



TÍTULO

**ESTUDIO Y BALANCE ENERGÉTICO PARA VIVIENDAS
TIPO EN BUCAREST. NORMATIVAS Y EJEMPLOS**

AUTORA

Ada Cosmovici

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2011

Director	Isidoro Lillo Bravo
Tutores	Cristina Ochinciuc y Mihaela Georgescu
Curso	Máster en Energías Renovables: Arquitectura y Urbanismo. La ciudad sostenible (VII)
ISBN	978-84-694-2146-8
©	Ada Cosmovici
©	Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
 - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
 - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
-
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
 - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
 - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

Ada Cosmovici
Tesis de la VII Maestría en Energías Renovables
Arquitectura y urbanismo. La ciudad sostenible

Universidad Internacional de Andalucía La Rábida, Huelva
Director de la maestría Jaime López de Asiain

ESTUDIO DE BALANCE ENERGÉTICO
PARA VIVIENDAS TIPO EN
BUCAREST.
NORMATIVAS Y EJEMPLO

Director de la tesis
Isidoro Lillo Bravo – Universidad de Sevilla

Tutores
Cristina Ochinciuc - Universidad de Arquitectura de
Bucarest
Mihaela Georgescu – Universidad de Arquitectura de
Bucarest
Alfonso Sevilla - Geohabitat

ÍNDICE

3	Capítulo 1 – Motivación
5	Capítulo 2 – Estado del arte
9	Capítulo 3 – Estudio del clima de Bucarest
37	Capítulo 4 – Metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios. Indicadores principales de la reglamentación técnica actual en Rumanía
55	Capítulo 5 - Estudio energético y ejemplo de rehabilitación térmica del bloque M4 en Ploiești – Rumanía
105	Capítulo 6 - Conclusiones
107	Bibliografía

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

En el contexto geo-político en que se encuentra Rumania, se ha visto imperativa la mejora de la eficiencia energética de los edificios. Con un clima continental muy extremo, más de 70° de diferencia entre invierno y verano, el gasto de energía para la calefacción y agua caliente sanitaria, así como climatización, ha superado en los últimas décadas los cálculos previstos en una época de edificación rápida y barata del tiempo comunista.

El diseño y la construcción de edificios ha sido reglamentado por normativas claramente definidas de aislamiento térmico y balance energético positivo para el ahorro de energía. Sin embargo, con la entrada del país en la Comunidad Europea, en 2007, han sido adoptadas otras normas y en consecuencia ha sido concebido un programa de rehabilitación térmica de los edificios de viviendas en las principales ciudades del país.

El concepto de desarrollo sostenible vino como consecuencia de los principales problemas del mundo contemporáneo: la explosión demográfica, la industrialización rápida, el crecimiento del consumo de los recursos naturales, así como la necesidad de desarrollo de las zonas pobres de mucha densidad.

Rumania está interesada en una política de energía abierta hacia el futuro, capaz de satisfacer los requerimientos del desarrollo sostenible. En este sentido, actualmente se apoya en el uso de energía hidráulica y nuclear y se empiezan a utilizar la energía solar y eólica.

Hasta la generalización del uso de energías renovables, el recurso para el ahorro de energía es la rehabilitación térmica de los edificios existentes, a través de trabajos para la mejora del aislamiento térmico. Según estadísticas del año 2006, más de dos millones de viviendas en bloques de pisos tenían un deficiente y pobre aislamiento térmico.

CAPÍTULO 2 ESTADO DEL ARTE

El sector de energía rumano responde a los principales retos solicitadas tanto al nivel nacional como global:

- la seguridad del suministro de energía;
- el crecimiento de la competitividad económica;
- la disminución del impacto en el ambiente.

Estos retos son especialmente importantes en las condiciones de Rumanía que tiene que recuperar la demora con los países desarrollados de la UE en tanto a la eficiencia energética.

En este contexto, Rumanía ha creado un marco legislativo e institucional adecuado a la promoción de la eficiencia energética, adaptado al acquis de la Comunidad Europea.

Los principales documentos legislativos en este campo son:

- Ley nº 199/ 2000 sobre el empleo eficiente de la energía, corregida y añadida a través de la Ley nº 56/ 2006, cuyo fin es de crear el marco legal necesario para la emisión y aplicación de una política nacional de empleo eficiente de la energía.
- Ley nº 3/ 2001 para la ratificación del Protocolo de Kyoto en el Convenio de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Según el Protocolo de Kyoto, Rumanía tiene que disminuir con un 8% las emisiones de dióxido de carbono del año 1989, en el período 2008-2012.
- Orden Governamental nº 174/ 2002 sobre la implementación de medidas especiales para la rehabilitación térmica de los bloques de pisos de viviendas, aprobado por la Ley nº 211/2003.
- Decisión Governamental nº 163/ 2004 sobre el asenso de la *Estrategia Nacional sobre la Eficiencia Energética*, cuyo fin principal es para la identificación de las posibilidades y

medios de mejora de la eficiencia energética en la entera cadena energética, a través de la introducción de programas adecuados.

- Decisión Governamental nº 1535/ 2003 sobre la Estrategia de valorización de los recursos de energía renovable.
- Decisión Governamental nº 443/ 2003 sobre la promoción de la producción de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables de energía, corregida por la Decisión Governamental nº 958/ 2005, que transpone la Directiva 2001/ 77/ CE y que asegura el marco legal para la promoción de fuentes renovables de energía, con efectos directos en la disminución del consumo de energía.

El marco institucional para la promoción de las medidas de empleo eficiente de energía ha sido creado en 1990 a través de la *Agencia Rumana para el Ahorro de Energía* (ARCE). La Ley nº 199/ 2000 sobre el empleo eficiente de la energía nombra a la ARCE como autoridad de especialidad al nivel nacional en el campo de la eficiencia energética, con responsabilidades jurídicas y de función, bajo el orden del Ministerio de Economía y Finanzas.

Otras instituciones y ministerios con atribuciones en el marco de la eficiencia energética son:

- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) implementa la política del Gobierno en el sector de la energía, incluso en el campo de la eficiencia energética y las fuentes renovables.
- Ministerio de Desarrollo, Obras Públicas y Viviendas (MDLPL), para las viviendas.
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MMDD)
- Ministerio de Asuntos Interiores y Reforma Administrativa (MIRA), para la administración local.

- Ministerio del Transporte (MT), para el sector de los transportes.

Asimismo, en el 2003 se crea el *Observatorio Energético Nacional* (OEN), para la realización de la base de datos y la selección de los principales índices de eficiencia energética para Rumanía.

A partir del mismo año, 2003, funciona el Fondo Rumano para la Eficiencia Energética (FREE) que finanza las empresas del sector industrial y otros consumidores de energía para facilitar la financiación de los proyectos de uso eficiente de energía.

La Directiva 2006/ 32/ CE sobre la eficiencia energética de los consumidores y los servicios energéticos, adoptada en la legislación rumana en 2008, prevé de conformidad al artículo 14 (2) que los países miembros de la UE tienen que disminuir el gasto de energía final con un mínimo del 9% en un período de 9 años (entre 2008-2016) en comparación con el gasto de los últimos 5 años (2001-2005).

El objetivo interino establecido por Rumanía para el 2010 es de 940 mil tep, correspondiente a un 4,5% del consumo medio de los años 2001-2005.

Al establecer este objetivo se ha tenido en cuenta el potencial de ahorro de energía de Rumanía en los sectores de la economía de referencia en la Directiva 2006/ 32/ CE, en concreto: industria (las ramas no incluidas en el Plan Nacional de Asignación), viviendas, servicios y transportes.

El potencial económico eficiente desde el punto de vista de los costes, para el ahorro de energía ha sido, en 2001:

Sector	Potencial medio de ahorro de energía, estimado como porcentaje del consumo	Valores máximas para el potencial de ahorro de energía
	[%]	[ktep/año]
Industria	13.0	1590

Viviendas	41.5	3600
Transporte y comunicaciones	31.5	1390
Servicios	14.0	243
TOTAL	100	6823

Fuente: Estrategia Nacional para la Eficiencia Energética

A través del Plan de Sector en el campo de las Investigaciones y Desarrollo en la industria, se está elaborando un estudio para la actualización del potencial de ahorro de energía en industria, transportes, viviendas, agricultura, servicios y co-generación.

En febrero de 2007 se publica la reglamentación técnica *Metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios*, que recoge los indicadores principales de la reglamentación técnica actual en Rumanía.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DEL CLIMA DE BUCAREST

El clima de Rumanía es un clima de tipo continental moderado de transición entre el clima temperado oceánico húmedo característico a la Europa del Oeste y el clima continental excesivo seco característico a la Europa del Este, entre el clima mediterráneo y el clima frío del Norte de Europa.

Está determinado por la ubicación del país en la mitad del hemisferio Norte y en el continente: aproximadamente 2000 Km. del Océano Atlántico, 1000 Km. del Mar Báltico, 400 Km. del Mar Adriático y con litoral al Mar Negro.

Las masas de aire que se dirigen hacia el territorio de Rumanía en distintos contextos sinópticos varían entre masas árticas y hasta tropicales (de Sahara).

Las diferencias climáticas son notables entre el Sur con temperatura media anual de 11°C y el Norte del país con 3°C y entre el Oeste con lluvias de 600mm/año y el Este con 400mm/año.

Los valores medios multianuales de las temperaturas medias anuales están comprendidos entre -2,7°C a 2500 m de altitud y 11,4°C en Sureste y las precipitaciones medias multianuales se sitúan entre 385,5mm y 500,9mm en el Sureste y entre 1000mm y 1200mm en la zona montañosa.

El índice de sequía (R) como fracción entre el total de las lluvias anuales y la evaporación potencial define los siguientes tipos de zonas climáticas:

- hiperáridas $R < 0,05$
- áridas $0,05 < R < 0,20$
- semiáridas $0,20 < R < 0,50$
- secas sub-húmedas $0,50 < R < 0,65$
- húmedas $R > 0,65$

La presencia de las montañas y las colinas y mesetas en el centro del país determina la separación de 4 niveles climáticos.

Bucarest forma parte del campo Ploiestilor (de Ploiesti - ciudad donde se encuentra el edificio estudiado), con relieve relativamente plano. Su composición geológica es depósitos de aluviones con sedimentos de gres de 80-100 m, cubiertos en parte por arena de arcilla a profundidad de máximo 5 m.

El terreno está formado por rellenos y tierra vegetal que cubren la capa de aluviones con cascajo y pedregal.

La zona climática de Bucarest y Ploiesti es la zona 2 en el mapa adjunto, con clima de llano entre 0 y 200m de altitud. Es un clima moderado con las siguientes características:

- temperatura media anual entre 10° y 11°C
- temperatura media del mes de julio entre 21° y 23°C
- temperatura media del mes de enero entre -2° y -1°C
- lluvias anuales entre 450mm/año en el Este y 630mm/año en el Oeste de la región.

