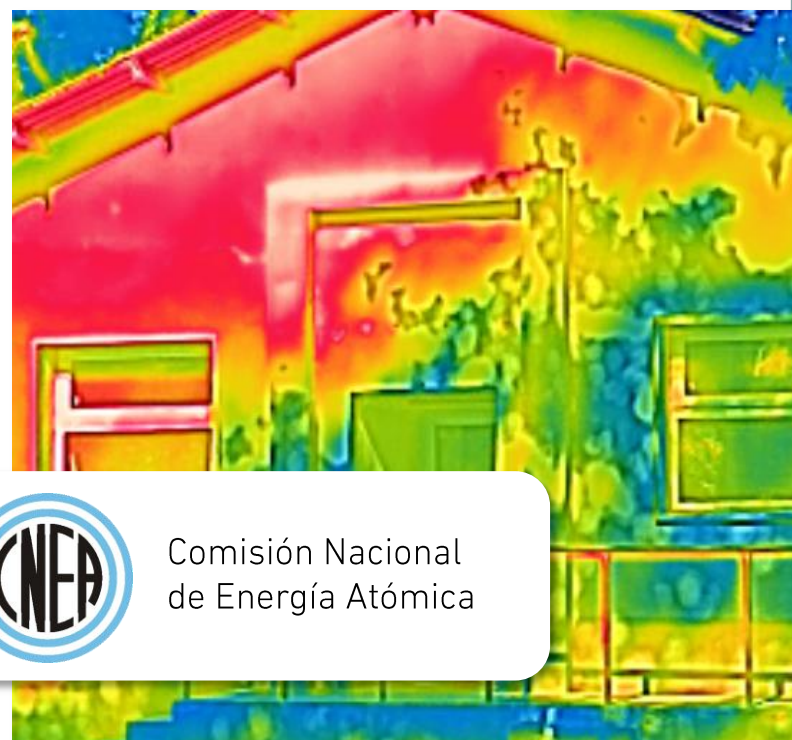
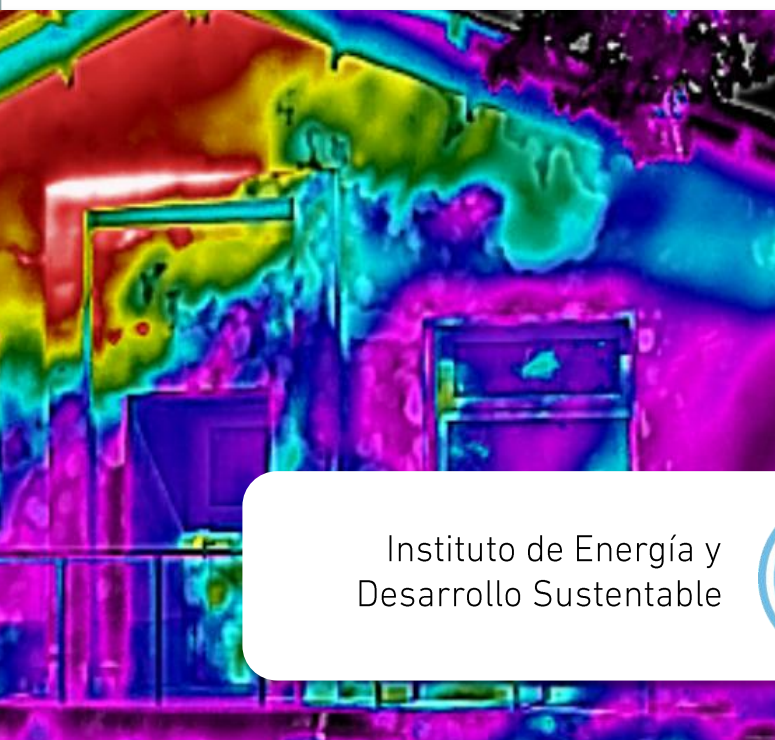
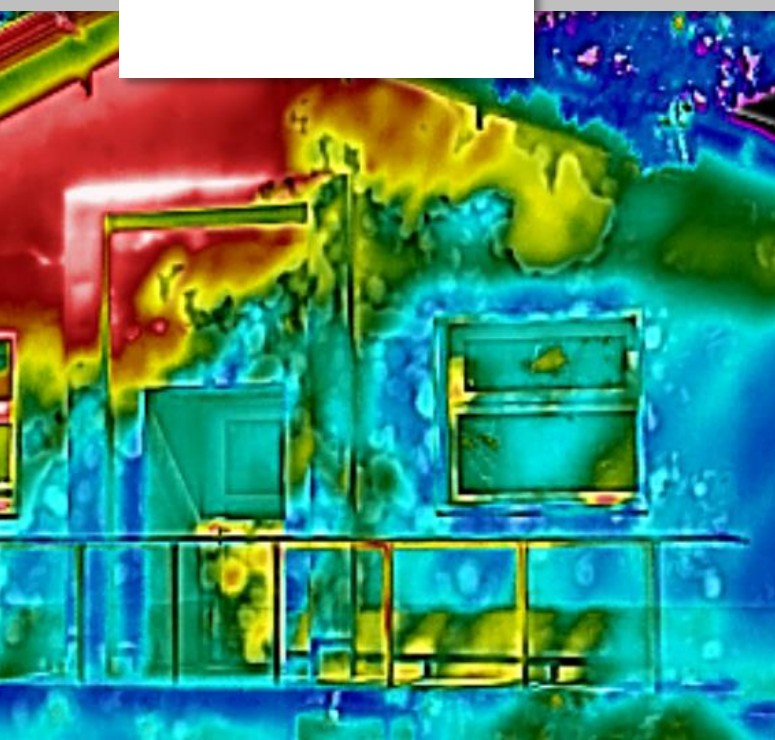
IEDS 2016

ANÁLISIS DE DISTINTOS SISTEMAS DE COMPUTACIÓN APLICADOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Área: Eficiencia Energética

Autor:
Ing. Fabrizio Battaglini

Directores:
Dr. Daniel M. Pasquevich
Lic. Daniel Quattrini



Instituto de Energía y
Desarrollo Sustentable



Comisión Nacional
de Energía Atómica

IMAGEN DE TAPA: Imágenes termográficas del Laboratorio de Bioenergía del Centro Atómico Bariloche (Mayo/2017).

DISEÑO DE TAPA E INTERIOR: Lic. Stella Spurio (IEDS / CNEA).

**ANÁLISIS DE DISTINTOS
SISTEMAS DE COMPUTACIÓN
APLICADOS A LA
EFICIENCIA ENERGÉTICA
EDILICIA**

Autor

Ing. Fabrizio Battaglini

2016

**INSTITUTO DE ENERGÍA Y
DESARROLLO SUSTENTABLE**

**Comisión Nacional de
Energía Atómica**

PRÓLOGO

Dado el interés del Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable en el desarrollo de actividades relacionadas con diversos campos de la eficiencia energética, se ha propuesto elaborar un sistema informático de etiquetado energético para los edificios, aplicable en todo nuestro territorio, de acuerdo con la vigente Norma IRAM 11900: 2010, con la condición de que fuera fácil de usar y en un principio orientado tanto a fines profesionales como educativos.

El presente informe describe un estudio donde se plantean algunas consideraciones comparativas entre dicho sistema informático -desarrollado como proyecto de colaboración entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Universidad Tecnológica Nacional- y otros sistemas similares que se encuentran disponibles en distintas partes del mundo. Los programas informáticos que abarca este estudio son: LiderCalener, Archisun, MIT Design Advisor, Energy plus y HOT2000. Los mismos fueron descargados y probados en sus aspectos más usuales. Para otros sistemas bajo licencia sólo se han realizado algunas descripciones muy generales.

Algunas ventajas comparativas del programa desarrollado en el IEDS, lo que lo hace de especial utilidad en la Argentina, es que cuenta con bases de datos con valores de estructura especificados en las distintas normas IRAM y datos climáticos de las diferentes zonas bioclimáticas del país.



Lic. Daniel Quattrini
Jefe División Investigación y Gestión de Proyectos
IEDS - CNEA

CONTENIDO

Introducción.....	9
Programa 1 Lider-Calener	10
Características de Lider.....	12
Características de Calener VYP	13
Características de Calener GT	13
Ventajas y desventajas de Lider - Calener	13
Programa 2 Ecotect – REVIT.....	15
Características de Ecotect.....	17
Ventajas y desventajas de Ecotect	18
Programa 3 Trnsys.....	20
Características de Trnsys	21
Ventajas y desventajas de Trnsys	22
Programa 4 Archisun	24
Características de Archisun	25
Ventajas y desventajas de Archisun	27
Programa 5 House Energy Rating Software (HERS) - First Rate 5.....	28
Ventajas y desventajas de First Rate 5	29
Programa 6 EnerGuide - ENERGY STAR - HOT2000.....	30
Ventajas y desventajas de HOT2000	31
Programa 7 MIT DESIGN ADVISOR V1.1.....	32
Ventajas y desventajas de Mit Design Advisor	33
Programa 8 EnergyPlus	34
Ventajas y desventajas de Energy Plus.....	35
Programa 9 QALCULAR	37
Programa Informático desarrollado en el IEDS	37
Diferencias básicas con respecto a otros programas de eficiencia energética.....	38
Separación del sistema en Módulos	38

Estaciones meteorológicas	38
Interfaz Gráfica	39
Simplicidad - "División del problema"	40
Todo en uno	40
Transparencia.....	40
Certificado de Eficiencia Energética.....	40
Instalación, requisitos del sistema	40
Respaldo/ Backup	41
Entorno de trabajo.....	42
Ventajas de implementar un sistema WEB.....	42
Desventajas de implementar un sistema WEB	42
Ventajas de implementar un sistema de escritorio	43
Desventajas de implementar un sistema de escritorio	43
Propuestas para implementar a futuro	44
Glosario de términos de computación	45

Introducción

El presente informe se encuadra dentro de la realización de una beca orientada, cofinanciada de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). En el mismo se describen y comparan nueve programas informáticos, relacionados con el tema eficiencia energética, ocho de los cuales están en vigencia en el mundo. En noveno lugar se describe el software desarrollado en el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS) de la CNEA y se relaciona con la Norma IRAM 11900:2010 - Etiqueta de Eficiencia Energética de Calefacción para Edificios.

Los programas informáticos que fueron descargados y probados en sus aspectos generales son gratuitos (Lider-Calener, Archisun, HOT2000, MIT Design Advisor y Energy plus). De los software pagos (Ecotect-REVIT, TRNSYS y House Energy Rating Software) solo se han realizado comentarios sobre lo leído como descripción y se han observado distintos videos de usuarios analizando, comentando y utilizando los mismos.

Por cada software presentado se detalla información sobre: país de origen, características generales, idioma, tipo de licencia (paga o gratuita) y la página web oficial del mismo. También se agregan capturas de pantalla e información proveniente de la tesis doctoral "La sensibilidad energética de los edificios" de Massimo Palme.