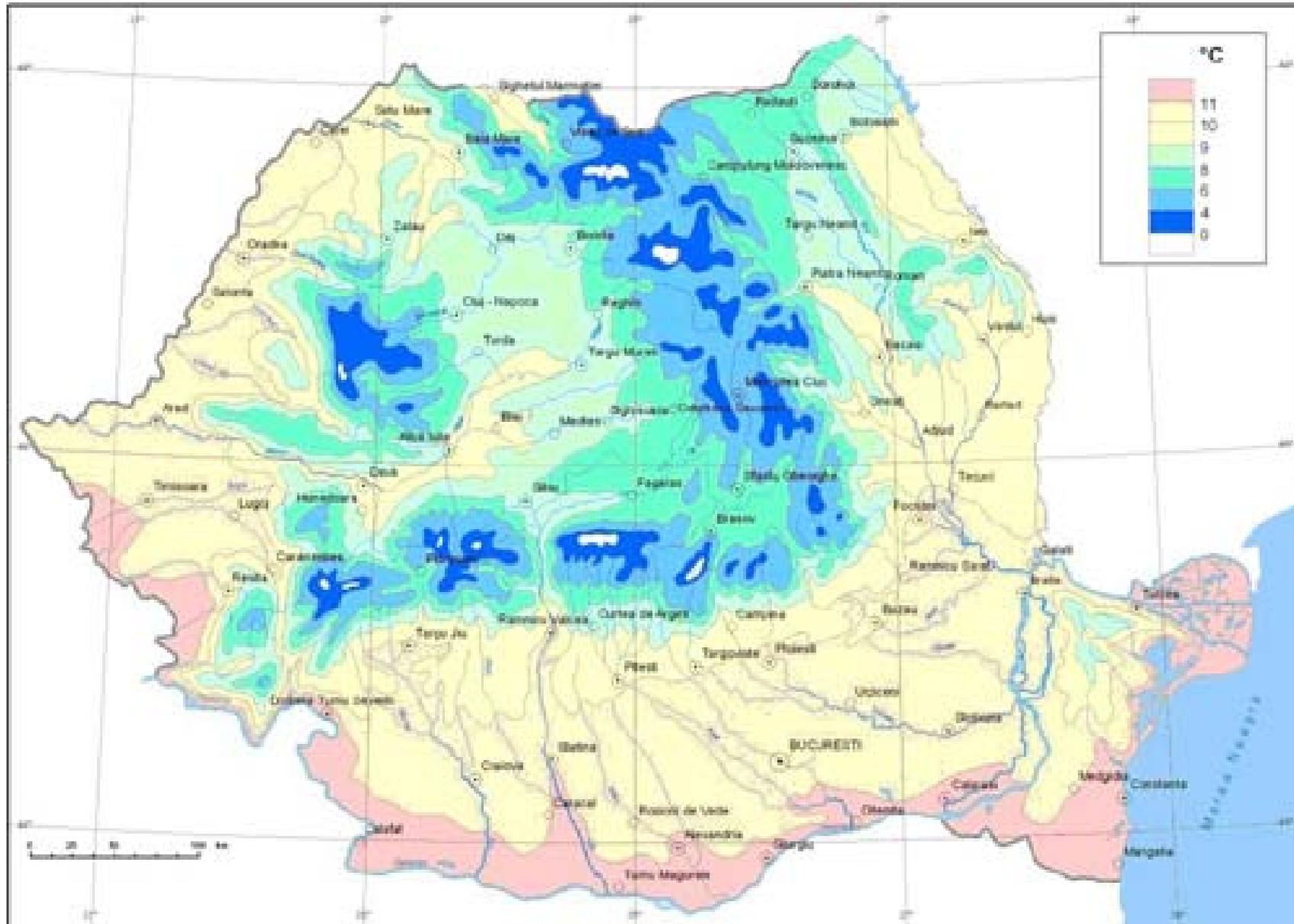
Zonele climaterice ale Romaniei

ZONAS CLIMÁTICAS DE RUMANIA

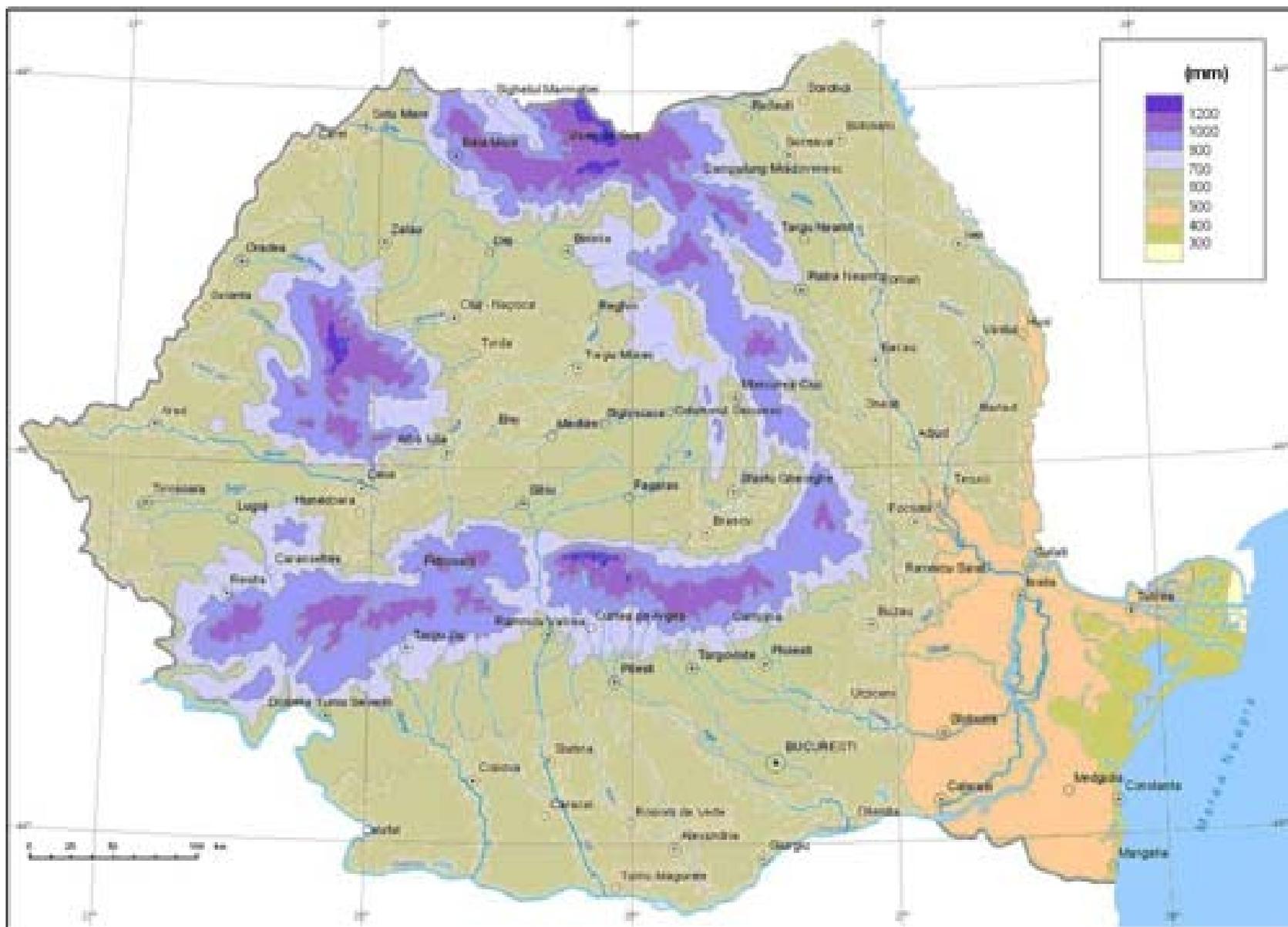


- 1- Clima cálida. Temperaturas medias anuales más de 11°C
- 2- Clima de regiones de llano. Temperaturas medias anuales entre 7° y 10°C
- 3- Clima de colinas y mesetas. Temperaturas medias anuales entre 3° y 6°C
- 4- Clima de regiones montañosas. Temperaturas medias anuales desde bajo 0° hasta 3°C.

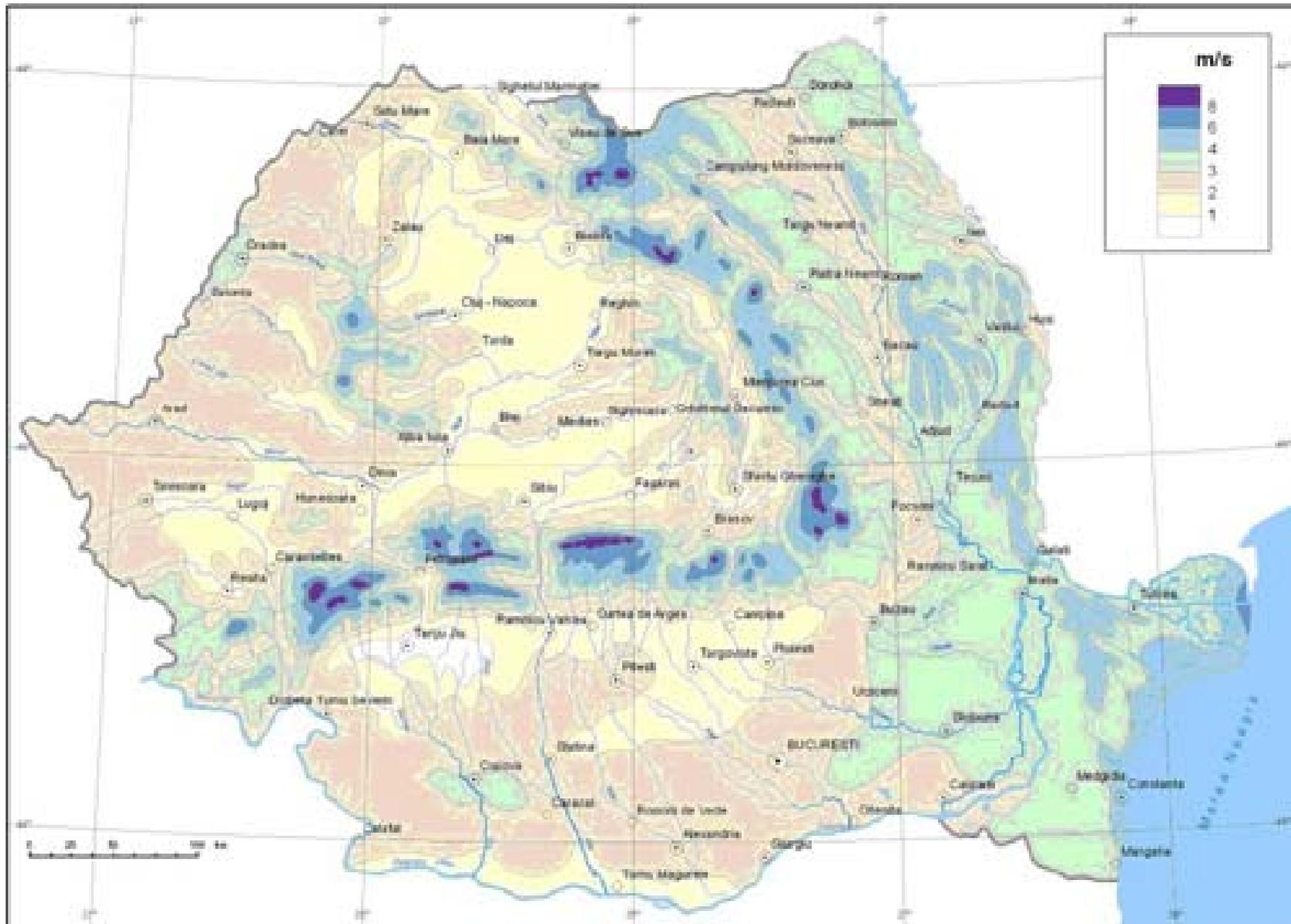
TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES 1961-2000



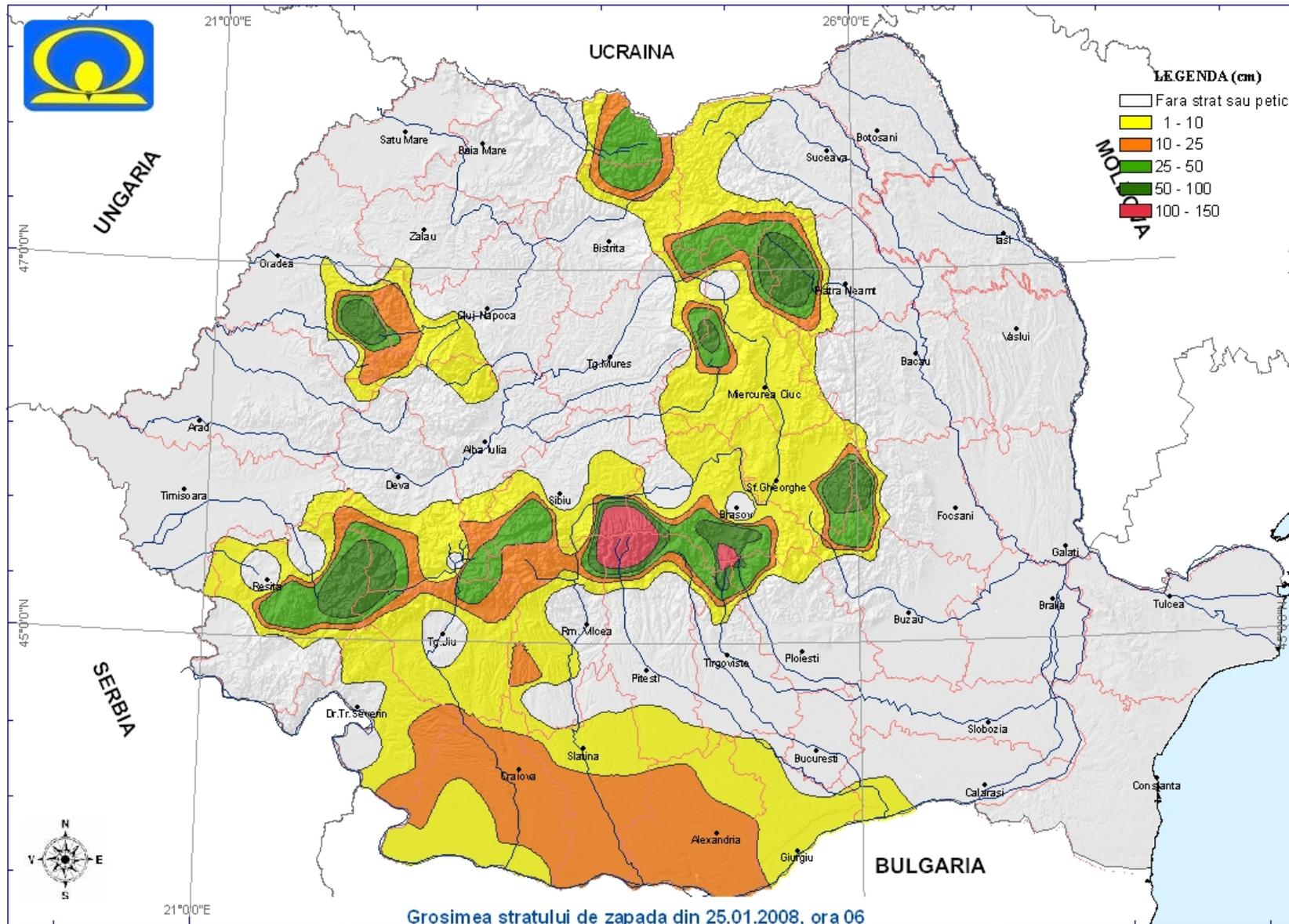
LLUVIAS MEDIAS ANUALES 1961-2000



VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIAS ANUALES 1961-2000

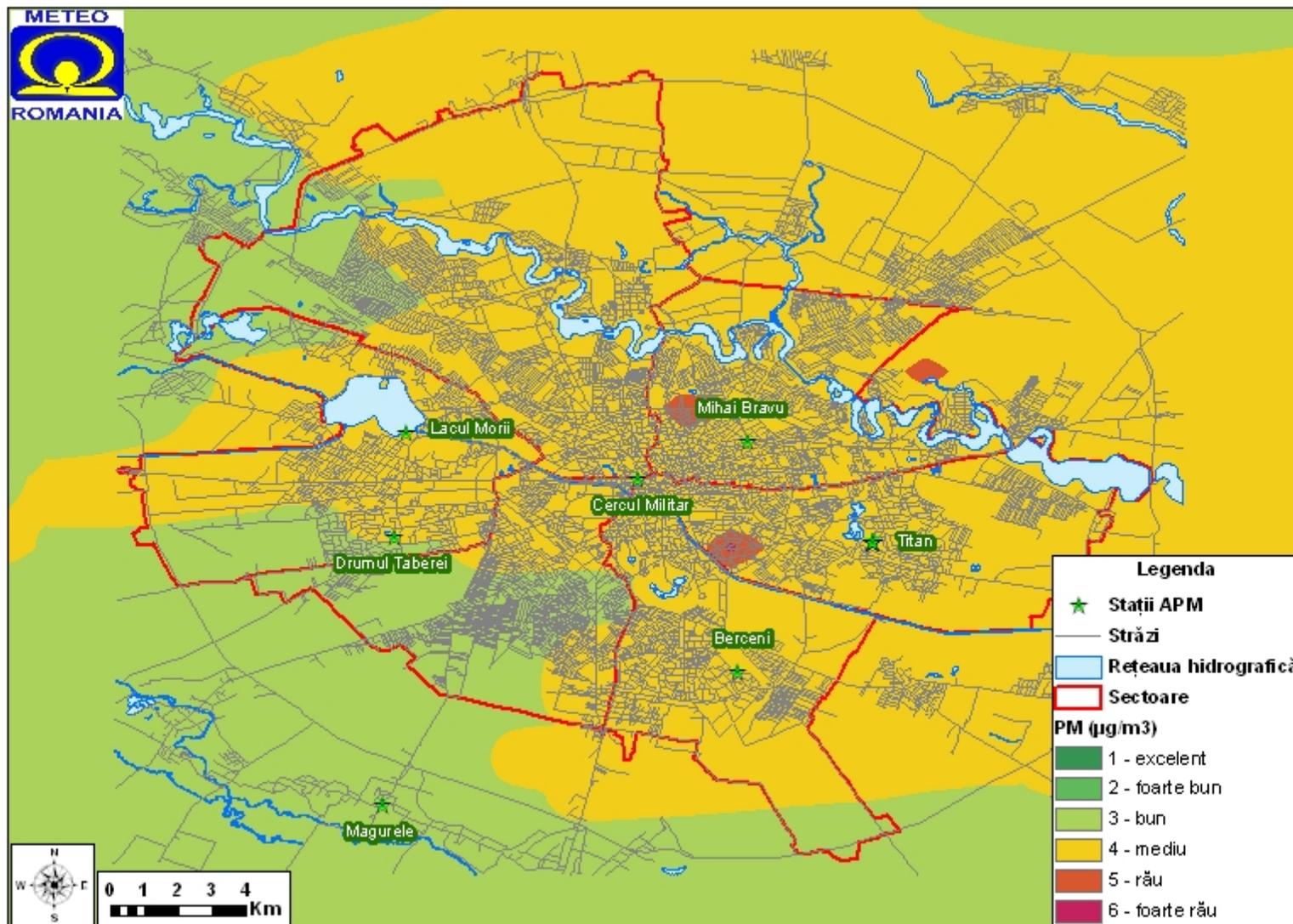


ESPESOR DE LA CAPA DE NIEVE EL 25 DE ENERO DEL 2008 (cm)



Sin nieve

ESTADO DE LA CONTAMINACIÓN MEDIA DEL AIRE EN BUCAREST - DÍA SÍN LLUVIA 2009



- 1- Excelente
- 2- Muy bueno
- 3- Bueno
- 4- Medio
- 5- Malo
- 6- Muy malo

RÉCORD CLIMATOLÓGICOS EN RUMANÍA

Información propiedad de la Administración Nacional de Meteorología (Ministerio del Medio Ambiente rumano)



EXTREMAS TÉRMICAS (grados Centígrado)

Temperaturas máximas absolutas

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Valor	22.2	26.0	32.8	35.5	40.8	42.0
Día/Año	07/2001	27/1995	30/1952	10/1985	27/1950	29/1938
Localidad	Oravita	Medgidia	Odobesti	Bechet	Marculesti	Oravita

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Valor	44.3	44.5	43.5	39.0	30.5	23.4
Día/Año	07/2007	10/1951	08/1946	03/1952	01/1926	05/1985
Localidad	Calafat	Ion Sion	Strehaia	Armasesti	Calarasi	Campina

EXTREMAS TÉRMICAS (grados Centígrado)

Temperaturas mínimas absolutas

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Valor	-38.5	-38.0	-31.4	-26.0	-16.0	-12.0
Día/Año	25/1942	10/1929	09/1952	15/1940	14-15/1940	06/1939
Localidad	Bod	Vf. Omu	Int. Buzau	Vf. Omu	Vf. Omu	Vf. Omu

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Valor	-8.0	-7.0	-15.0	-21.3	-30.8	-34.5
Día/Año	06/1933	20/1949	18/1935	27/1988	30/1957	25/1998
Localidad	Vf. Omu	Vf. Omu	Vf. Omu	Int. Buzau	Vf. Omu	Int. Buzau

EXTREMAS PLUVIOMÉTRICAS (litros/metro cuadrado)

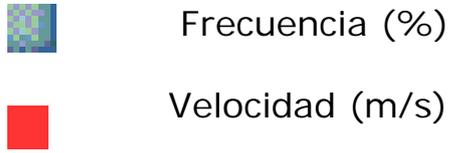
Cantidades máximas de lluvias en 24 horas

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Valor	126.0	115.9	96.5	110.0	137.6	196.0
Día/Año	02/1966	03/1954	12/1981	24/1933	07/2005	03/1988
Localidad	Tarcu	Grivita	Stana de Vale	Paltinis	Targoviste	Balea Lac

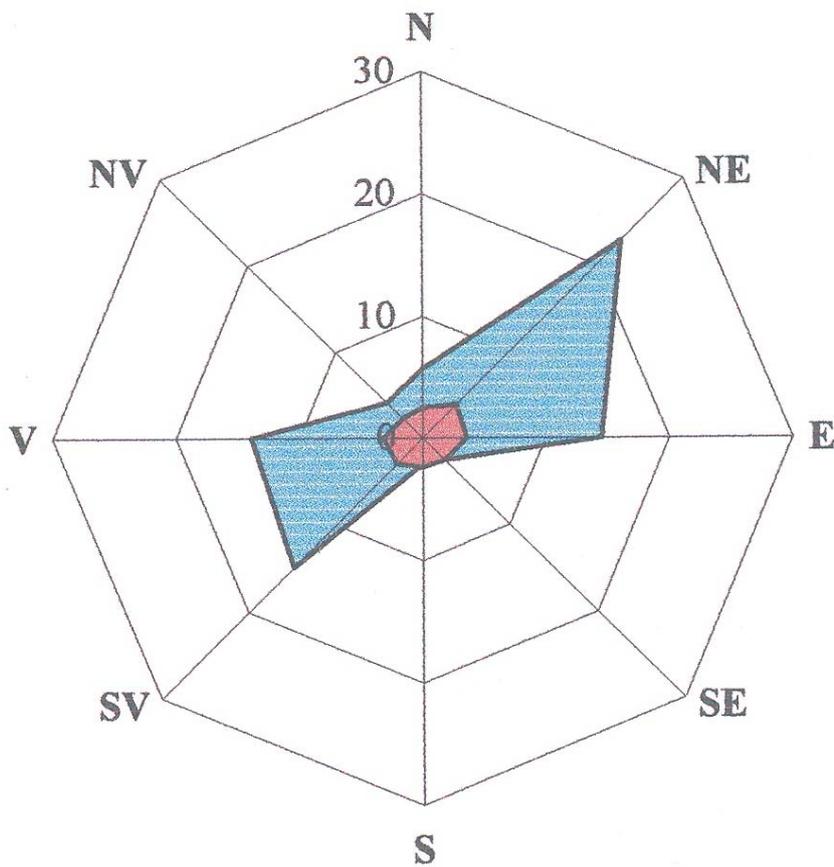
Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Valor	262.0	219.2	161.4	155.6	161.4	137.6
Día/Año	19/1934	30/1924	20/2005	01/1924	07/1937	24/1995
Localidad	Deva	Sulina	Bucuresti-Filaret	Targoviste	Dr.Turnu Severin	Stana de Vale

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO

BUCAREST BANEASA

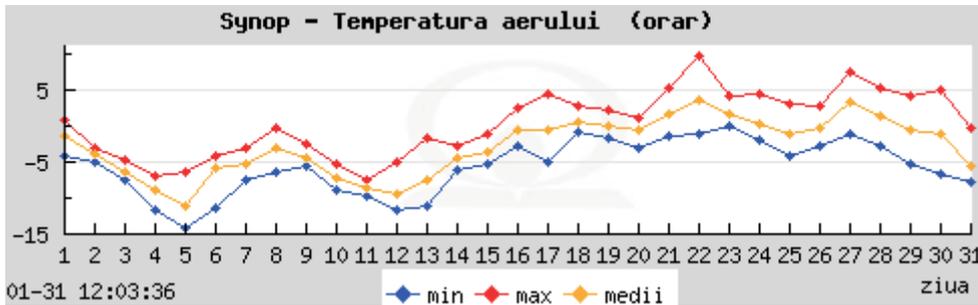


Sin viento = 19,5%

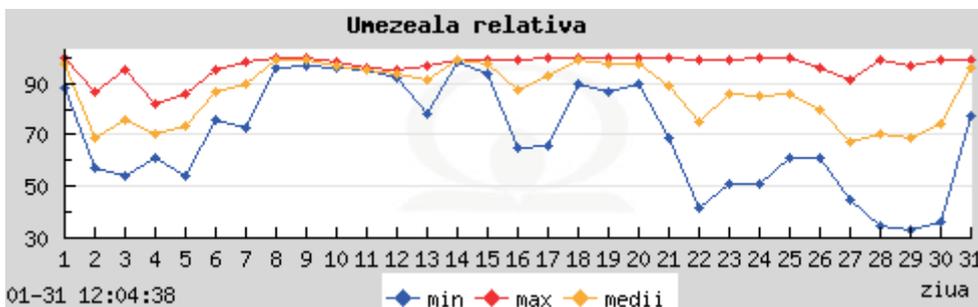


EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

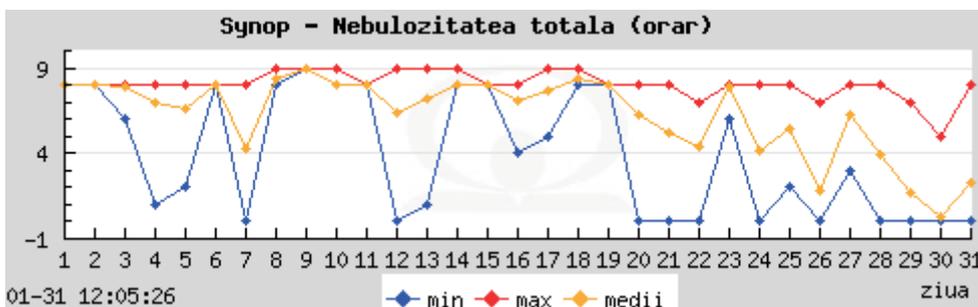
ENERO



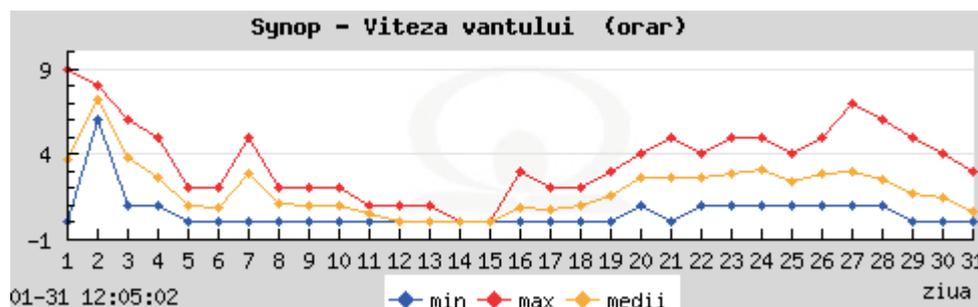
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



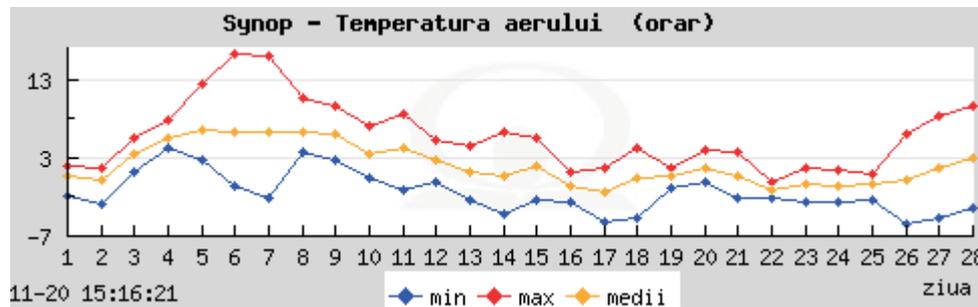
Nebulosidad total



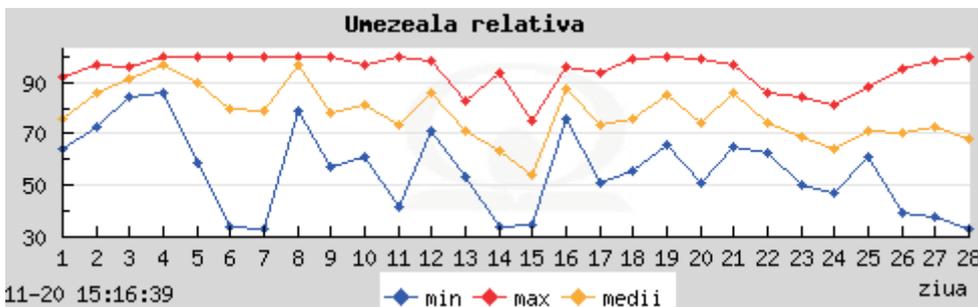
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

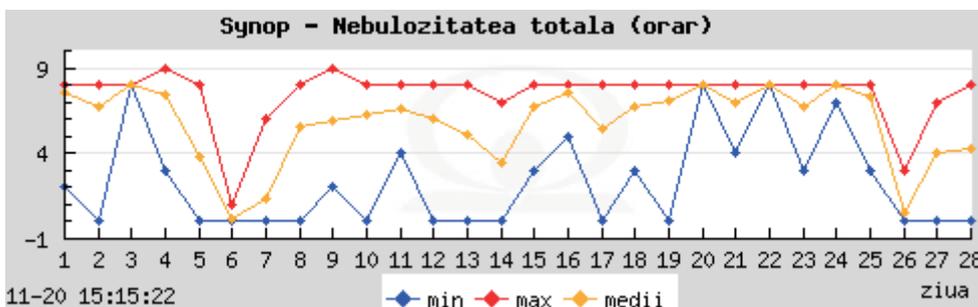
FEBRERO



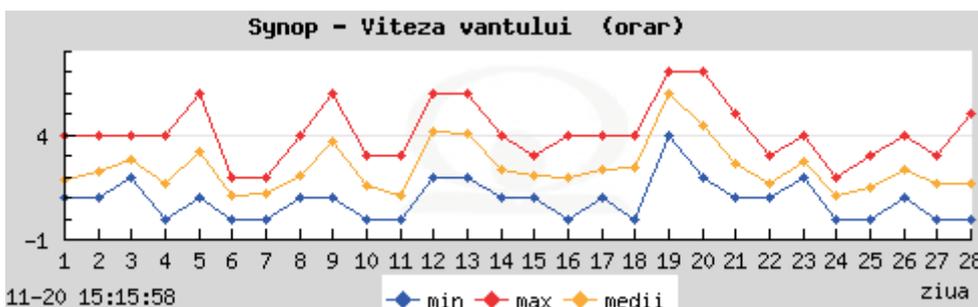
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



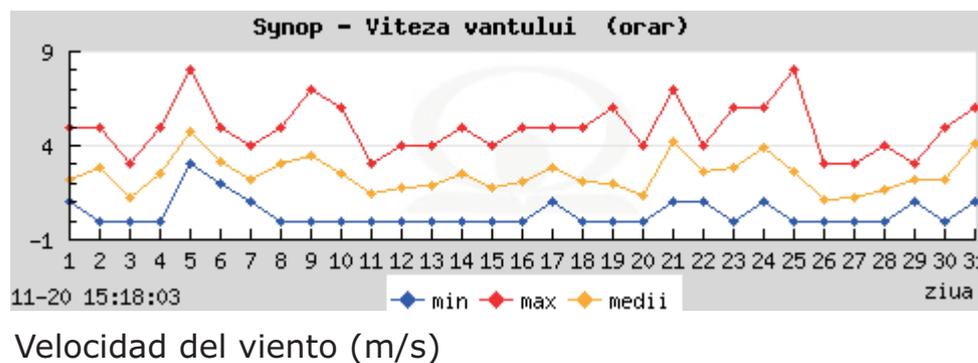
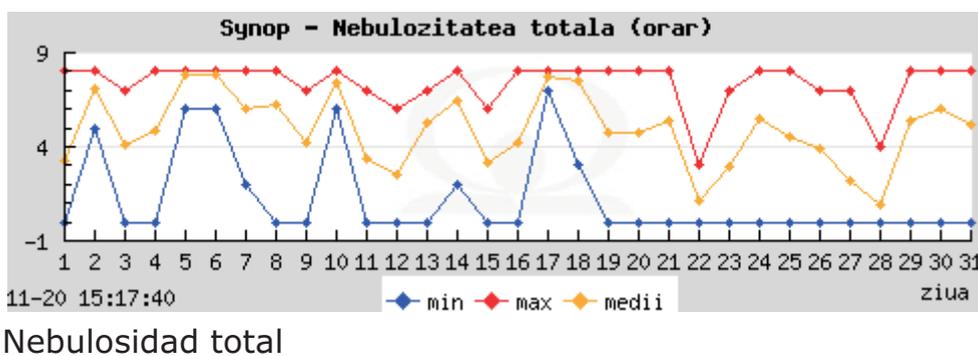
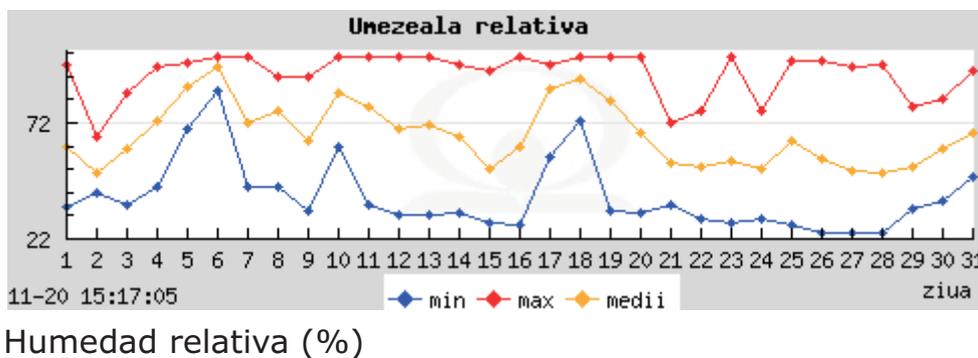
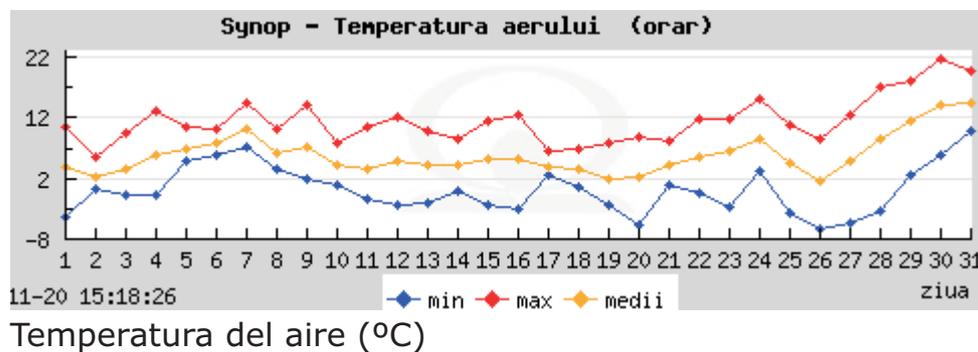
Nebulosidad total