Programa 1 Lider-Calener

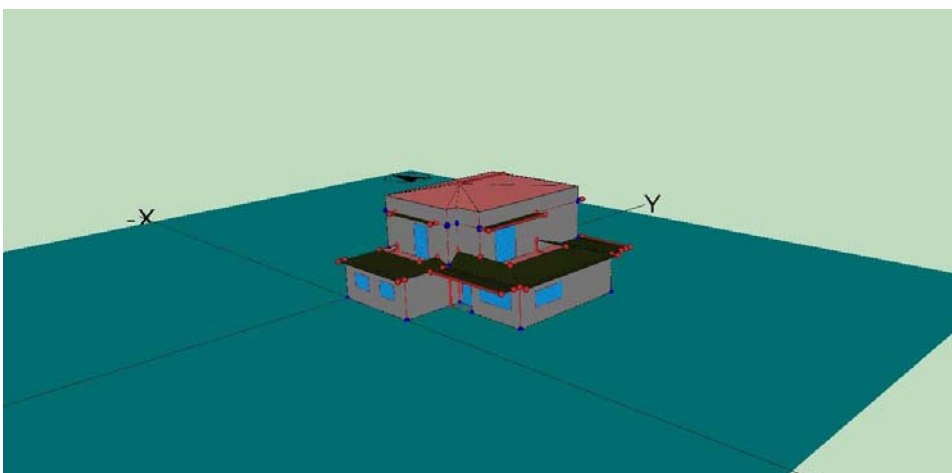
Origen: España.

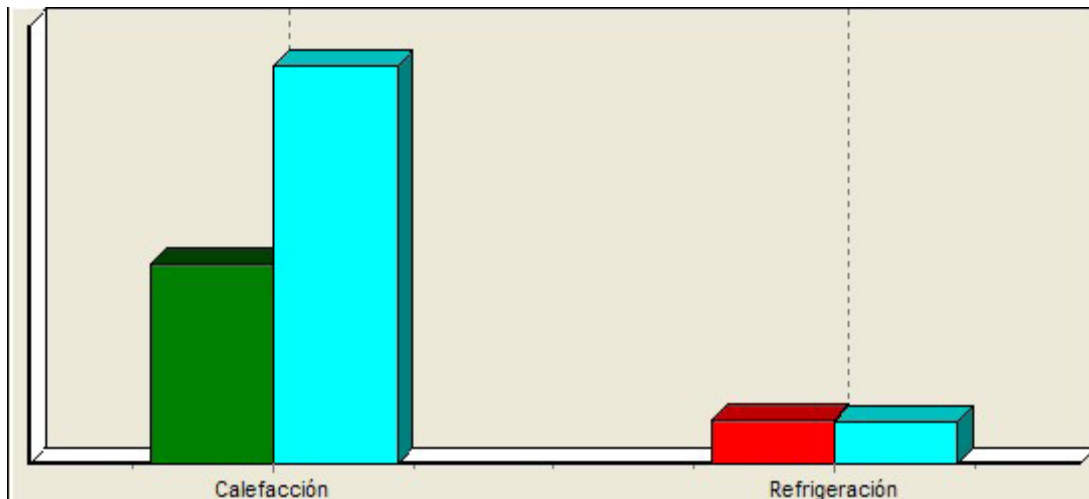
Descripción: La función principal del programa es justificar el cumplimiento de la normativa española de la edificación, el Código Técnico de la Edificación (CTE), por lo que atiene al Documento Básico de ahorro energético (HE), sección Reducción de la demanda térmica (CTE-HE1). El programa trabaja de manera muy gráfica y permite la construcción de una maqueta del edificio y la asignación de los materiales. No se pueden hacer inserciones ni editar datos externos al programa. Los archivos climáticos son fijos. El resultado del análisis es una simple indicación sobre el cumplimiento del Código.

Idioma: español.

Licencia: Programa gratuito.

Web de descarga: <http://www.codigotecnico.org/>





Programa Calener VYP y GT

La herramienta **Lider** proporciona solamente la certificación de que el Código ha sido respetado. La exigencia de asignación de una clase o etiqueta energética a cada proyecto y a cada edificio terminado obligó a ampliar el alcance de la simulación. Para esto, en el mismo grupo de investigación, se llevó a cabo el programa Calener. Este programa evalúa las demandas de energía y la eficiencia de las instalaciones. Existen actualmente dos versiones del programa, una especialmente estudiada para vivienda y pequeño terciario (VYP) y otra para gran terciario (GT).

La herramienta **Calener VYP** solo permite la introducción de un número limitado de datos referentes a la utilización de los espacios y de los sistemas de climatización e iluminación instalados. El resultado es una etiqueta energética que compara el “edificio objeto” con un edificio de referencia, que es el que cumple estrictamente el Código Técnico de la Edificación con soluciones técnicas estándar.

La herramienta **Calener GT** permite la evaluación detallada de todos los sistemas presentes en el edificio y una definición muy precisa de los espacios con sus horarios de ocupación, iluminación e infiltración. Esta herramienta es necesaria para evaluar los grandes edificios con

elevado control sobre los ambientes, como hospitales, grandes edificios de oficinas, escuelas, etc.

Características de Lider

Variables climáticas

La selección climática se hace a través de archivos existentes. No se pueden editar las variables climáticas. Es posible insertar la altura sobre el nivel del mar (metros) del lugar, para que el programa modifique la densidad del aire en sus cálculos.

Variables propias del edificio

Es posible editar la **orientación**, los puentes térmicos presentes, las propiedades de los cerramientos y de las protecciones fijas. Existe una variable de redistribución de la radiación en el interior.

Los cerramientos se definen por capas a partir de una base de datos de los materiales, introduciendo los espesores de cada capa.

Los materiales se eligen en la base de datos o se editan de dos maneras: a través de los parámetros R (resistencia térmica – m^2K/W) y μ (factor de resistencia a la difusión del vapor de agua - adimensional) o bien a través de las características λ (conductividad lineal – W/mK), ρ (densidad – kg/m^3) y c_p (calor específico a presión constante – J/kgK) y de nuevo μ (adimensional).

Los vidrios se eligen en una base de datos o bien se definen a través de la transmitancia térmica superficial (U – W/m^2K) y del factor solar (g – adimensional).

Los marcos se definen a través de la conductividad térmica superficial (U – W/m^2K) y del coeficiente de absorción de la radiación (α – adimensional).

Las protecciones fijas se definen por su geometría si son aleros o bien por su geometría y propiedades ópticas de transmisividad (adimensional) y reflectividad (adimensional) si se trata de lamas exteriores.

La redistribución de la radiación (adimensional) se define por opciones: prefijada, aproximada o calculada. No se puede editar el método de cálculo.

Variables dependientes de los sistemas

Lider no considera la presencia de sistemas en el edificio. Solo evalúa la demanda de calefacción y refrigeración de la construcción.

Variables dependientes del usuario

El programa permite elegir el número de renovaciones horarias, la tasa de producción de la humedad interior y el tipo de uso.

Las renovaciones de aire se definen con un coeficiente horario medio (1/h). No existe ley de correspondencia. No se puede editar la calidad del aire de renovación.

La producción de humedad se puede definir por opciones: clase de higrometría correspondiente a tablas del Código Técnico de la Edificación, tasa de renovación (kg/h) o humedad relativa constante (%).

El uso se puede definir por opciones: residencial, intensidad baja o alta con ocupación de 8, 12, 16 o 24 horas.

Las protecciones solares móviles son definidas a través de un coeficiente medio en verano y en invierno (adimensional).

Características de Calener VYP

Calener VYP se utiliza asociado a Lider. Se pueden editar los datos de los sistemas. Los sistemas se definen a través de unidades terminales, equipos y temperaturas de impulsión.

Características de Calener GT

El programa puede utilizar datos definidos en Lider o bien editar geometría y materiales, además de sistemas.

Ventajas y desventajas de Lider - Calener

↑ Permite la configuración de varios parámetros (orientación, altitud, puentes térmicos, temperatura, renovaciones de aire, entre otros).

- ↑ Interfaz gráfica amigable.
- ↑ Permite modelar construcciones.
- ↑ Es gratuito.
- ↑ Permite etiquetar.
- ↓ **Solo se pueden usar datos climáticos de España.**
- ↓ Se deben utilizar varios programas antes de poder etiquetar.
- ↓ Requiere de mucho tiempo para entender cómo funciona.

Programa 2 Ecotect – REVIT

Origen: Reino Unido.

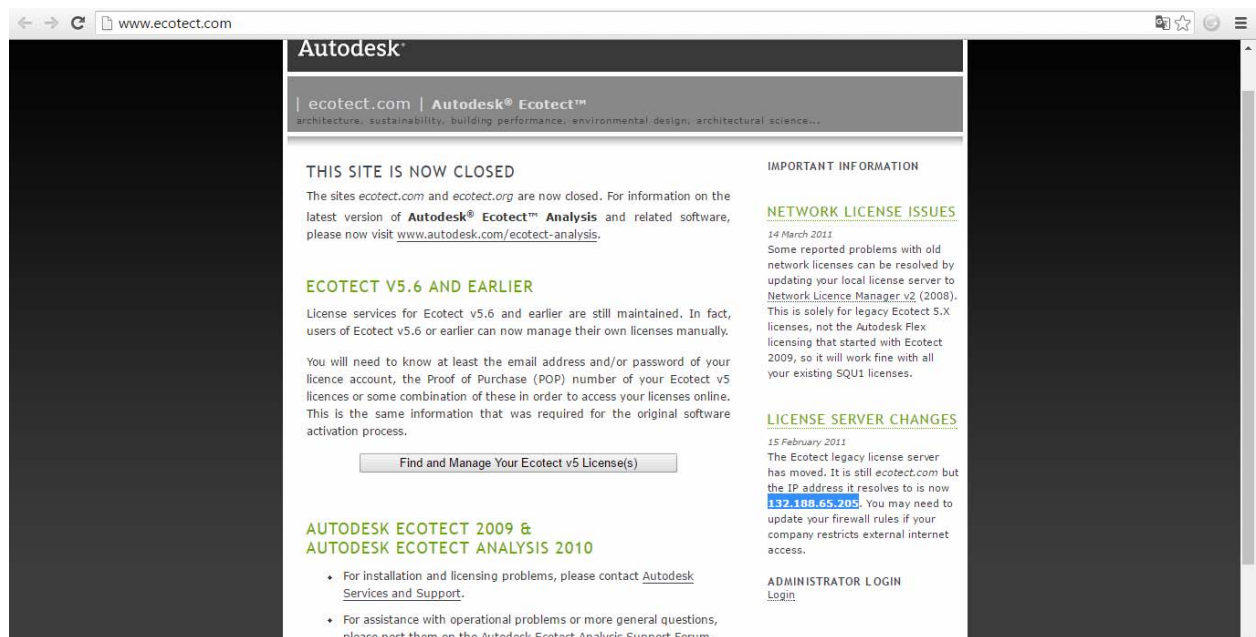
Descripción: Es una herramienta muy visual porque permite la creación rápida de maquetas del edificio y también los resultados se visualizan muy bien a través de gráficos y imágenes. El programa pretende dar resultados térmicos, lumínicos y acústicos. Sin embargo, su fiabilidad es muy criticada debido al esquema por el que el alcance del cálculo aumenta al disminuir la certidumbre de los resultados. En otras palabras, hacer muchas evaluaciones lleva a hacerlas de manera resumida y poco fiable.