Velocidad del viento (m/s)

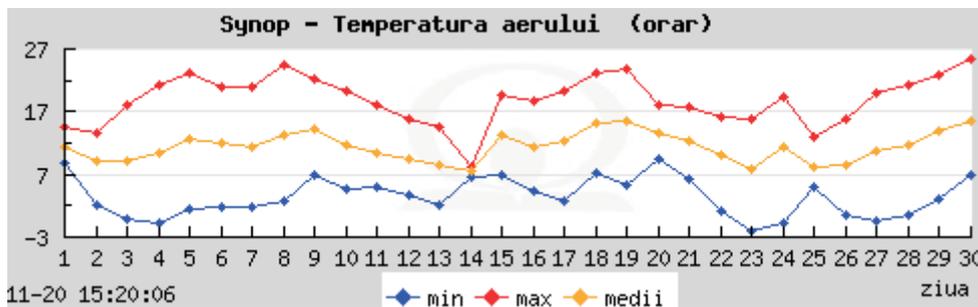
EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

MARZO

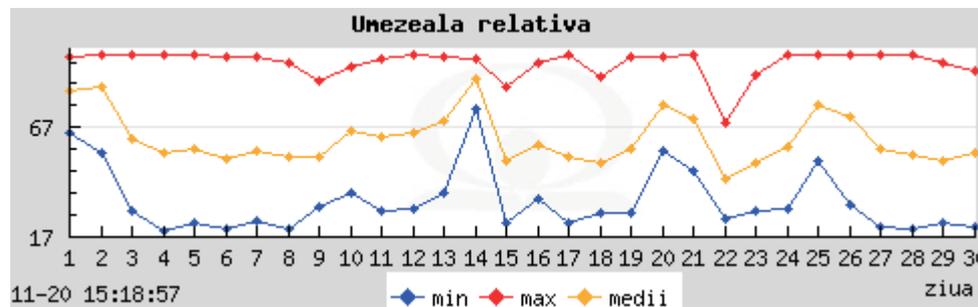


EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

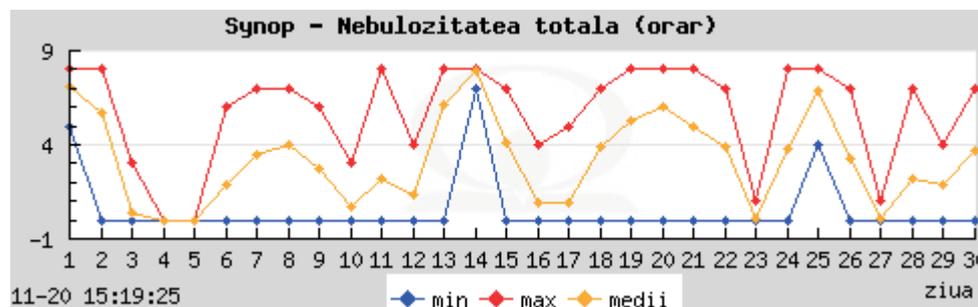
ABRIL



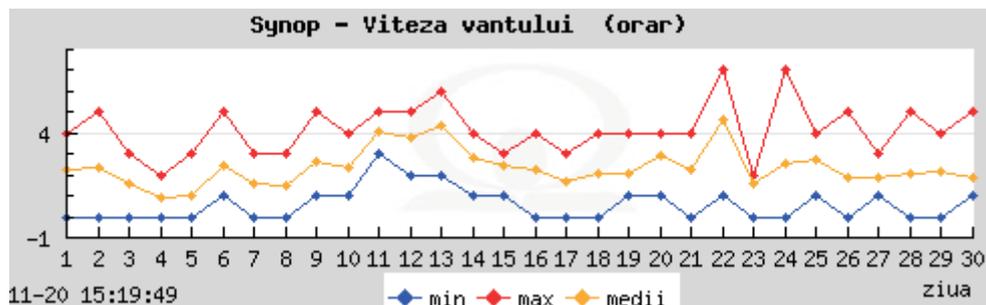
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



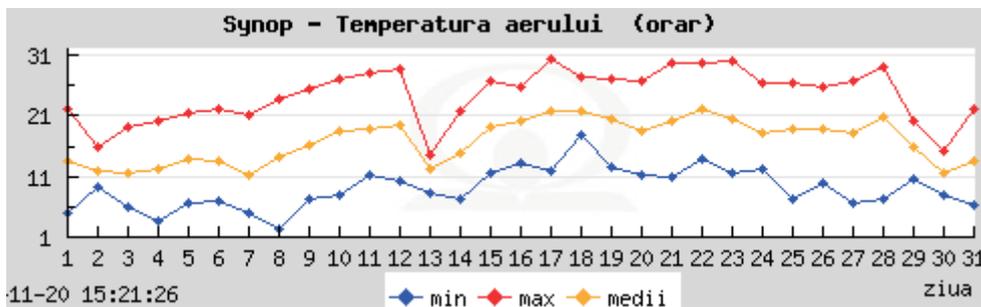
Nebulosidad total



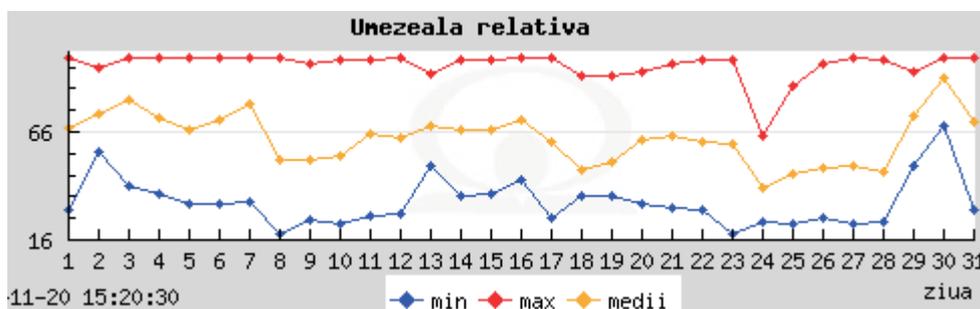
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

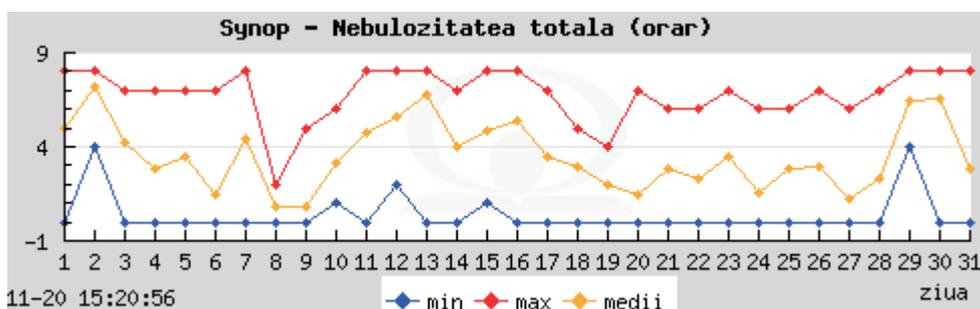
MAYO



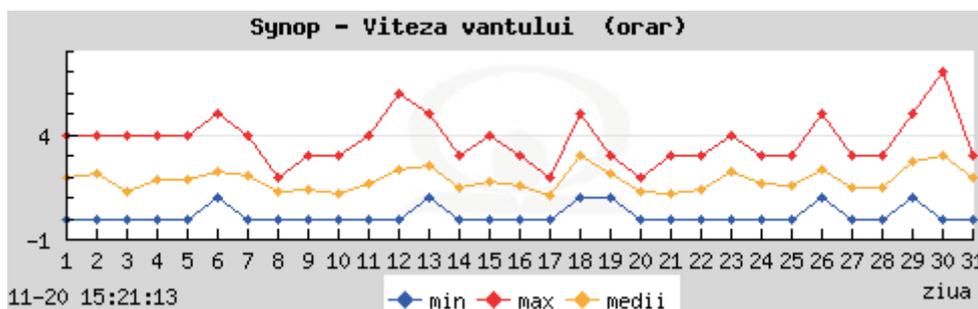
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



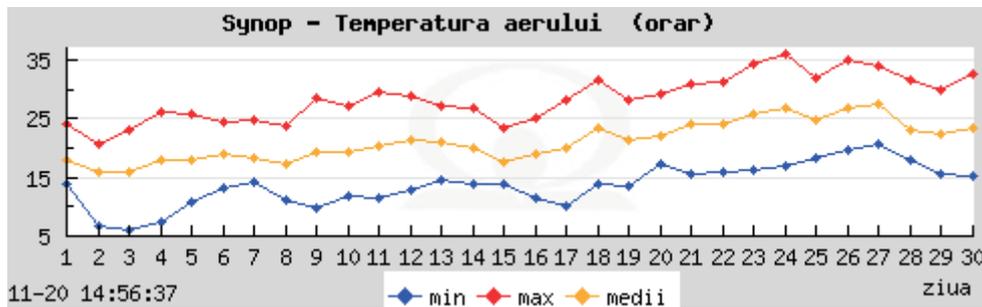
Nebulosidad total



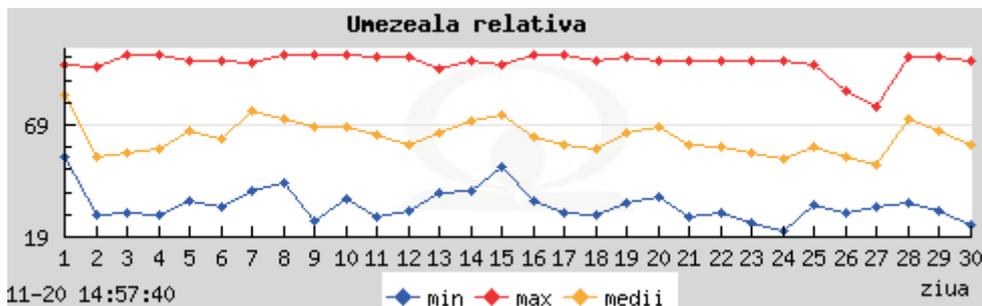
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

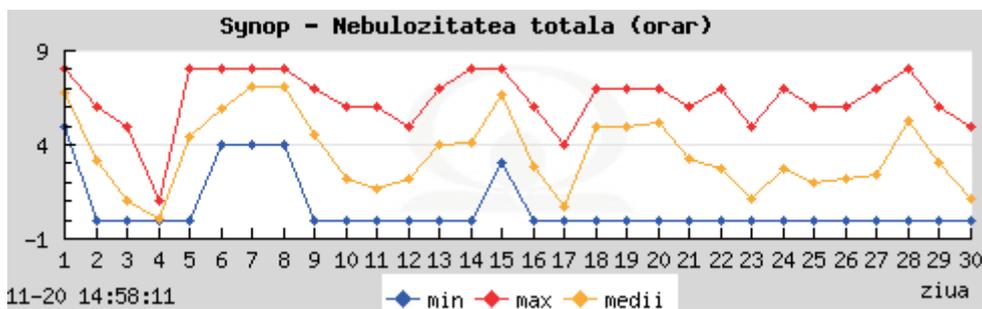
JUNIO



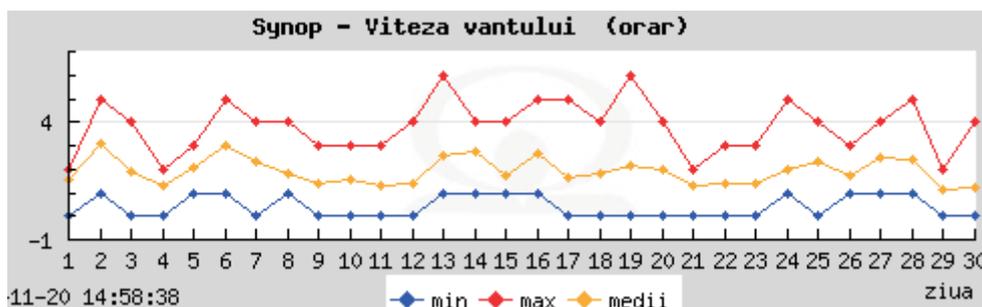
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



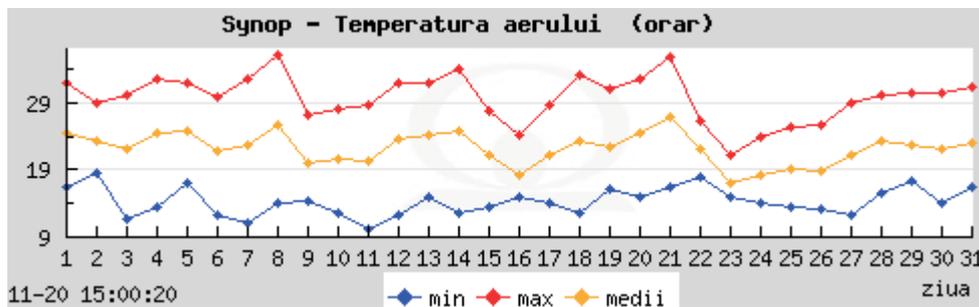
Nebulosidad total



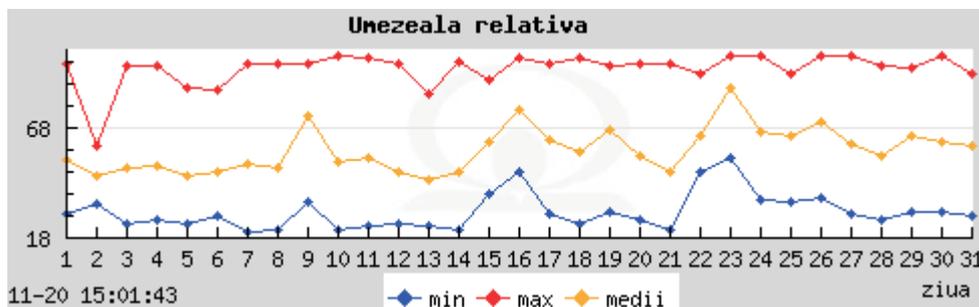
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