Idioma: Inglés.

Licencia: Paga.

Web de descarga: <http://www.ecotect.com/>

(Al parecer el sitio está caído o el programa discontinuado).



The screenshot shows the Autodesk Ecotect website with a dark background. The main content area is white and contains the following text:

Autodesk
ecotect.com | Autodesk® Ecotect™
architecture, sustainability, building performance, environmental design, architectural science...

THIS SITE IS NOW CLOSED
The sites ecotect.com and ecotect.org are now closed. For information on the latest version of Autodesk® Ecotect™ Analysis and related software, please now visit www.autodesk.com/ecotect-analysis.

ECOTECT V5.6 AND EARLIER
License services for Ecotect v5.6 and earlier are still maintained. In fact, users of Ecotect v5.6 or earlier can now manage their own licenses manually. You will need to know at least the email address and/or password of your license account, the Proof of Purchase (POP) number of your Ecotect v5 licenses or some combination of these in order to access your licenses online. This is the same information that was required for the original software activation process.

[Find and Manage Your Ecotect v5 License\(s\)](#)

AUTODESK ECOTECT 2009 & AUTODESK ECOTECT ANALYSIS 2010

- For installation and licensing problems, please contact [Autodesk Services and Support](#).
- For assistance with operational problems or more general questions, please post them on the [Autodesk Ecotect Analysis Support Forum](#).

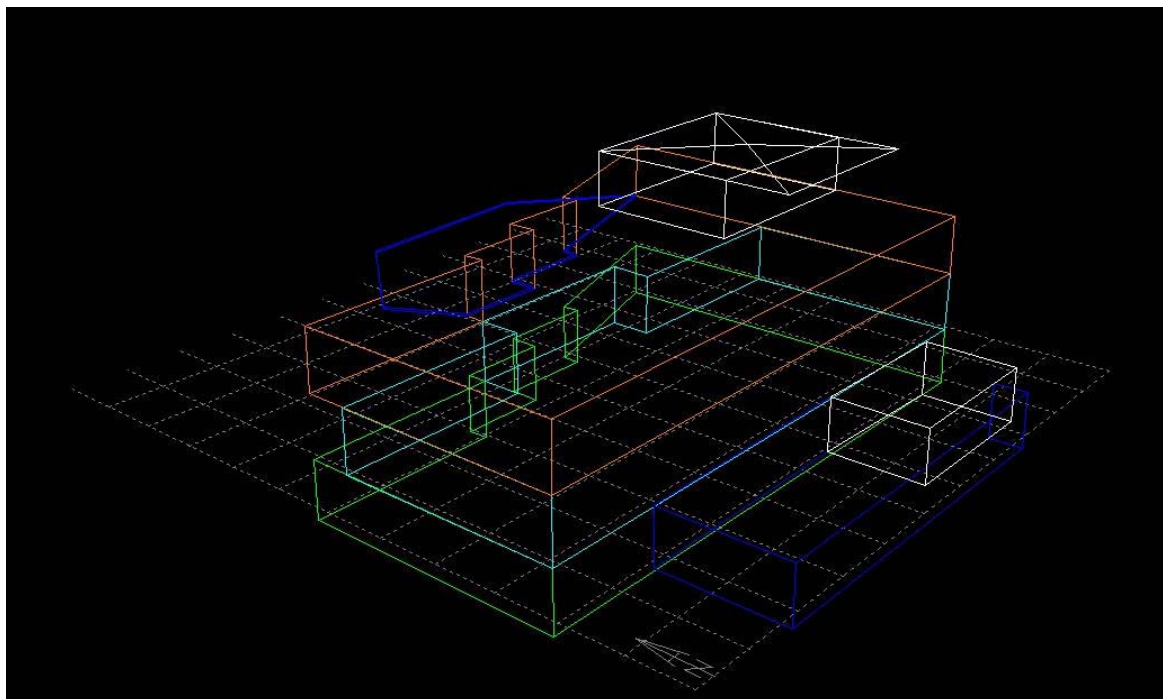
IMPORTANT INFORMATION

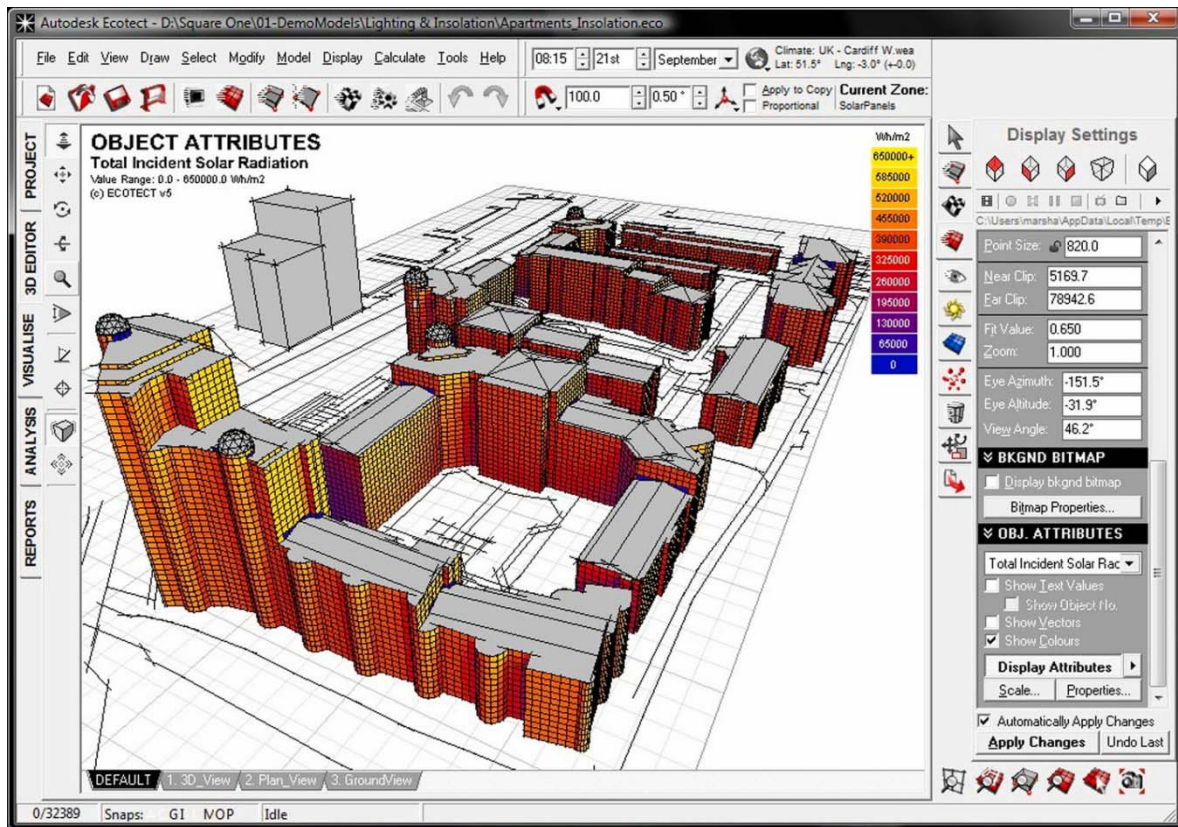
NETWORK LICENSE ISSUES
14 March 2011
Some reported problems with old network licenses can be resolved by updating your local license server to Network License Manager v2 (2008). This is solely for legacy Ecotect 5.X licenses, not the Autodesk Flex licensing that started with Ecotect 2009, so it will work fine with all your existing SQU1 licenses.

LICENSE SERVER CHANGES
15 February 2011
The Ecotect legacy license server has moved. It is still ecotect.com but the IP address it resolves to is now 132.188.65.205. You may need to update your firewall rules if your company restricts external internet access.

ADMINISTRATOR LOGIN
[Login](#)

Imágenes del programa:





Características de Ecotect

Variables climáticas

Se pueden definir de varias maneras, lo más sencillo y frecuente es utilizar archivos climáticos.

Variables relativas al edificio

Cerramientos: Se definen por capas o a través de las características generales, si se dispone de una estrategia de cálculo. En el primer caso se insertan densidad (kg/m^3), calor específico (J/kgK) y conductividad lineal (W/mK). En el segundo se deben calcular la conductividad global ($\text{W/m}^2\text{K}$), el coeficiente de absorción (adimensional), el de transparencia (adimensional), el coeficiente de amortiguación de la ola térmica (adimensional) y el retraso temporal de penetración (h).

Vidrios: Se definen a través de las propiedades globales de transmisión (W/m^2K), absorción (adimensional), transparencia (adimensional), sombras (adimensional).

Infiltración: Se define a través de un valor fijo (1/h) o una ley de dependencia horaria. Se puede insertar un coeficiente de sensibilidad al viento (1/h).

Variables dependientes de los usuarios

Ocupación: Se define la densidad de ocupación como valor fijo (número de personas) o ley horaria. Se establece la actividad entre unos valores prefijados. Las ganancias se mezclan con las de los equipos pero se dividen en sensibles y latentes (W/m^2).

Ventilación: No es editable directamente. No existe un perfil de usuario. Es necesario pasar a través de la infiltración (1/h).

Variables dependientes de los sistemas

Se define un rendimiento medio (adimensional) del sistema único que puede ser: solo calor, solo frío, calor y frío, solo ventilación. Se definen las horas de funcionamiento y el rango de confort ($^{\circ}C$). Las ganancias se suman a las de los usuarios. Este programa permite evaluaciones de iluminación y de acústica. También permite valoraciones económicas.

Ventajas y desventajas de Ecotect

- ↑ Permite hacer análisis de consumo de energía, de agua, emisiones de CO_2 , etc.
- ↑ Permite modelar estructuras.
- ↑ Permite hacer análisis de costos.
- ↓ Es pago. Actualmente pertenece a la empresa Autodesk, reemplazado por el soft Revit, con licencias que van desde los 340 euros mensuales. De los programas analizados, éste es de los más caros.
- ↓ Exige importantes requisitos de hardware.

- ↓ Al trabajar con licencias no se puede instalar el programa en varias computadoras en simultáneo.
- ↓ Pese a la interfaz gráfica, se requiere de mucho entrenamiento para poder usarlo.
- ↓ No sirve para etiquetar pero emite una amplia variedad de reportes.
- ↓ **Desde el 2015 Autodesk discontinuó el producto.** Su funcionalidad fue integrada a un nuevo software (**Revit**).