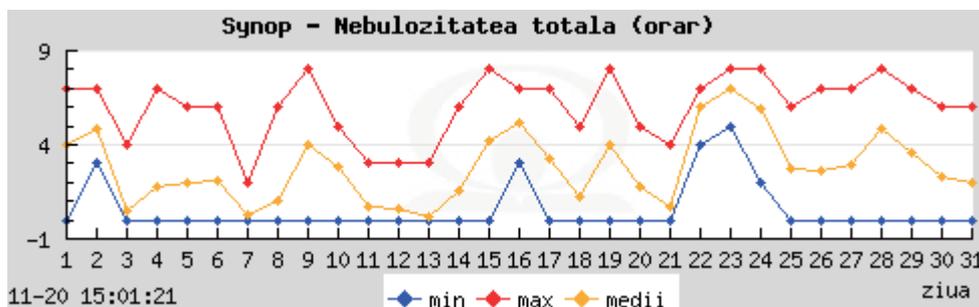
JULIO



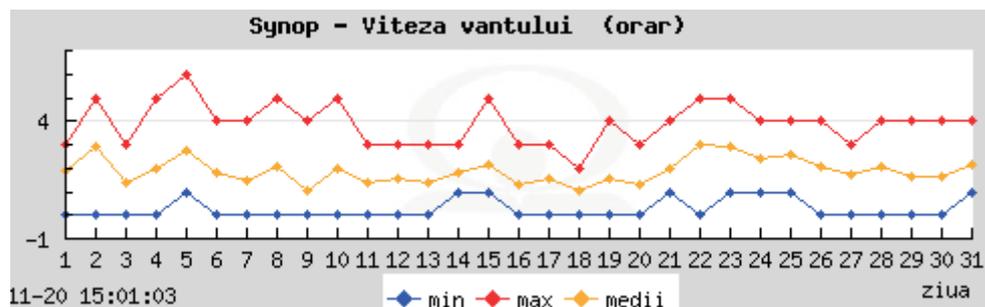
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



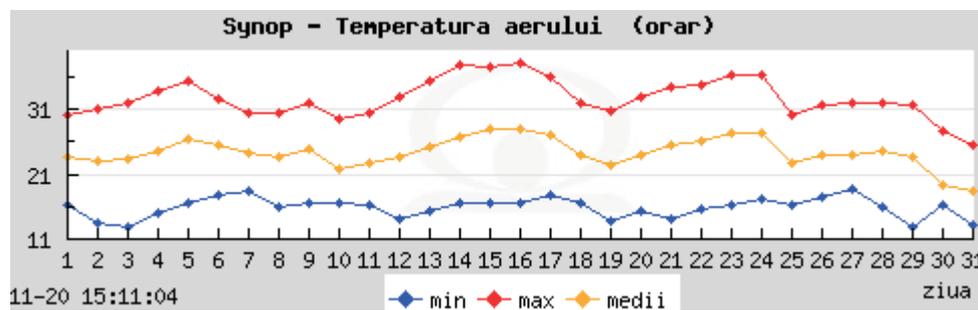
Nebulosidad total



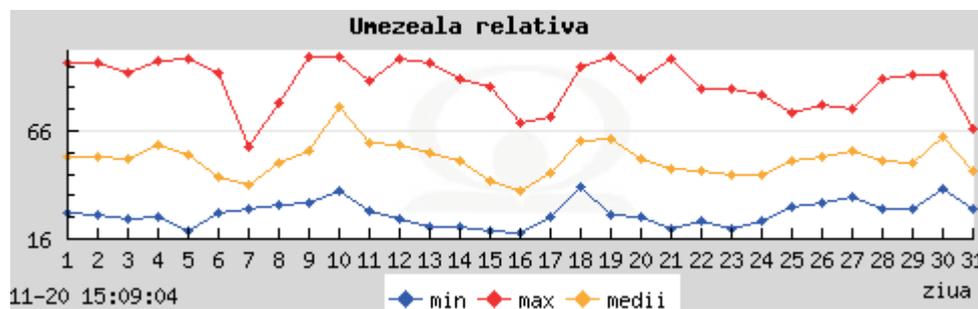
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

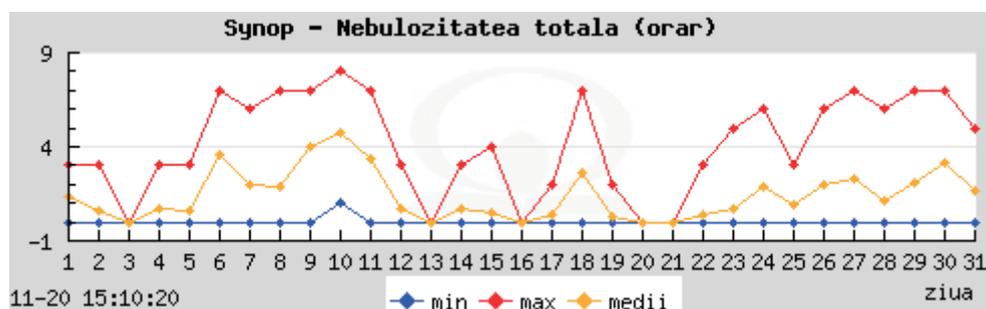
AGOSTO



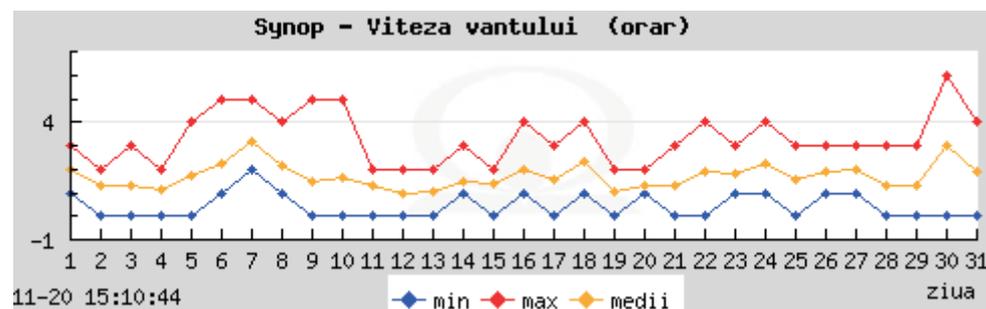
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



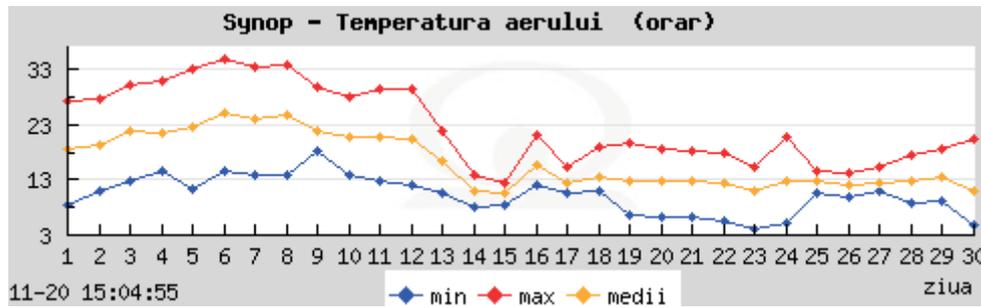
Nebulosidad total



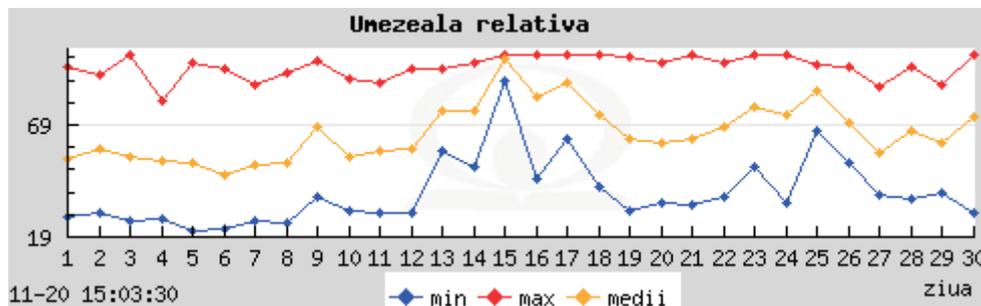
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

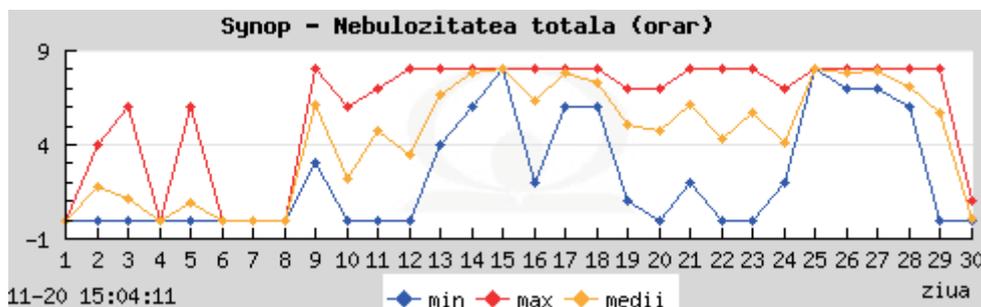
SEPTIEMBRE



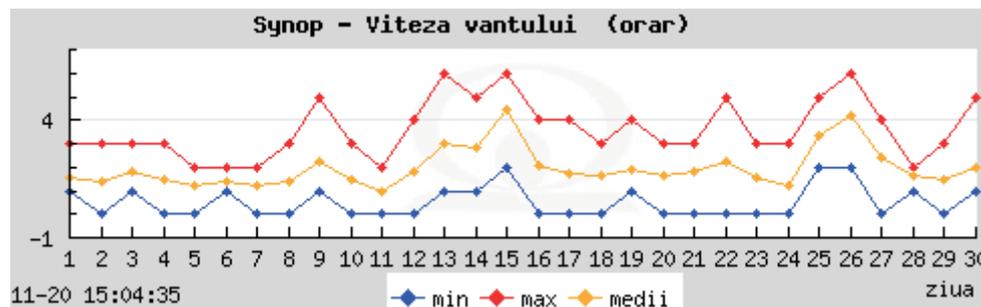
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



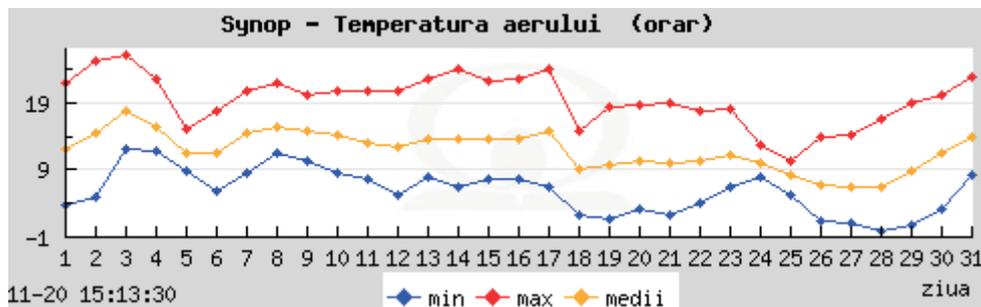
Nebulosidad total



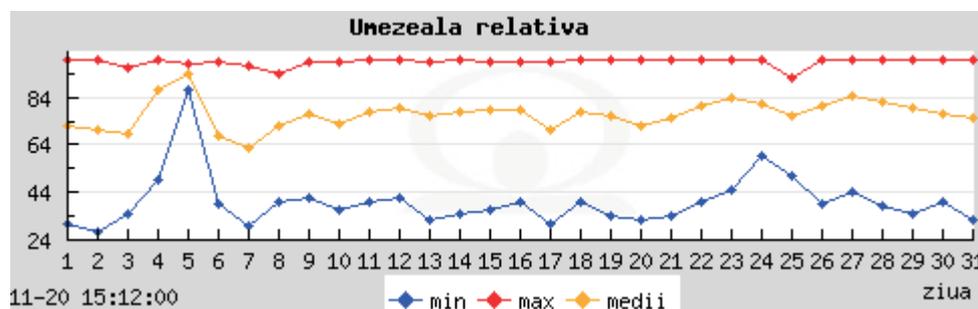
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

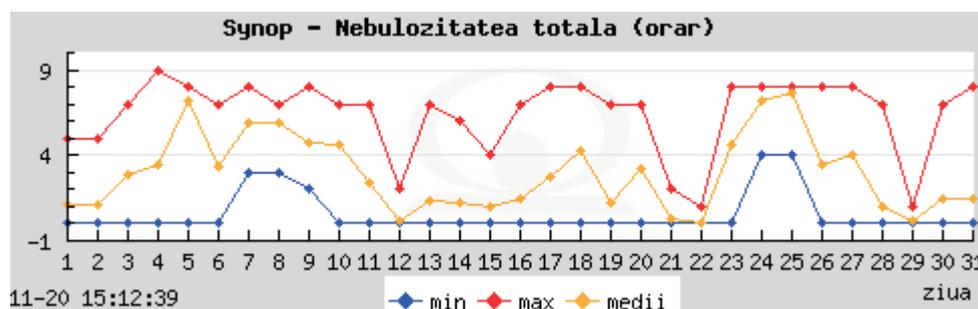
OCTUBRE



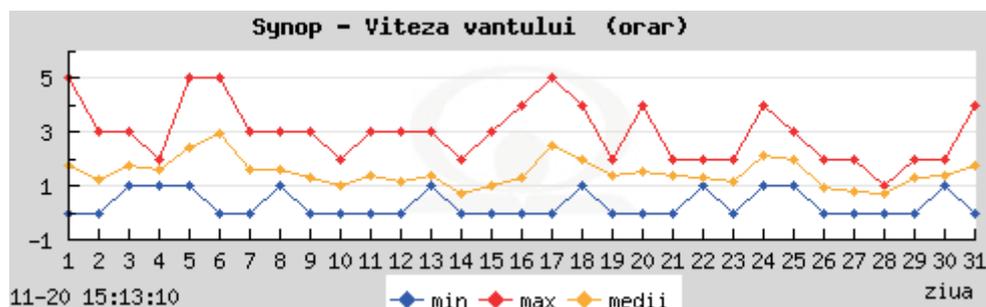
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