Programa 3 Trnsys

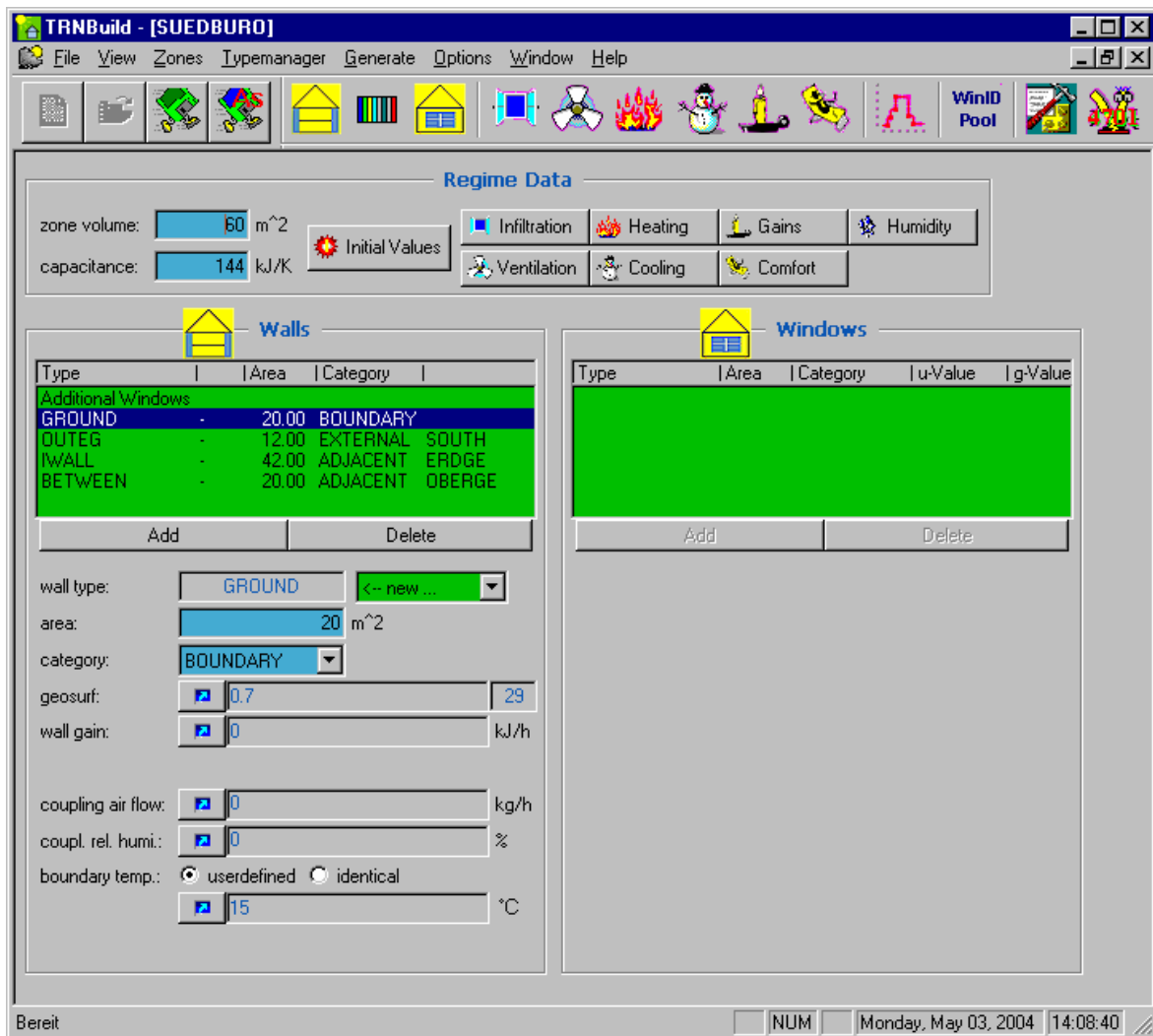
Origen: Estados Unidos.

Descripción: Se utiliza para simular el funcionamiento de sistemas, incluyendo edificios mono o multizona. Se caracteriza por no tener herramienta de diseño o de visualización propia del edificio. Por otro lado, resulta muy versátil porque permite insertar ecuaciones y modificar las metodologías de cálculo. Los resultados por defecto son la evolución de la temperatura interior de las zonas a lo largo del año y la demanda energética.

Idioma: Inglés.

Licencia: Paga.

Web de descarga: <http://www.trnsys.com/>



Características de Trnsys

Los datos que los usuarios pueden modificar son muchos. Hace falta distinguir primero entre la definición del edificio (que se hace en la interfaz de introducción de datos) y la definición del ambiente (que se hace en la herramienta de cálculo).

Variables propias del edificio

Cerramientos: Se definen por capas. Las capas pueden ser masivas o bien privadas de masa. Existen capas especiales definidas “capa activa” y “techo con refrigeración”.

Las zonas se definen a través de su volumen (m³), su capacidad calorífica interna (kJ/K) y la orientación de los cerramientos (grados).

Los elementos de sombra se definen en la herramienta de simulación.

Variables dependientes del usuario

Las protecciones de las ventanas, internas o externas (adimensionales) pueden tener un valor fijo o bien una dependencia temporal, sin diferenciar si el control es automático o dependiente de las personas. Las infiltraciones son tratadas de la misma manera (1/h).

Variables dependientes de los sistemas

El sistema de ventilación se define a través del coeficiente de intercambio de aire (1/h), temperatura del aire (°C) y su humedad relativa (%), todos definibles con valores fijos o dependencia temporal.

El sistema de calefacción se define a través de la temperatura del termostato (°C), el poder de calefacción (kJ/h), la proporción radiante de las unidades terminales (%), la humidificación del local (%).

El sistema de refrigeración se define de la misma forma, dejando la opción de la proporción radiante.

Variables climáticas

Se definen en la herramienta de simulación a través de archivos climáticos con datos de radiación (kJ/hm²), temperatura (°C), humedad relativa (%), dirección (grados) e intensidad del viento (m/s). Para el cálculo de la radiación se dispone de dos archivos, uno de radiación en la atmósfera y otro de nebulosidad.

En la herramienta de simulación se definen los elementos de sombra directamente a través del ángulo sólido que le quitan a las superficies correspondientes.

Ventajas y desventajas de Trnsys

- ↑ Permite configurar varios parámetros.
- ↑ Permite modelar estructuras.
- ↑ La interfaz gráfica no parece ser tan moderna como las otras pero parece ser más intuitiva. Utiliza una suite de programas.

- ↑ Permite la edición de ecuaciones y métodos de cálculo.
- ↓ Es pago.
- ↓ A diferencia de otros programas, éste no permite modelar las estructuras en forma directa.
- ↓ No sirve para etiquetar.
- ↓ Solo es compatible con Windows XP, Vista y Seven.
- ↓ Dependiendo de lo que se desee hacer, se deben instalar varias que también son pagas.

Programa 4 Archisun

Origen: España (Cataluña).

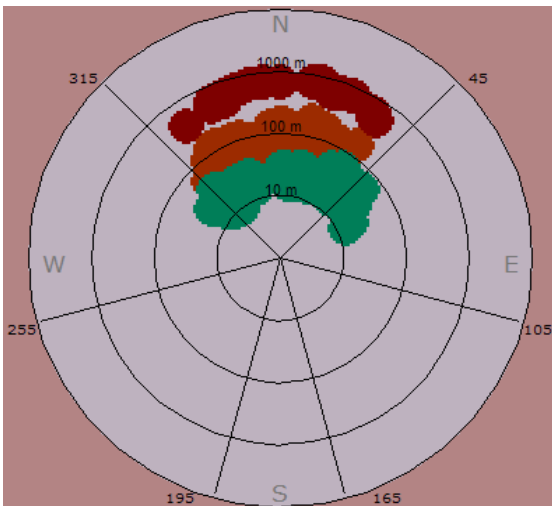
Idioma: Inglés, Español, Catalán.

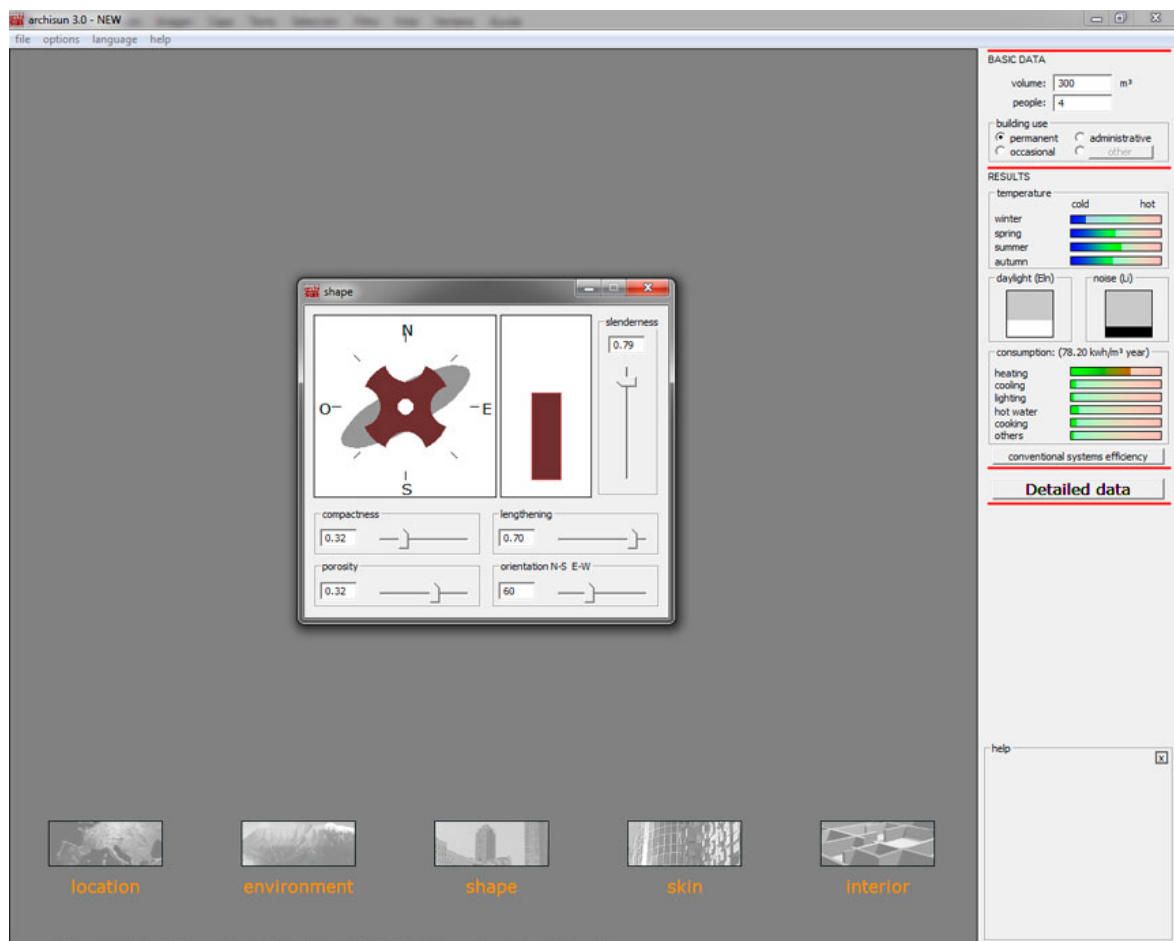
Descripción: No pretende calcular valores exactos, pero sí pretende utilizar criterios generales coherentes en la evaluación. Los elementos finitos desaparecen y la definición geométrica exacta del edificio no es necesaria. El cálculo considera el edificio como una caja gris, caracterizada por parámetros internos y parámetros de la envolvente. Los resultados son las evoluciones de las temperaturas interiores en cada temporada. También se obtienen unas estimaciones sobre el consumo.

Licencia: Gratuita.

Web de descarga: <http://archisun.software.informer.com/>

Web principal: <http://www.aie.upc.edu/>





Características de Archisun

VARIABLES CLIMÁTICAS

Son editables por el usuario datos referentes a temperatura, radiación, viento, humedad del aire, ruido, ubicación y entorno. Los datos de radiación, temperatura, viento, humedad y ruido se caracterizan por ser valores medios extraídos desde tres tipologías de día (cielo nublado, medio nublado y despejado). El usuario edita los valores de cada tipología de día y la secuencia de los días.

Datos de temperatura: se edita la temperatura media diaria ($^{\circ}\text{C}$) y la variación de ella en el ciclo día noche ($^{\circ}\text{C}$).

Radiación: Se tratan dos aspectos, el térmico y el lumínico, a través de coeficientes de iluminación (lux) y radiación diaria media en plano horizontal (W/m^2).

Viento: Se especifica la dirección predominante (grados), la velocidad media (m/s) y su variación (m/s).

Humedad: Se especifica el valor medio de la humedad relativa (%).

Ruido: Se especifica el nivel medio de ruido previsible según el entorno (dB).

Ubicación: Se especifican latitud, longitud, distancia al mar (km), altura (m) y densidad urbana (m^3/m^2).

Entorno: Se especifica la presencia de montañas, agua, árboles de hoja caduca y perenne. Esta inserción de datos es gráfica y no por parámetros.

Variables propias del edificio

Son parámetros exteriores e interiores. Para los exteriores se puede elegir una de dos posibilidades:

- definir el edificio a través de unos coeficientes representativos de su forma y de los coeficientes medios de la piel.
- definir el edificio a través de los detalles de orientación y composición de los cerramientos.

En el primer caso son editables los coeficientes de compacidad, porosidad, esbeltez, alargamiento (adimensionales) y orientación (grados), las conductividades medias de día y de noche del edificio (W/m^2k), la reflectancia media de la envolvente (adimensional), el porcentaje de superficie transparente, adosada o asentada (%). Se pueden insertar sistemas pasivos como conductos de sol.

Para los cerramientos interiores se pueden editar las separaciones y las conexiones horizontales y verticales (tanto por uno), la reflectancia (adimensional), el peso medio de los cerramientos (kg/m^3) y la presencia de agua en el interior (kg).

Variables relativas a los sistemas

Se editan los rendimientos medios (adimensionales) de los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria. Se pueden insertar sistemas activos: solar térmico y fotovoltaico.

Variables relativas a los usuarios

Se define la ocupación media y el horario típico de tres tipologías de uso: residencial, ocasional o administrativo. Se puede editar una nueva tipología de uso a través de la elección entre tres perfiles de usuario (variaciones en el aislamiento y en los aportes internos), el consumo de luz artificial, agua caliente, cocina y otros aparatos (W).

Ventajas y desventajas de Archisun

- ↑ Permite configurar varios parámetros distintos a los de los otros programas.
- ↑ Es gratuito.
- ↑ Fácil de instalar, bajos requerimientos para su funcionamiento.
- ↓ No sirve para etiquetar.
- ↓ Difícil de entender su funcionamiento a corto plazo.
- ↓ Solo tiene la opción para utilizar datos climáticos de Europa.

Programa 5 House Energy Rating Software (HERS) - First Rate 5

Origen: Australia

Idioma: Inglés

Descripción: Es el software utilizado para la certificación de eficiencia energética en Australia. Combina un software de escritorio (para modelar la construcción) con un entorno web (para la certificación).

Licencia: Gratuito para descargar (es necesario registrarse). Para utilizar algunas funciones es necesario comprar "créditos" en Internet.

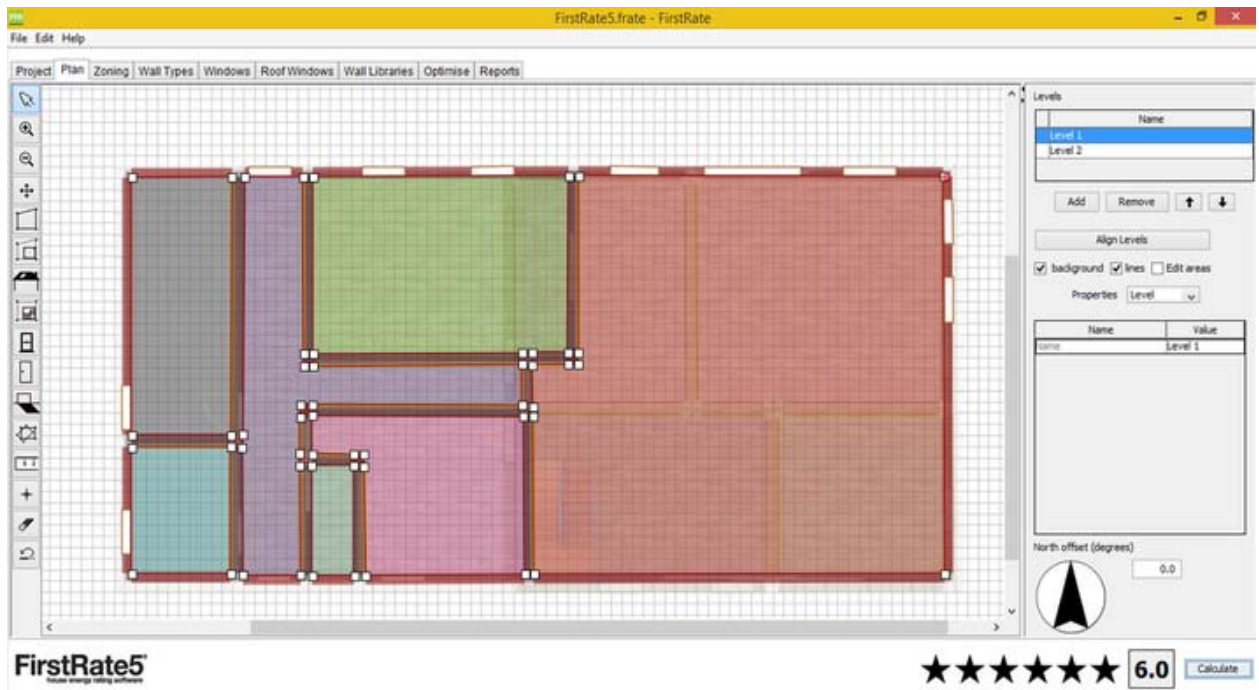
Web de descarga: <https://www.fr5.com.au/>

The screenshot displays the FirstRate5 software interface. The window title is "FirstRate5.fr5 - FirstRate". The menu bar includes "File", "Edit", and "Help". Below the menu bar is a navigation bar with tabs: "Project", "Plan", "Zoning", "Wall Types", "Windows", "Roof Windows", "Wall Libraries", "Optimise", and "Reports".

The main interface is divided into several sections:

- Client Details:** Includes fields for Client's Name (West Beach Caravan Park), House Title (Net zero energy), Street Address (1 Military Road), Suburb (West Beach), Postcode (5024), Phone No., Fax No., RBS (if known), Postal Address (1 Military Road), and Suburb (West Beach) with Postcode (5024).
- Report Details:** Includes Report Date, Ref. No., Comments, Assessor's Name, Assessor's Accreditation Number, and Assessor's Reference Number.
- Climate Zone:** Includes Postcode (5024), Alternative Climate (15 Adelaide (Kent Town)), and NatHERS Climate Zone Name (15 Adelaide (Kent Town)).
- General:** Includes Rating Mode (New Home) and Floor Height Above Ground Level (0.2 m).
- Exposure:** Includes a dropdown menu set to "suburban".
- Additional Comments:** A large empty text area for additional notes.

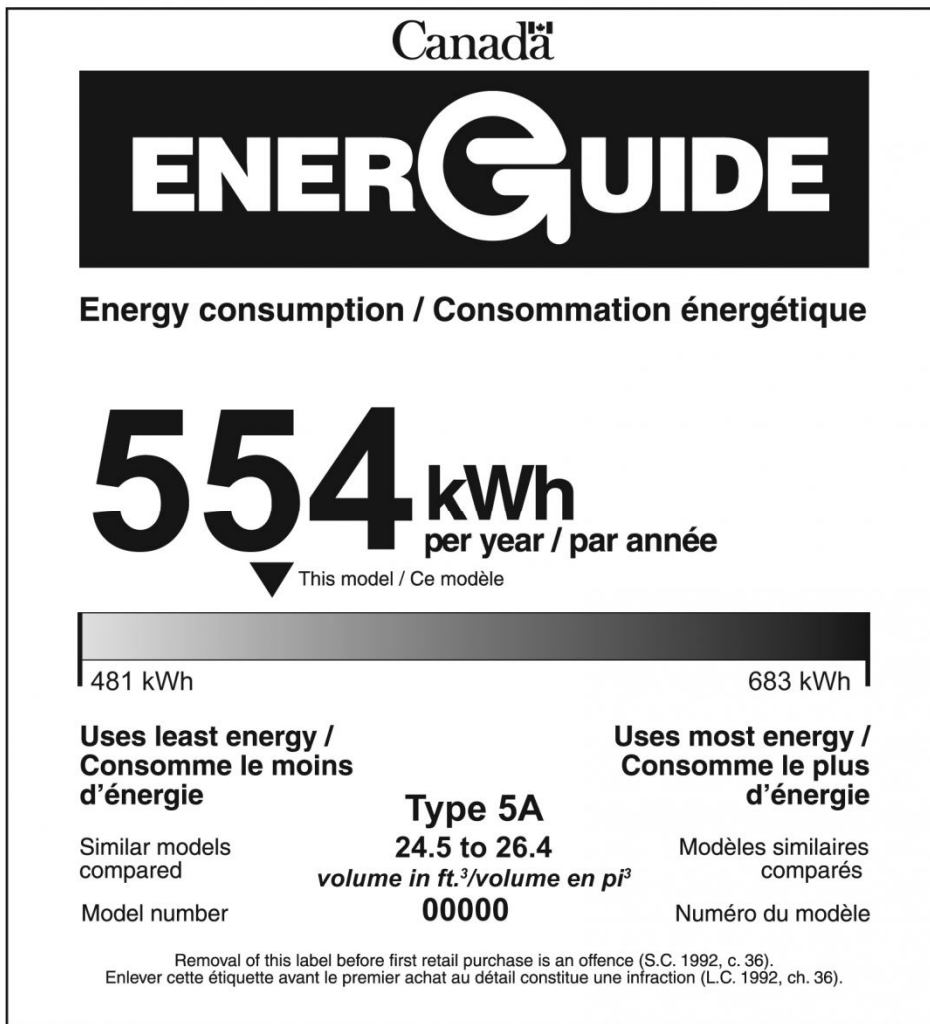
At the bottom left is the "FirstRate5" logo. At the bottom right, there is a star rating of five stars, a "6.0" rating box, and a "Calculate" button.