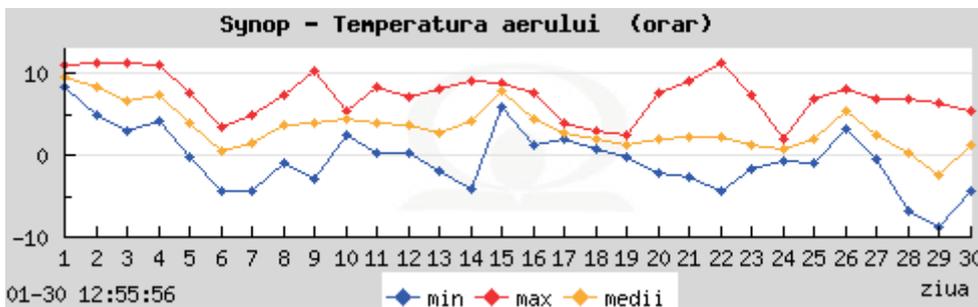
Nebulosidad total



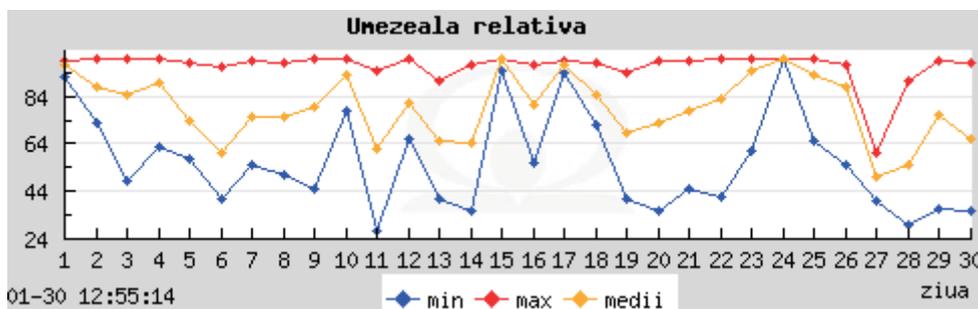
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

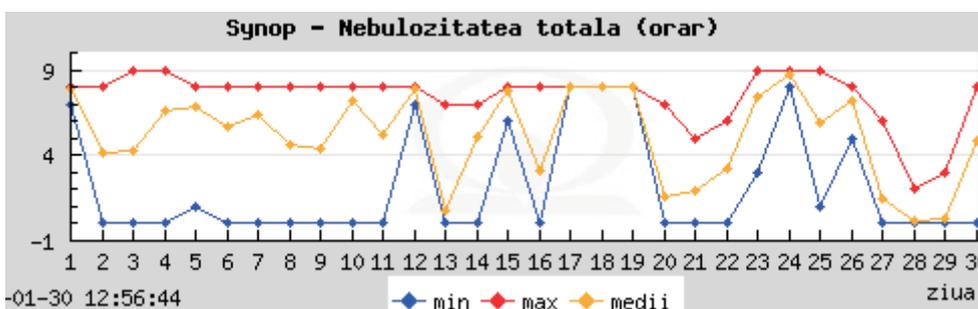
NOVIEMBRE



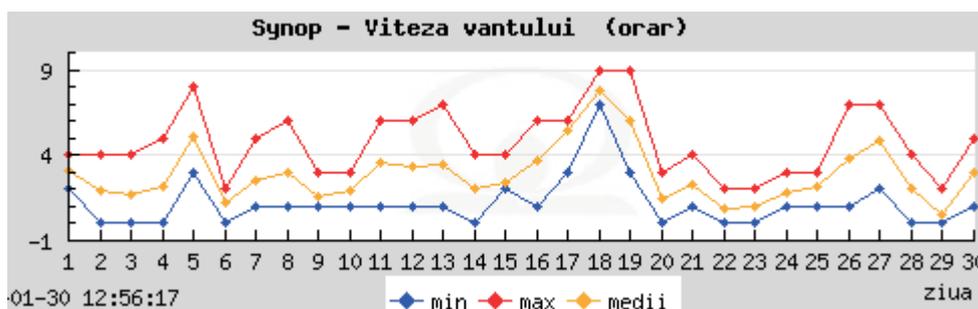
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



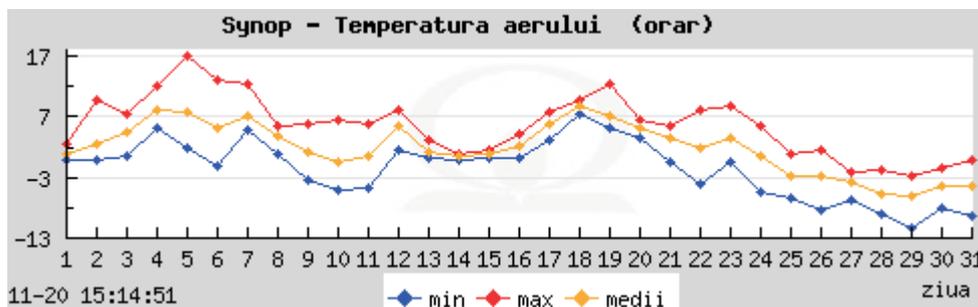
Nebulosidad total



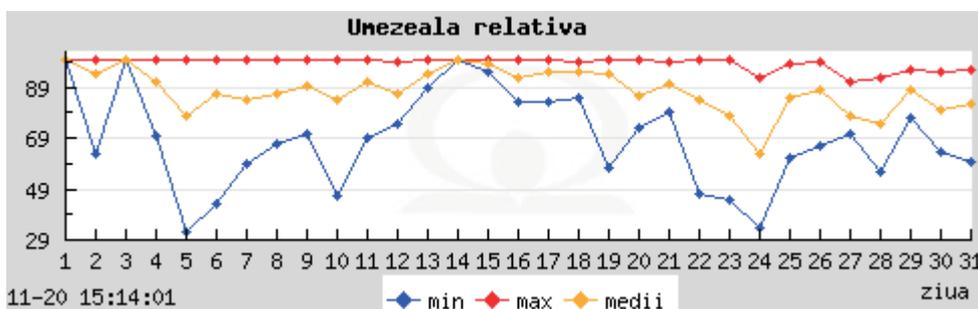
Velocidad del viento (m/s)

EJEMPLOS DATOS MENSUALES BUCAREST- BANEASA

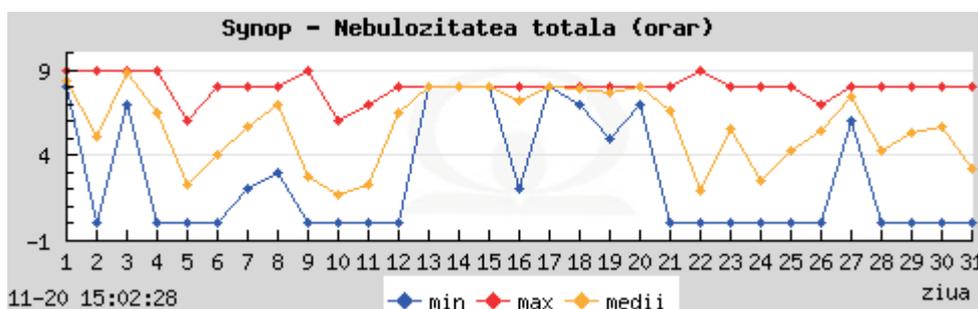
DICIEMBRE



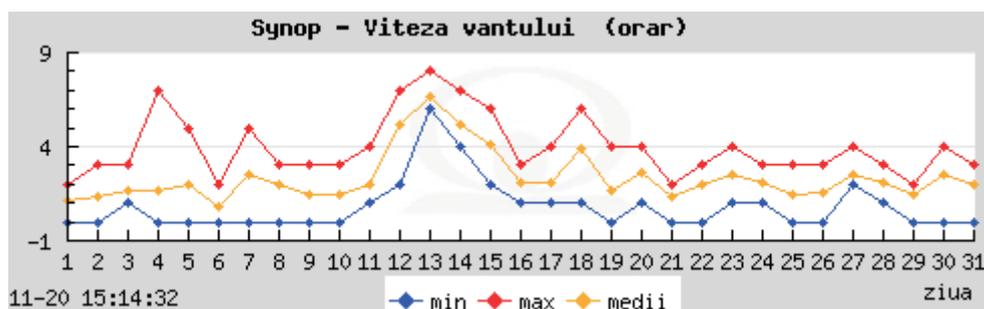
Temperatura del aire (°C)



Humedad relativa (%)



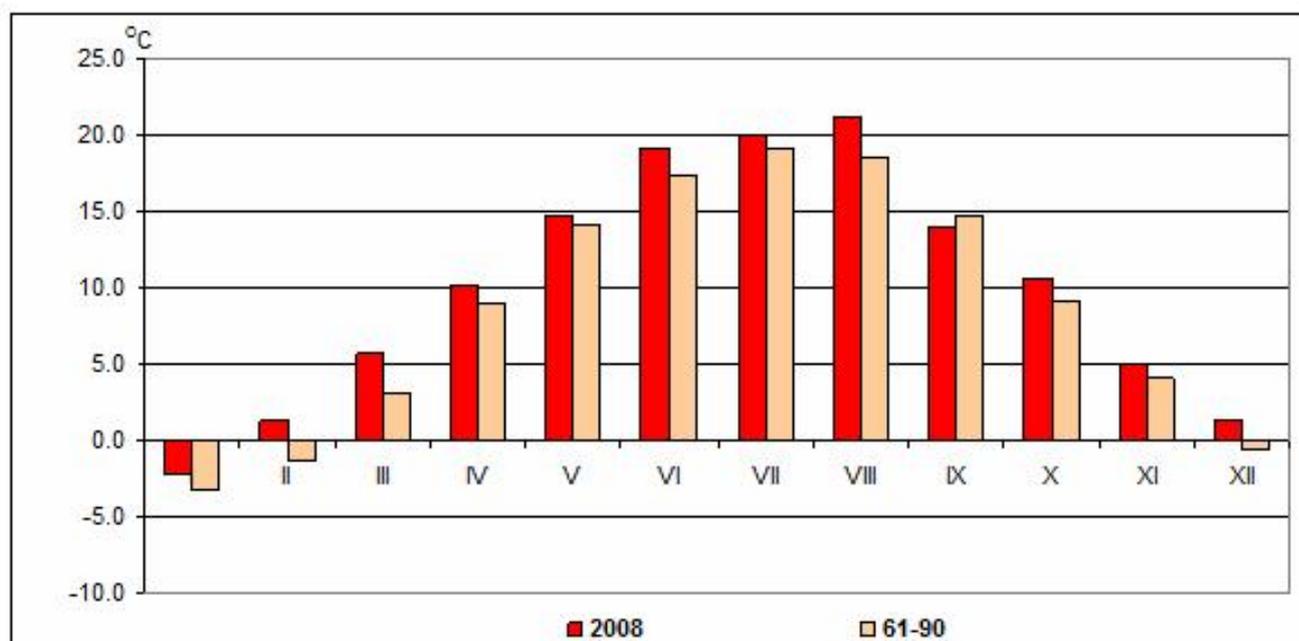
Nebulosidad total



Velocidad del viento (m/s)

CAMBIOS CLIMÁTICOS OBSERVADOS RECIENTEMENTE

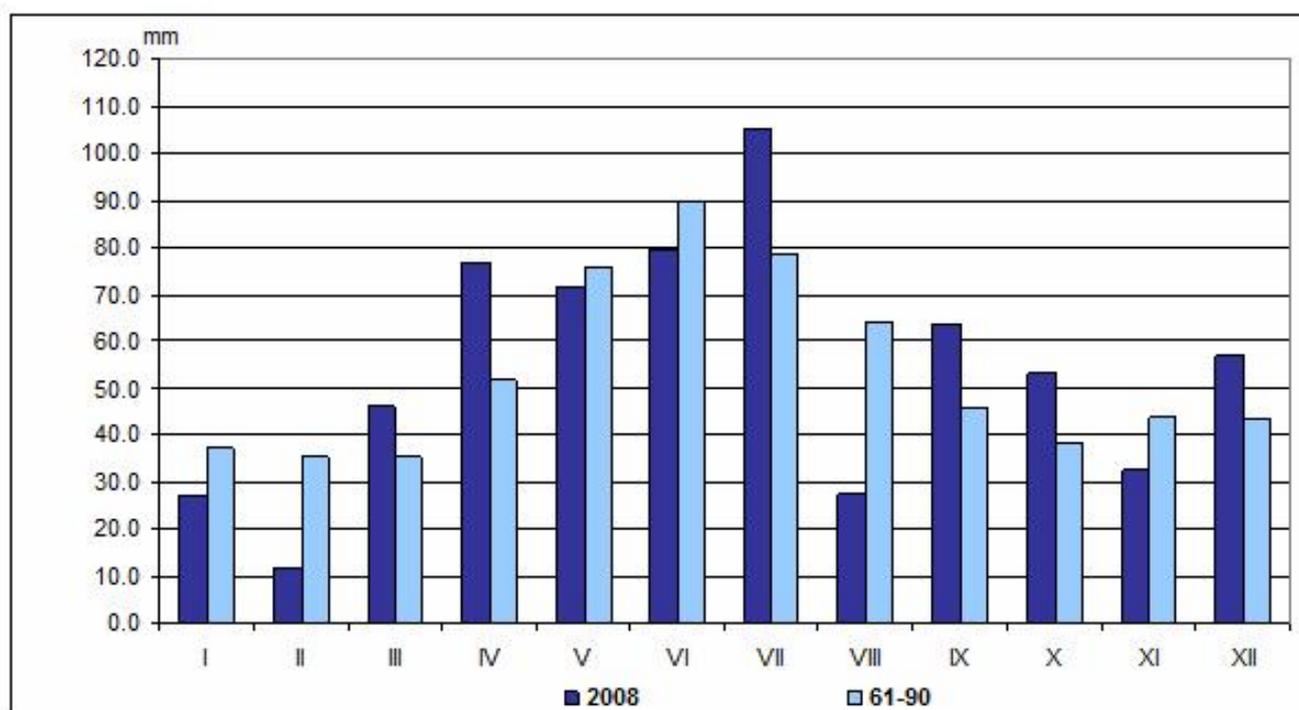
Temperaturas medias mensuales en Rumanía en 2008, comparadas con la normal climatológica 1961-1990



Los estudios realizados por los especialistas en climatología de la Administración Nacional de Meteorología en base a los datos recogidos en 14 de los puntos de control meteo, han puesto en evidencia la intensificación del fenómeno de calentamiento en las últimas décadas.

En 2008, el régimen térmico medio del país ha sido un 1,4°C más elevado que la normal climatológica. Excluyendo el mes de septiembre, 0,7°C más frío, en el resto de los meses las diferencias positivas han sido entre 0,5 y 2,7°C.

Cantidad media mensual de lluvias en Rumanía en 2008, comparadas con la normal climatológica 1961-1990



Al nivel del país entero, la cantidad media de lluvias en 2008 ha sido 674 l/m², equivalente al 5,5% más elevado que el período de referencia.

En los meses con exceso de lluvia, la cantidad ha sido entre 29,9% y 39,8% más elevada que la normal climatológica y en los meses con deficiencia de lluvias, la cantidad ha sido entre 5,4% y 57,3% menor que la normal.

Otros cambios climáticos observados en el período 1961-2007:

- La disminución de la velocidad del viento, tanto al nivel anual, como mensual, más elevada en el este del país y las regiones de montaña.