Ventajas y desventajas de First Rate 5

- ↑ Interfaz de usuario moderna e intuitiva.
- ↑ Es parcialmente gratuito.
- ↑ Permite etiquetar pero bajo las normas de Australia (no se pudo confirmar si de todas formas se pueden ingresar parámetros propios de otros países).
- ↓ Algunas funcionalidades del software son pagas, incluso no se podría obtener una etiqueta en forma gratuita.
- ↓ Para ser usado se debe utilizar un software de escritorio y después otro complemento web.

Programa 6 EnerGuide - ENERGY STAR - HOT2000



Origen: Canadá.

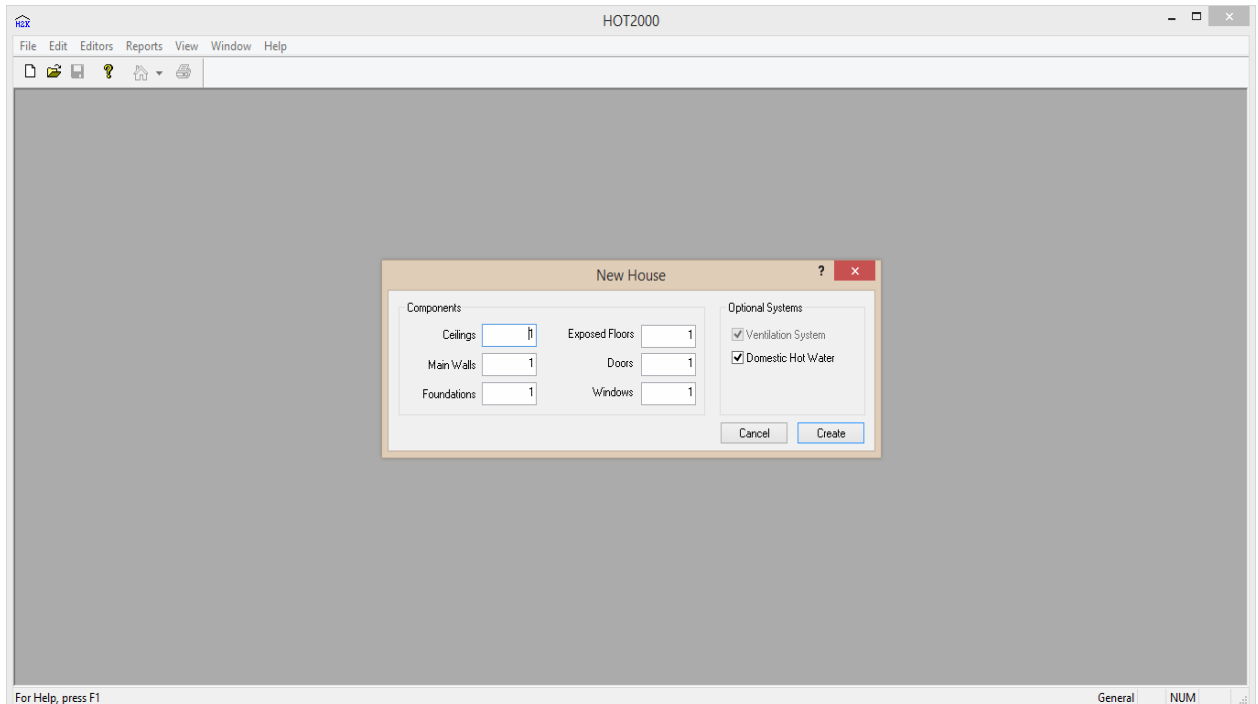
Idioma: Inglés y francés.

Descripción: el software HOT2000 es el utilizado para la certificación de eficiencia energética en Canadá.

Licencia: Gratuita.

Web de descarga:

<http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/housing/home-improvements/17725>



Ventajas y desventajas de HOT2000

- ↑ Interfaz de usuario más intuitiva que otros programas.
- ↑ Es gratuito, fácil de instalar con pocos requerimientos.
- ↑ Permite configurar varios parámetros y existen distintos programas dependiendo del tipo de estructura a analizar. Contiene un asistente para crear la construcción del modelo, aunque no resulta tan simple crearlos.
- ↑ Permite obtener distintos tipos de reportes.
- ↓ Las bases de datos de clima sirven solo para Canadá.
- ↓ Pese a los asistentes para crear proyectos, resulta difícil de entender en el corto plazo.

Programa 7 MIT DESIGN ADVISOR V1.1

Origen: Estados Unidos

Idioma: Inglés

Descripción: Plataforma Web del MIT que evalúa el comportamiento energético de edificios. Esta herramienta permite evaluar las condiciones de iluminación, ventilación, gasto de energía y confort de un edificio en forma rápida e intuitiva.

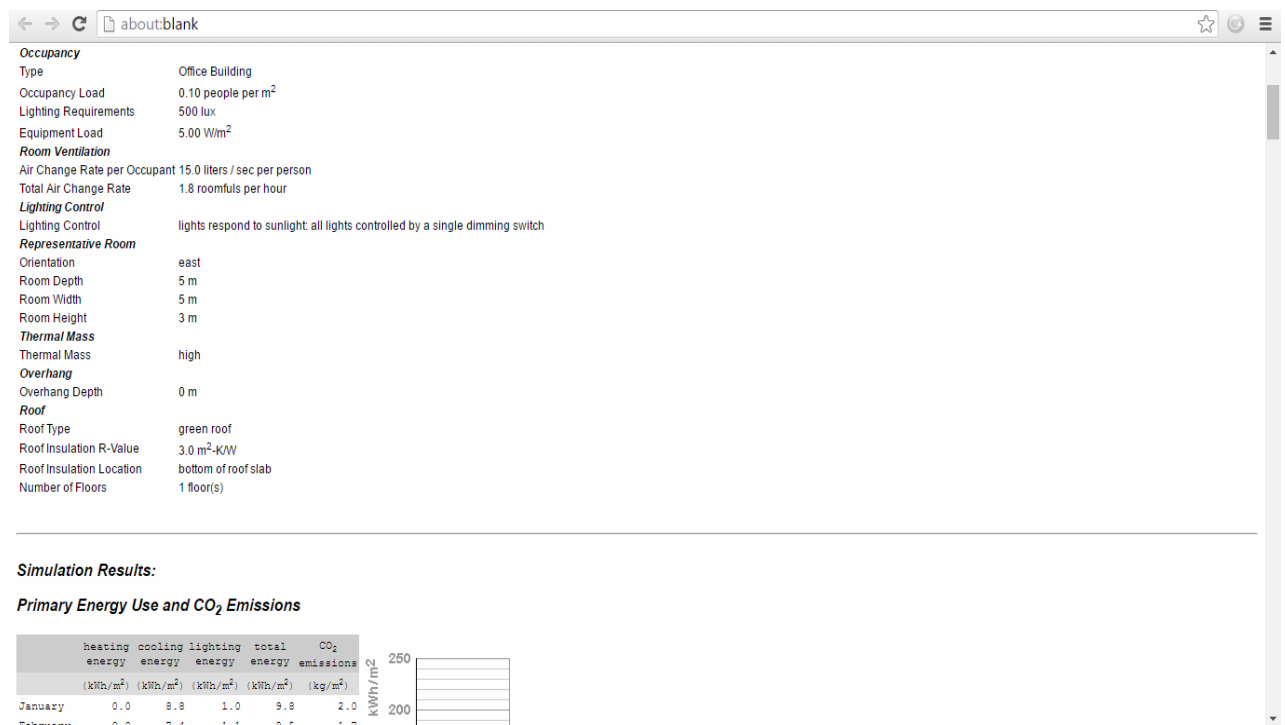
Web principal: <http://designadvisor.mit.edu/design/>

Sistema Operativo: Servicio Web independiente del S.O.

The screenshot displays the MIT Design Advisor V1.1 web interface. The browser address bar shows 'designadvisor.mit.edu/design/'. The page title is 'Setup: Describe the Building You Wish to Simulate'. The interface is divided into a sidebar and a main content area. The sidebar contains navigation links: Introduction, Setup, RESULTS, Energy, Comfort, Natural Ventilation, Daylighting: Full Room, Daylighting: Workplane, Life Cycle, Optimizer, Report, and F.A.Q. The main content area is titled 'Getting Started' and contains the following sections:

- Building Properties**
- 1. Climate**: Region (Select a region...), City (Select a city...)
- 2. Occupancy and Equipment**: Choose an occupancy type, or select options manually... (Lighting control...)
 - Occupancy Schedule: 8:00 AM begins, 7:00 PM ends
 - Person-density: 0.10 people per m²
 - Lighting: 400 - office work (EU) lux
 - Equipment: 5.0 - office (light) W/m² (More ventilation options...)
- 3. Ventilation System**: Mechanical Cooling & Heating (More ventilation options...)
 - Indoor Air Temperature: Max: 26 °C, Min: 20 °C
 - Max Relative Humidity: 60 %
 - Ventilation Rate: Fresh Air Rate: 15 lters / sec per person, Air Change Rate: 1.8 roomfuls per hour
- 4. Thermal Mass**:
 - High Mass: exposed concrete slab floor
 - Low Mass: lightweight or obstructed floor
 - Zero Mass
- 5. Building Geometry**: Single Zone (1 facade)
- 6. Roof Description**: --- Don't consider roof ---

At the bottom of the interface, there are four 'save' buttons labeled 'Scenario One', 'Scenario Two', 'Scenario Three', and 'Scenario Four'.



Ventajas y desventajas de Mit Design Advisor

- ↑ Interfaz de usuario intuitiva.
- ↑ Es gratuito.
- ↑ Se ejecuta completamente desde la Web. No es necesario instalarlo en el equipo.
- ↑ Permite obtener distintos tipos de reportes.
- ↑ Tiene algunos datos climáticos de todos los continentes (pero son muy limitados).
- ↑ En comparación a los otros programas, éste es de los más fáciles y rápidos de usar.
- ↓ Requiere estar conectado permanentemente a Internet.
- ↓ No permite etiquetar.

Programa 8 EnergyPlus

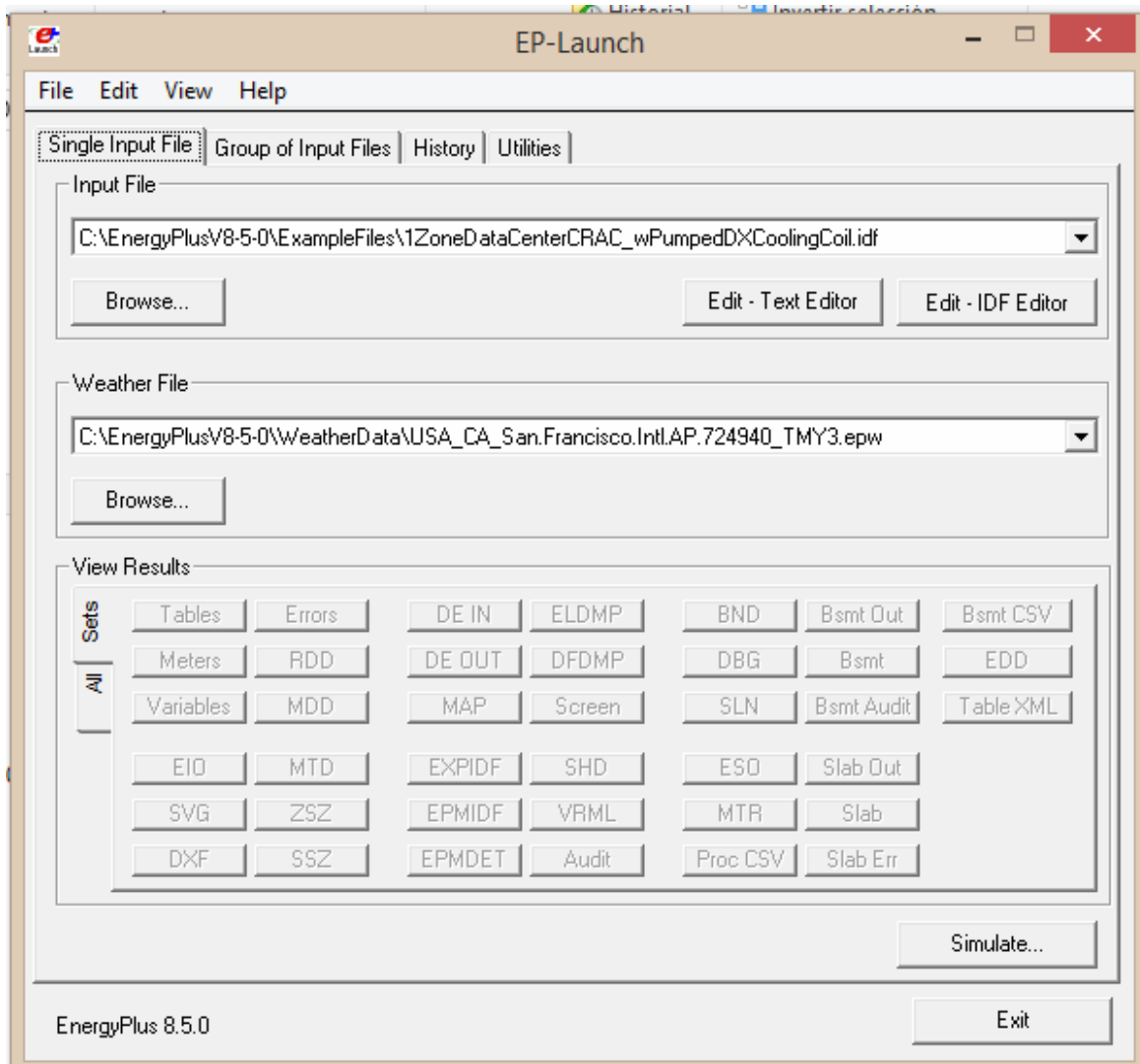
Origen: Estados Unidos.

Idioma: Inglés.

Descripción: Es un programa de simulación de edificios para modelar tanto el consumo de energía, calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación, cargas y de proceso del uso del agua. Es un programa basado en la consola que lee la entrada y escribe la salida a archivos de texto. Surge de la combinación de otros programas: BLAST y DOE II.

Licencia: Gratuita (aunque pueden haber módulos que son pagos).

Web de descarga: <https://energyplus.net/>



Ventajas y desventajas de Energy Plus

- ↑ Permite realizar distintos tipos de análisis.
- ↑ Es gratuito, fácil de descargar.
- ↑ Tiene algunos datos climáticos de todos los continentes (pero son muy limitados).
- ↑ Cuenta con documentación explicativa.
- ↓ De los sistemas analizados, pareciera ser el menos intuitivo y más difícil de usar.
- ↓ No está basado en el uso de interfaces gráficas modernas, como la mayoría de los sistemas actuales.

- ↓ No se termina de entender si depende de otros módulos para funcionar o si puede hacer todo el mismo programa.

- ↓ Compatible únicamente con los sistemas operativos Windows 95, 98, ME, NT, 2000, XP y Linux. Se intentó correrlo bajo Windows 7 y funcionó. También se lo ejecutó bajo Windows 8.1 pero no funcionó.

Programa 9 QALCULAR

Programa Informático desarrollado en el IEDS

La herramienta está basada en la Norma IRAM11900:2010 "Etiqueta de Eficiencia Energética de Calefacción para Edificios". El usuario puede crear en detalle un modelo, definiendo los materiales que componen su proyecto y, de esta forma, obtener el valor de la transmitancia térmica ponderada (K'_m), la variación media ponderada de la temperatura (t_m) y la clasificación según la norma correspondiente.

A continuación se muestra una captura de pantalla de la interfaz de usuario principal:



El sistema incluye la implementación de varias Normas IRAM y utiliza una base de datos con datos precargados para facilitar el uso del mismo.

El software está escrito en el lenguaje de programación Java. Utiliza un gestor de base de datos llamado Derby, el cual utiliza la sintaxis del lenguaje SQL. Para la visualización de reportes se combina con otra herramienta llamada Jasper reports.

Diferencias básicas con respecto a otros programas de eficiencia energética

La mayoría de las herramientas de simulación suelen ser difíciles de usar y de entender a corto plazo, requiriendo que los usuarios finales cuenten con entrenamiento técnico. Incluso para crear estructuras sencillas, los programas solicitan que el usuario ingrese gran cantidad de información y detalle.

QALCULAR actualmente no puede realizar todo lo que hacen la mayoría de los otros sistemas pero aún así pretende ser una herramienta en la que cualquier usuario sin experiencia pueda emplearla en sus proyectos en forma simple y rápida.

Separación del sistema en Módulos

QALCULAR está separado en varios módulos o entidades: Materiales Opacos, Materiales No Opacos, Mampostería y Estaciones Meteorológicas. Todas parten de datos oficiales de las Normas IRAM 11507, 11601 y 11603 pero además los usuarios podrán agregar y modificar nuevas entidades que no se encuentren disponibles.

Estaciones meteorológicas

Un aspecto muy importante y diferente es el de los datos meteorológicos. Por lo general los programas solo permiten utilizar los datos de países específicos. Por ejemplo al usar Lider-Calener nos encontramos con la gran restricción de que solo es válido para localidades españolas.

EnergyPlus y MIT Design Advisor permiten usar datos de otros países pero muy limitados. En ambos casos, dentro de Argentina solo se puede seleccionar el clima de Buenos Aires.

QALCULAR, por defecto, contiene las estaciones meteorológicas de Argentina pero permite que se agreguen a la bases de datos información nueva de una localidad particular fuera del territorio nacional. Esto que permitiría que usuarios de otros países puedan probar y comparar la Norma Argentina de calefacción.

Interfaz Gráfica

QALCULAR simplifica la interfaz gráfica haciendo que el usuario interactúe únicamente con los que éste necesite en un determinado momento, es decir, la información se irá solicitando y completando a medida que se esté necesitando. Por ejemplo, un usuario podría estar interesado en calcular la transmitancia térmica promedio de un edificio. Para esto, algunos de los programas presentados anteriormente requieren que el usuario ingrese previamente varios datos en una misma pantalla o formulario como ser: clima, cantidad de ocupantes de la estructura, tipo de ventilación, renovaciones de aire, humedad relativa, volumen de la propiedad, descripción de las ventanas, paredes, techo, suelo, etc. En QALCULAR se debe ingresar solo la información básica para poder ser usado, guiando al usuario a completar la misma utilizando una interfaz gráfica sencilla como se muestra en la siguiente figura:

Nombre	Provincia	Localidad	Dirección	Estación	TMND (°C)
1 prueba	Buenos Aires Provincia	1	1	CORONEL SUAREZ AERO	-7.7
1 prueba -Copia-	Buenos Aires Provincia	1	1	CORONEL SUAREZ AERO	-7.7
Casa Convencional	Río Negro	Bariloche	Av Bustillo 9500	BARILOCHE AERO	-11.4
Casa Convencional con Mamposteria	Río Negro	Bariloche	Av Bustillo 9500	BARILOCHE AERO	-11.4
Edificio CNEA	Buenos Aires Ciudad	Buenos Aires	Av del Libertador 1429	BUENOS AIRES	0.1
Edificio Vibraciones -Copia-	Río Negro	Bariloche	Av Bustillo Km 9.500	Bariloche centro -Ingresado...	-5.0
Ejemplo Reporte	Río Negro	Bariloche	Belgrano 34	BARILOCHE AERO	-11.4
Ejemplo proyecto	Río Negro	Bariloche	xxxxx	Bariloche centro -Ingresado...	-5.0
Muro Edificio IB	Río Negro	Bariloche	Av Bustillo Km 9.500	BARILOCHE AERO	-11.4

Nombre:

Provincia:

Localidad:

Dirección:

Estación:

TMND ° C:

Observaciones:

*TMND: temperatura mínima exterior para condiciones de invierno

Seleccionar Imagen (Opcional)

Nuevo Editar Guardar Duplicar Eliminar Estructura Etiquetar Volver

En la pantalla se puede observar que el usuario debe ingresar información básica como el **Nombre de proyecto, Provincia, Localidad, Dirección, Estación Meteorológica** y opcionalmente puede cargar una imagen del proyecto. Además los botones **Guardar, Editar, Duplicar y Eliminar** estarán deshabilitados ya que no son necesarios para la tarea que se está realizando.

Simplicidad - "División del problema"

Relacionado al ítem explicado anteriormente, QALCULAR actualmente sirve para obtener los resultados esperados para la Norma IRAM 11900:2010 para etiquetar la eficiencia energética en cuanto a calefacción para edificios. Sin embargo, aprovechando que se utiliza una base de datos y que otras normas usan la misma información que la 11900:2010, se podrían crear módulos diferenciados para aplicar otras normas.

Imaginemos que además de contemplar la Norma IRAM 11900:2010, también nos interese la IRAM 11604. Lo que se haya ingresado como "Proyecto" es usado por las dos normas, pero si en un momento dado al usuario le interesa obtener solo lo planteado por la Norma IRAM 11604, se podría crear una nueva opción para utilizar la norma sin perder tiempo en tener que registrar información adicional correspondiente a la 11900:2010.

Todo en uno

QALCULAR no dependerá de otros programas que realicen subrutinas o generación de archivos previos como en Lider-Calener, Energy Plus y First Rate 5.