- El aumento de los intervalos sin lluvias en el sur del país durante el invierno y el oeste durante el verano.
- Un aumento considerable del número de días con lluvias más de 10mm/día (hasta 4 días) en la mitad del norte del país, durante el otoño.
- El aumento de la frecuencia anual de días con escarcha en todas las regiones del país.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

INDICADORES PRINCIPALES DE LA REGLAMENTACIÓN TÉCNICA ACTUAL EN RUMANÍA

La Metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios en vigor desde el 21 de febrero de 2007 viene como respuesta y transpone en Rumanía la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo 2002/91/CE sobre la eficiencia energética de los edificios, en conformidad a la Ley nº 372/2005 sobre la eficiencia energética de los edificios.

La reglamentación técnica tiene como objetivo la definición de un método común de evaluación y certificación de la eficiencia energética tanto de edificios nuevos, como de los existentes, con distintos destinos.

Está dirigida a los ingenieros de construcciones e instalaciones, arquitectos y especialistas en general que trabajan en el campo de la energética de los edificios para la evaluación y mejora de la eficiencia energética de los edificios e instalaciones correspondientes.

En la fecha de la publicación de la Metodología se anulan los siguientes documentos:

- Metodología para auditoria energética de los edificios residenciales existentes y de las instalaciones de calefacción y de agua caliente de consumo MP024-2002
- Normativo para la elaboración y concesión del certificado energético de los edificios existentes NP049-2000.
- Normativo para la realización de la auditoria energética de los edificios existentes y de las instalaciones de calefacción y agua caliente de consumo correspondiente NP047-2000
- Guía para la elaboración y concesión del certificado energético de los edificios existentes GT 037-2002

La metodología establece en sus dos primeras partes la definición de las características higo-termo-energéticas de los elementos componentes de la cubierta del edificio y de las instalaciones y equipamiento, respectivamente. La tercera parte de la metodología establece el método de elaboración de la auditoria energética y del certificado de eficiencia energética del edificio.

Para establecer la eficiencia energética del edificio, se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- Características de los elementos de la envolvente del edificio.
- La antigüedad del edificio.
- La volumetría del edificio: proporción entre superficie de la cubierta y volumen del aire calentado, proporción entre el perímetro construido y la superficie construida y otros.
- La ubicación del edificio en el país y dentro de la ciudad: el efecto de la ubicación y orientación de los edificios, incluyendo los parámetros de clima exterior.
- Los sistemas solares pasivos y elementos de protección solar.
- Las condiciones de ambiente interior.
- Las condiciones de iluminación natural.
- El destino, la función y el régimen de uso del edificio.

La reglamentación técnica establece los requerimientos de eficiencia y los valores normados/ valores de referencia de los niveles de eficiencia térmica de los edificios y de los elementos de construcción que forman parte de la cubierta.

La auditoria energética de un edificio tiene como objetivo la identificación de las principales características térmicas y energéticas del edificio y de las instalaciones correspondientes y la definición desde un punto de vista técnico y económico de las medidas de rehabilitación térmica y energética del edificio y las instalaciones, en base a los resultados obtenidos a través del análisis térmico y energético del mismo.

El certificado de eficiencia energética de un edificio tiene como objetivo la presentación en una forma sintética de la eficiencia energética de un edificio, detallando las principales características del edificio y las instalaciones correspondientes, que resultan de un análisis térmico y energético.

Evaluación del rendimiento energético de los edificios

La evaluación del rendimiento energético de un edificio se refiere a la identificación del grado de protección térmica del edificio y de la eficiencia energética de las instalaciones correspondientes. Está enfocado principalmente en:

- El estudio preliminar del edificio y las instalaciones correspondientes.
- La identificación del rendimiento energético del edificio y de las instalaciones, tanto como el gasto anual de energía para calefacción de los espacios, ventilación, climatización, iluminación y agua caliente sanitaria.
- Las conclusiones del auditor sobre la evaluación.

El estudio preliminar del edificio se refiere a los siguientes detalles:

1. Análisis del libro técnico del edificio, en concreto de la documentación a base de la construcción del edificio e instalaciones.
2. Análisis de los elementos característicos sobre la ubicación del edificio en el medio construido.
 - zona climática donde está ubicado
 - orientación en los puntos cardinales
 - distancia hasta los edificios vecinos
 - la dirección de los vientos dominantes y el grado de albergo
 - el régimen de altura de edificios separados a través de encajes.
3. Evaluación del estado actual del edificio e instalaciones en comparación con el diseño original (libro técnico del edificio)

4. Pruebas físicas para establecer el tipo de suelo, tamaño de elementos de construcción, propiedades físicas de los elementos exteriores y el grado de alteración de los materiales.

Los más importantes índices de la eficiencia económica de las soluciones técnicas de rehabilitación/ mejora de edificios existentes son:

- El coste neto actualizado de la inversión de rehabilitación y ahorro de energía después de la rehabilitación.
- El tiempo para la amortización de la inversión (años).
- El coste de energía ahorrada, como proporción entre el coste de la inversión y los ahorros de energía durante el período de amortización.

En función de los índices económicos mencionados, se elegirán aquellas medidas de rehabilitación caracterizadas por:

- La solución con menores emisiones de CO₂ equivalentes con un coste asumible.
- coste neto con valores negativos para el período de vida estimado para las medidas de rehabilitación,
- el menor tiempo de amortización, también limitado por el inversor o motivos técnicos (como el período de vida de las mejoras),
- el menor coste de energía ahorrada, siempre menor que el coste de la unidad de calefacción al tiempo de la inversión.

El efecto de las mejoras sobre el gasto de energía del edificio

El gasto de energía de los edificios, aparte de los parámetros térmicos del edificio y la cualidad de las instalaciones, depende de la importancia de los espacios con calefacción, del ambiente (clima y vecindad), de las opciones de los habitantes en cuanto al confort y ahorro y de la capacidad de intervención

sobre las instalaciones, que corresponden al control y sistematización.

El efecto de cada medida de rehabilitación energética tomada se calcula a través de la estimación del gasto anual normal de energía para el escenario de la implementación de la medida y su relación con el gasto anual normal de energía estimado para el edificio en su estado inicial, como resultado del análisis térmico y energético del edificio.

La certificación energética de los edificios representa la actividad de clasificación energética de los edificios en clases de eficiencia energética y de medio ambiente, de notar el edificio desde el punto de vista energético y de la preparación del certificado de eficiencia energética.

La preparación del certificado de eficiencia energética de un edificio supone las siguientes etapas:

1. La evaluación de la eficiencia energética del edificio en condiciones normales de uso, según las características del sistema de construcción.
2. La definición del edificio de referencia correspondiente al edificio real y la evaluación de la eficiencia energética de éste.
3. La clasificación del edificio según la clase de eficiencia energética y de medio ambiente.
4. Notar el edificio desde el punto de vista energético.
5. La preparación del certificado de eficiencia energética del edificio.

La valoración energética de un edificio se efectúa en función del gasto específico anual normado de calor estimado en base al análisis térmico y energético del edificio, según la Metodología presente, en relación a la tabla de clasificación para el tipo de edificio estudiado.

En la tabla de clasificación energética figuran: calefacción de los espacios, ventilación / climatización, agua caliente de consumo, iluminación y consumo específico total.

Las principales etapas necesarias para la valoración de los edificios son:

- Establecer las características energéticas de los edificios estudiados y del dominio de valoración energética.
- Establecer la escala energética del edificio, con los valores del consumo específico de calor, en función del dominio de valoración establecido.
- Determinar los valores del consumo anual específico de energía del edificio estudiado y del edificio de referencia.
- Determinar el valor energético en función del gasto específico anual de energía estimado del edificio estudiado.

El edificio de referencia es un edificio virtual con las siguientes características generales:

- la misma forma geométrica, volumen y superficie total que el edificio estudiado;
- la superficie de los elementos de construcción transparentes es la misma que la del edificio de viviendas estudiado;
- las resistencias térmicas corregidas de los elementos de construcción de la cubierta tienen los valores mínimos normados;
- la absorptividad de la radiación solar de los elementos de construcción opacos es la misma que en el edificio estudiado;
- el factor óptico de los elementos de construcción exteriores transparentes es 0,26;
- los factores de soleamiento ambiente tienen el mismo valor que el edificio real;
- el número de renovaciones del aire del espacio con calefacción es de 0,5/hora, teniendo en cuenta cerramientos estancos y ventilación controlada;
- la fuente de calefacción y agua caliente de consumo es centralizada de barrio o central térmica propia con gas;
- el sistema de calefacción es tipo central con radiadores fijos, con dimensiones de conformidad a la reglamentación técnica en función;

- la instalación de calefacción interna está prevista con elementos de control térmico e hidráulico, tanto al nivel inferior de las columnas de distribución, como en cada radiador fijo;
- en el caso de la fuente de calefacción centralizada, la instalación interior tiene previsto contador de calor general para calefacción y agua caliente;
- el rendimiento de la central térmica es característico a los equipamiento modernos;
- las columnas de distribución que atraviesan espacios sin calefacción tienen aislamiento térmico con una conductividad térmica $\lambda_{iz} \leq 0,05$ W/mK y grueso de 75% del diámetro de la columna;
- el consumo de energía para la climatización de los espacios se calcula teniendo en cuenta la ventilación natural o mecánica durante la noche.

SOLUCIONES TÉCNICAS RECOMENDADAS PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES

(Carácter informativo)

Las intervenciones que se tienen en cuenta para la rehabilitación energética de un edificio se clasifican en dos principales categorías:

- Intervenciones en la parte constructiva;
- Intervenciones en las instalaciones de calefacción del edificio.

Intervenciones en la parte constructiva

1. Mejora del aislamiento térmico de:

1.1. Los elementos de construcción opacos horizontales

- Aislamiento térmico de la losa de la cubierta
- Aislamiento térmico de la losa del ático
- Aislamiento térmico de la losa sobre el sótano
- Aislamiento térmico de la losa sobre el terreno

1.2. Los elementos de construcción opacos verticales

- Aislamiento térmico de los muros exteriores, en el exterior
- Aislamiento térmico de los muros exteriores, en el interior

1.3. Los elementos de construcción perimetrales

- Paredes adyacentes a los encajes entre paneles
- Paredes exteriores verticales y/o inclinados
- Losas que separan el volumen calentado del exterior;
- Losas de hormigón armado sobre espacios sin calefacción;
- Puertas exteriores o hacia espacios sin calefacción.

1.4. Mejora término técnica de los huecos, a través de:

- Reparación de la carpintería existente;
- Recambio de la carpintería existente por unas nuevas y eficientes;
- Instalación de elementos termoaislantes móviles exteriores.
- Incorporación de elementos de protección solar para el verano.

2. Mejora del estancamiento de los cerramientos, en los encajes con los elementos exteriores móviles de los espacios con calefacción y los espacios sin calefacción.

Intervenciones en las instalaciones de calefacción del edificio

1. En relación con la producción de calor, en el caso de los edificios con sistema propio de calefacción:
 - Recambio de los equipos generadores antiguos o disfuncionales;

- Ajustar la capacidad de las fuentes de calor en la central térmica;
 - Sustitución parcial o total del método de calefacción y empleo de las técnicas específicas.
2. En relación con la distribución del agente térmico:
- Aislamiento térmico de las columnas de distribución en los espacios sin calefacción;
 - Separación de circuitos con parámetros distintos;
 - Mejora de la distribución de presiones.
 - Evitar fugas.
3. Al nivel del consumidor (los espacios con calefacción y los puntos de consumo etc):
- Instalar grifos termostáticos en los radiadores fijos y sistemas de distribución individual.
 - Mejorar las condiciones regulación y control de los equipos.

LISTA DE LOS DIBUJOS

A.3.1 Losa de la cubierta

1. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada sobre el hormigón de nivel existente. Hidroaislamiento nuevo. La pared exterior solo tiene aislamiento térmico en la zona del ático.
2. Capa de aislamiento térmico nueva de paneles de polistireno extrusionado, instaladas sobre el hidro aislamiento existente.
3. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada sobre la losa de hormigón armado existente. Hormigón de nivel y capa hidro aislante nuevos.
4. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada sobre el hidroaislamiento existente. Capa hidro aislante nueva.

A.3.2 Losa del ático

5. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada sobre la losa de hormigón armado existente. Capa de protección de mortero. Parapeto alto.
6. Capa de aislamiento térmico nueva instalada sobre la losa de hormigón armado existente. Capa de protección de relleno termoaislante, reutilizada en parte. Parapeto alto.
7. Capa de aislamiento térmico nueva instalada sobre la protección existente del relleno termoaislante existente. Parapeto bajo, cubierto con aislamiento térmico. La pared exterior aislado solamente en la zona del alero.
8. Capa de aislamiento térmico nueva instalada sobre la losa de hormigón armado existente. Sin parapeto, la viga del ático está instalada directamente sobre la losa.

A.3.3 Losa sobre el sótano

9. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada en el techo del sótano y el interior del zócalo. Suelo existente, sin aislamiento térmico.
10. Capa de aislamiento térmico nueva de espuma de poliuretano, instalada en el techo del sótano. El suelo existente está instalado sobre una capa de pobre aislamiento térmico. La pared exterior solo lleva aislamiento en el zócalo.
11. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada en el interior del zócalo. Suelo existente instalado sobre una capa de pobre aislamiento térmico.
12. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada sobre el suelo existente. Capa de aislamiento térmico existente en el techo del sótano, de paneles de hormigón celular instaladas sobre la losa de hormigón armado – caso de pobre aislamiento.

A.3.4. Losa sobre el terreno

13. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada sobre la losa de hormigón armado existente, después de quitar el revestimiento del suelo.
14. Capa de aislamiento térmico existente entre la losa de hormigón armado y el suelo. Sin capa termoaislante nueva.
15. Sin capa de aislamiento térmico, tanto existente, como nueva.
16. Capa de aislamiento térmico nueva, instalada sobre el suelo existente. El zócalo está en el mismo plano que la pared exterior.

A.3.5. Muros exteriores

17. Aislamiento térmico de las esquinas y del intradós de la ventana. Carpintería de madera simple, nueva. Sección horizontal.
18. Aislamiento térmico del muro de resistencia de hormigón armado, existente entre dos balcones adyacentes. Sección horizontal.
19. Aislamiento térmico de las cumbreras de hormigón armado. Carpintería de madera doble, nueva. Sección vertical.
20. Aislamiento térmico de la losa de hormigón armado existente entre dos balcones sobrepuestas. Sección vertical.
21. Aislamiento térmico del muro exterior en la zona de las vigas de hormigón armado. Sección vertical.
22. Aislamiento térmico del muro exterior en la zona de las losas del balcón. Sección vertical.