Transparencia

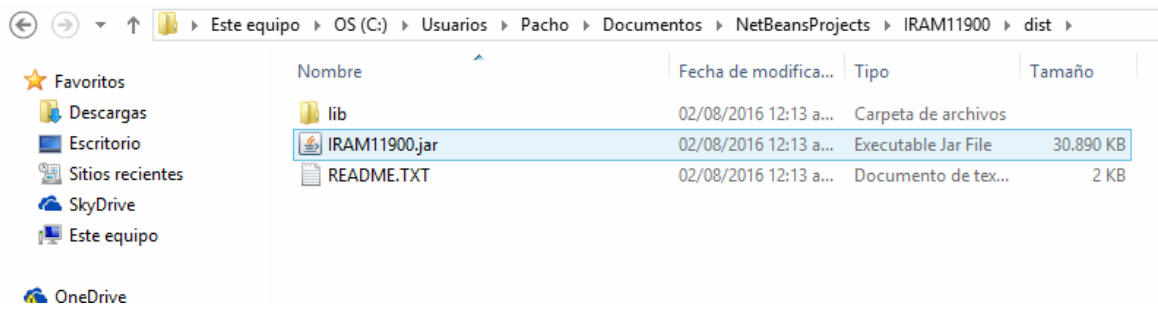
La mayoría de los sistemas se limita a dar un resultado pero se pierde la rastreabilidad, la forma en la que se han efectuado los cálculos. QALCULAR no pretende brindar información detallada de cómo se realizan los cálculos (por lo menos en la primer versión) pero se muestran cálculos parciales que permitan hacer un seguimiento de cómo se llega a los resultados.

Certificado de Eficiencia Energética

QALCULAR tiene como salida la misma información que se exige en el certificado de la Norma IRAM 11900:2010.

Instalación, requisitos del sistema

Para poder utilizar QALCULAR **no es necesario instalarlo**, simplemente se debe ejecutar un archivo contenido en una carpeta que se puede transferir entre usuarios:



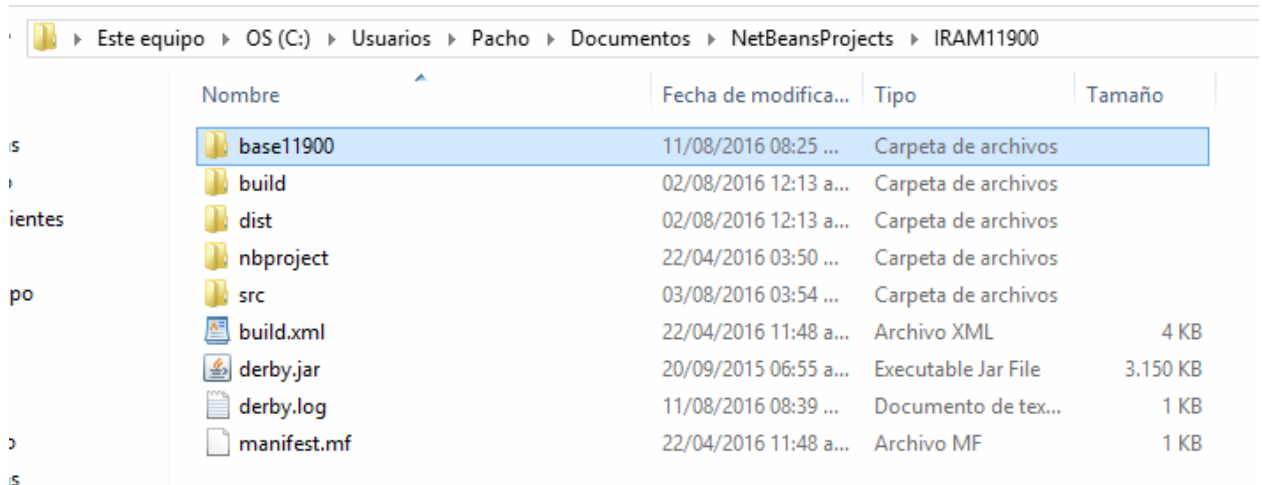
El único requisito es tener instalada la máquina virtual de JAVA. Por defecto suele estar instalada en las computadoras de fábrica pero en caso de no tenerla, se puede descargar gratuitamente de la página oficial de Java: www.java.com/es/download/

En cuanto al sistema operativo, hasta el momento QALCULAR ha sido probado en Windows 7 y 8.1. El compilador de JAVA es compatible con los demás sistemas operativos (Linux y MAC), sin embargo aún no ha sido probado en estos entornos.

El software completo ocupa solo 45 megabytes en el disco rígido.

Respaldo/ Backup

Para realizar un Backup -copia de seguridad- o para poder utilizar la información en otra computadora solo se debe hacer una copia de la carpeta "base11900" ubicada en la carpeta principal de donde esté instalado QALCULAR.



Entorno de trabajo

QALCULAR es una aplicación de escritorio, como la mayoría de los sistemas que se han analizado anteriormente. Es interesante analizar las ventajas y desventajas de implementar un sistema Web (conectado a Internet) y uno de escritorio. Todo sistema tipo WEB tiene como requisito estar conectado a Internet constantemente para disponer de las base de datos. De los programas presentados anteriormente el único que es íntegramente Web es el MIT Design Advisor.

Ventajas de implementar un sistema WEB

- Se puede ejecutar bajo cualquier sistema operativo ya que para usarse solo se necesita un navegador de Internet como ser: Explorer, Mozilla, Chrome, etc.
- No requiere que los usuarios hagan actualizaciones ya que directamente se actualiza el sistema que está en el servidor.
- No es necesario instalar el programa.
- Se centralizan los respaldos (la información de los usuarios queda registrada en un servidor).

Desventajas de implementar un sistema WEB

- Requiere estar conectado a Internet. Puede ocurrir que el usuario tenga conectividad pero que el servidor no esté funcionando y viceversa. Incluso puede que el servidor sin previo aviso, se deshabilite en forma permanente, haciendo que los usuarios pierdan todo su trabajo.
- Se debe adquirir un servidor capaz de soportar el ingreso de varios usuarios de manera simultánea, además de hacer mantenimiento. También se debe comprar un dominio en Internet.
- Suele demandar tiempo en hacer que sea compatible con los distintos navegadores. Por ejemplo, el sistema puede funcionar perfectamente en Google Chrome pero si alguna vez se

utiliza Internet Explorer puede que el programa ya no funcione correctamente en los dos navegadores.

- Muchos sistemas Web pueden requerir *scripts* o almacenar *cookies* pero, por cuestiones de seguridad, el navegador las puede estar bloqueando.
- El tiempo de respuesta es más lento que en las aplicaciones de escritorio.
- Implementarlo como Web suele requerir mayor tiempo que uno de escritorio.
- Al usar bases de datos prácticamente sería obligatorio tener que implementar un módulo especial para la seguridad informática ya que un usuario malintencionado podría modificar datos, robar información de usuarios o eliminar toda la base de datos. Incluso, por más que se implemente un sistema de seguridad, el sistema puede seguir siendo vulnerable a ataques.
- Si está utilizando una red privada (como por ejemplo la red del Centro Atómico) puede ocurrir que por algún motivo el servidor Proxy (que actúa de filtro entre un usuario y la salida al exterior) esté bloqueando la dirección web que aloja al sistema.

Ventajas de implementar un sistema de escritorio

- Suelen ser más robustas que las de Web. Por ejemplo, implementar un sistema de diseño como Autocad sería más difícil implementarlo en la Web y no tendría la misma performance, ni tiempo de respuesta.
- Son más estables que las aplicaciones Web, y su velocidad de procesamiento es mayor.
- Resulta más sencillo llevar control sobre la seguridad. Para los fines con los que se estaría usando el sistema QALCULAR, no sería necesario implementar un módulo.

Desventajas de implementar un sistema de escritorio

- No son portables como los sistemas Web, es decir, puede que no funcione con cualquier sistema operativo.

- Requieren de actualización personalizada. Si fuese web solo se actualizar la aplicación que está almacenada en el servidor, sin que los clientes tengan que hacer cambios.
- Suelen tener requerimientos especiales de librerías. En este caso, QALCULAR necesita tener la máquina virtual de JAVA.

Propuestas para implementar a futuro

- Combinar el programa con otras normas IRAM, ISO, etc.
- Selección de idiomas Español - Inglés. Esto ayudaría ampliamente a que usuarios de otros países puedan distribuir y utilizar el sistema.
- Creación de tutoriales guiados paso a paso para usar el programa.
- Crear la imagen de la etiqueta IRAM para los resultados finales.
- Permitir al usuario el ingreso de precios para los productos, brindando a su vez la posibilidad de que el sistema calcule el costo monetario total de la estructura.

Glosario de términos de computación

Backup: Copia de los datos originales que se realiza con el fin de disponer de un medio para recuperarlos en caso de su pérdida.

Cookie: Pequeño archivo de texto enviado por un sitio web y almacenada en el navegador del usuario, de manera que el sitio web puede consultar la actividad previa del usuario.

Librería: Programa que contiene varias funciones para lograr un propósito bien definido y específico. Estas librerías están diseñadas de tal forma que son fácilmente integradas a otros programas que requieren usar la funcionalidad que la librería ofrece. Es posible que una librería utilice otras librerías para completar su funcionalidad.

Gestor de base de datos: conjunto de programas que permiten crear y mantener una base de datos, asegurando su integridad, confidencialidad y seguridad.

Script: Conjunto de instrucciones. Permiten la automatización de tareas, creando pequeñas utilidades.

Suite: Programa que contiene un conjunto de aplicaciones que nos van a permitir manipular, crear o modificar archivos y documentos.

Dado el interés del Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable en el desarrollo de actividades relacionadas con diversos campos de la eficiencia energética, se ha propuesto elaborar un sistema informático de etiquetado energético para los edificios, aplicable en todo nuestro territorio, de acuerdo con la vigente Norma IRAM 11900, con la condición de que fuera fácil de usar y en un principio orientado tanto a fines profesionales como educativos.

El presente informe describe un estudio comparativo entre dicho sistema informático -desarrollado como proyecto de colaboración entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Universidad Tecnológica Nacional- y otros sistemas similares que se encuentran disponibles en distintas partes del mundo. Los programas informáticos que abarca este estudio son: LiderCalener, Archisun, MIT Design Advisor, Energy plus y HOT2000. Los mismos fueron descargados y probados en sus aspectos más usuales. Para otros sistemas bajo licencia sólo se han realizado algunas descripciones muy generales.

Algunas ventajas comparativas del programa desarrollado en el IEDS, lo que lo hace de especial utilidad en la Argentina, es que cuenta con bases de datos con valores de estructura especificados en las distintas normas IRAM y datos climáticos de las diferentes zonas bioclimáticas del país.

INSTITUTO DE ENERGÍA Y DESARROLLO SUSTENTABLE
Comisión Nacional de Energía Atómica

SEDE CENTRAL	CENTRO ATÓMICO BARILOCHE
Av. del Libertador 8250	C.C. 439 - 8400 Bariloche
1429 - C. A. de Buenos Aires	Pcia. de Río Negro
Tel.: 011 4704 1485	Tel.: 0294 444 5221

www.cab.cnea.gov.ar/ieds
ieds@cnea.gov.ar

DISEÑO DE TAPA E INTERIOR: Lic. Stella Maris Spurio