LEYENDA DE LOS MATERIALES

Materiales existentes antes de la rehabilitación:

1. Hormigón armado

2. Ladrillos llenos
3. Ladrillos de hormigón celular
4. Capas armadas o placas de hormigón celular
5. Losas prefabricadas de hormigón armado
6. Mortero o enlucido de cemento
7. Hormigón simple
8. Capa aislante térmica
9. Relleno aislante térmico
10. Hidroaislamiento

Materiales instalados en la rehabilitación:

11. Capa aislante térmica eficiente (polistireno expandido, lana de roca etc)
12. Capa aislante térmica de polistireno extrusionado
13. Capa aislante térmica de poliuretano
14. Relleno termo aislante
15. Hormigón de nivel
16. Capa de protección
17. Mortero
18. Mortero y revestimiento
19. Hidroaislamiento
20. Chapa de zinc

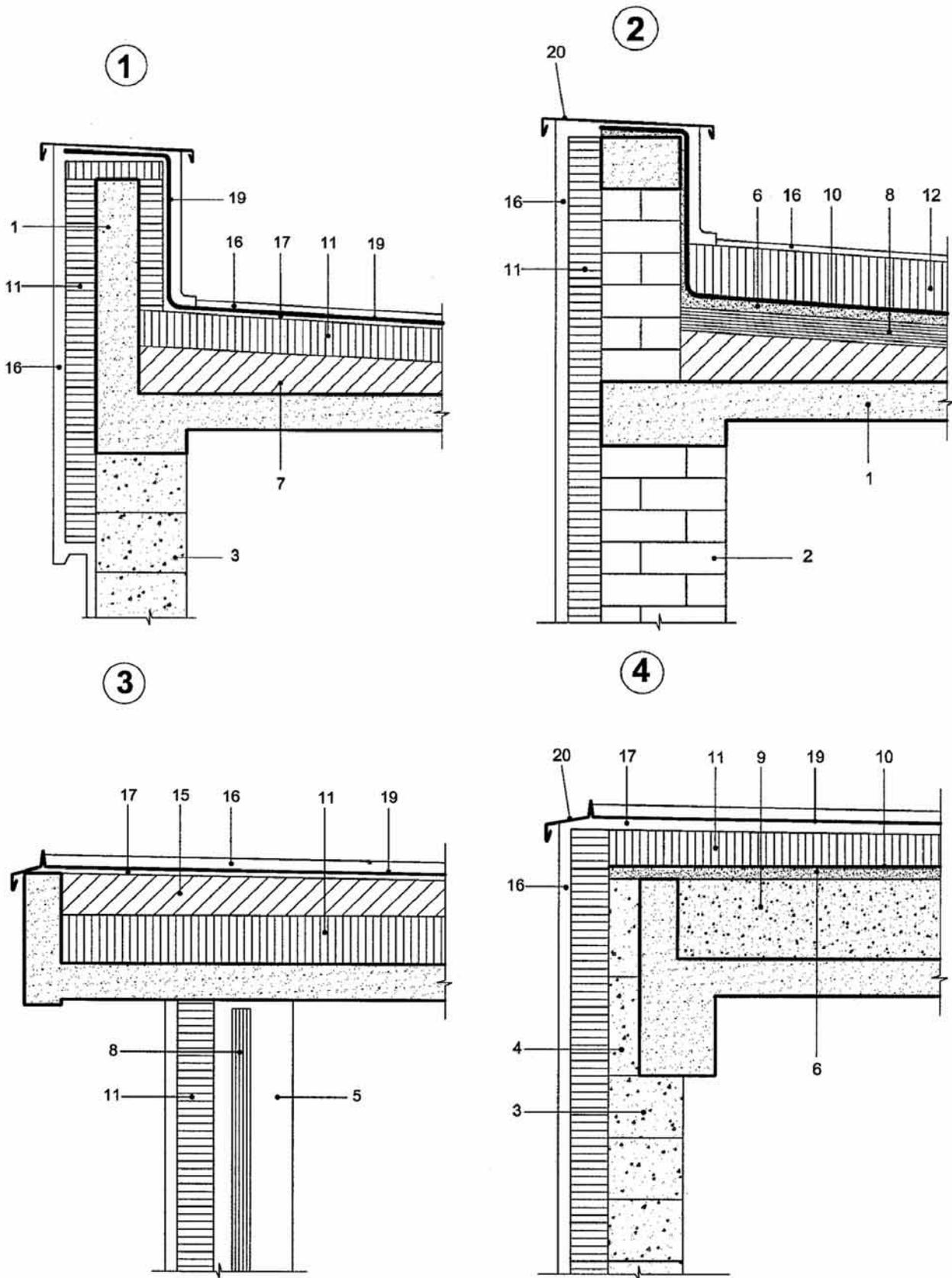


Fig. A3.1 –PLANȘEU TERASĂ

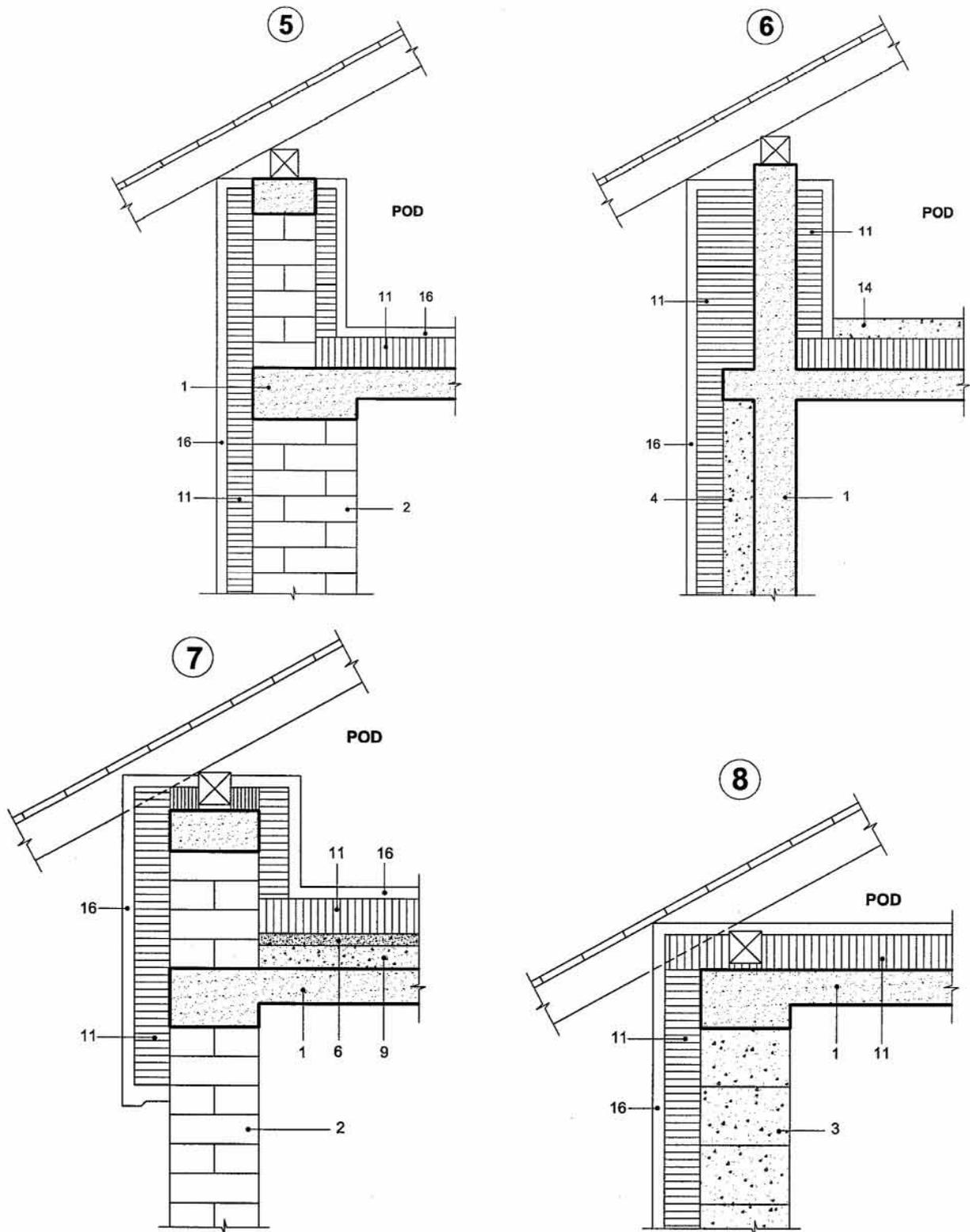


Fig. A3.2 –PLANȘEU POD

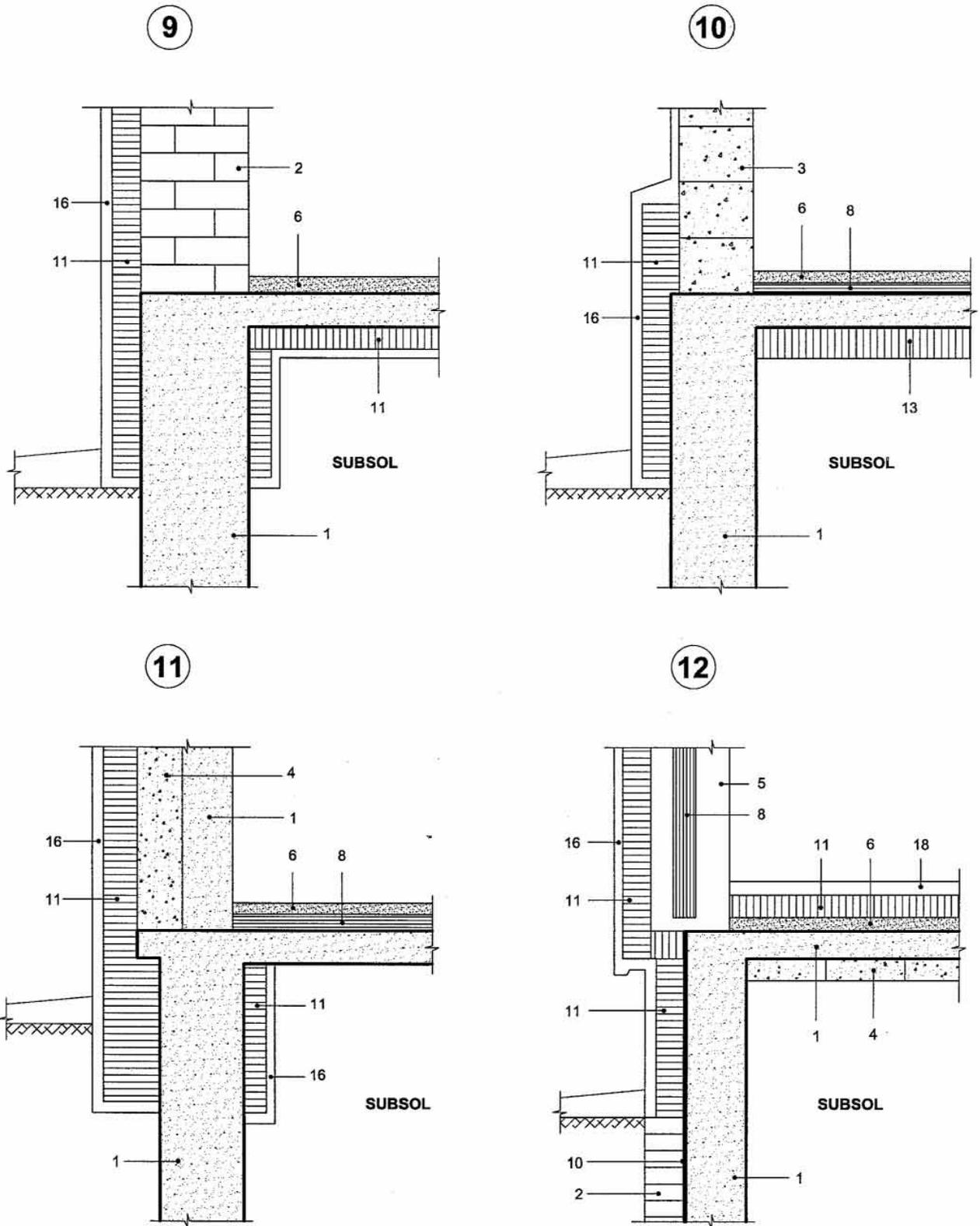


Fig. A3.3 –PLANȘEU PESTE SUBSOL

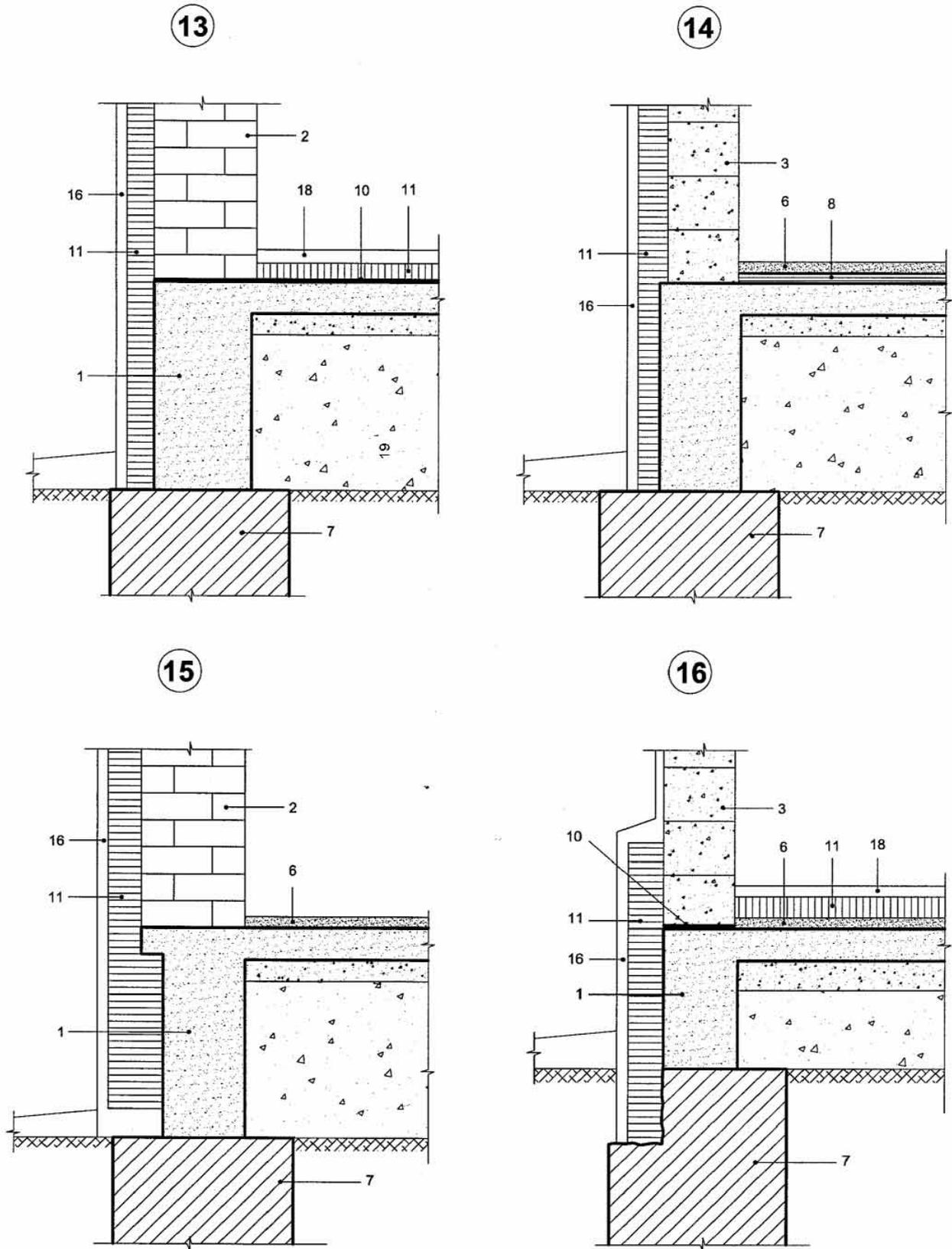


Fig. A3.4 – PLACĂ PE SOL

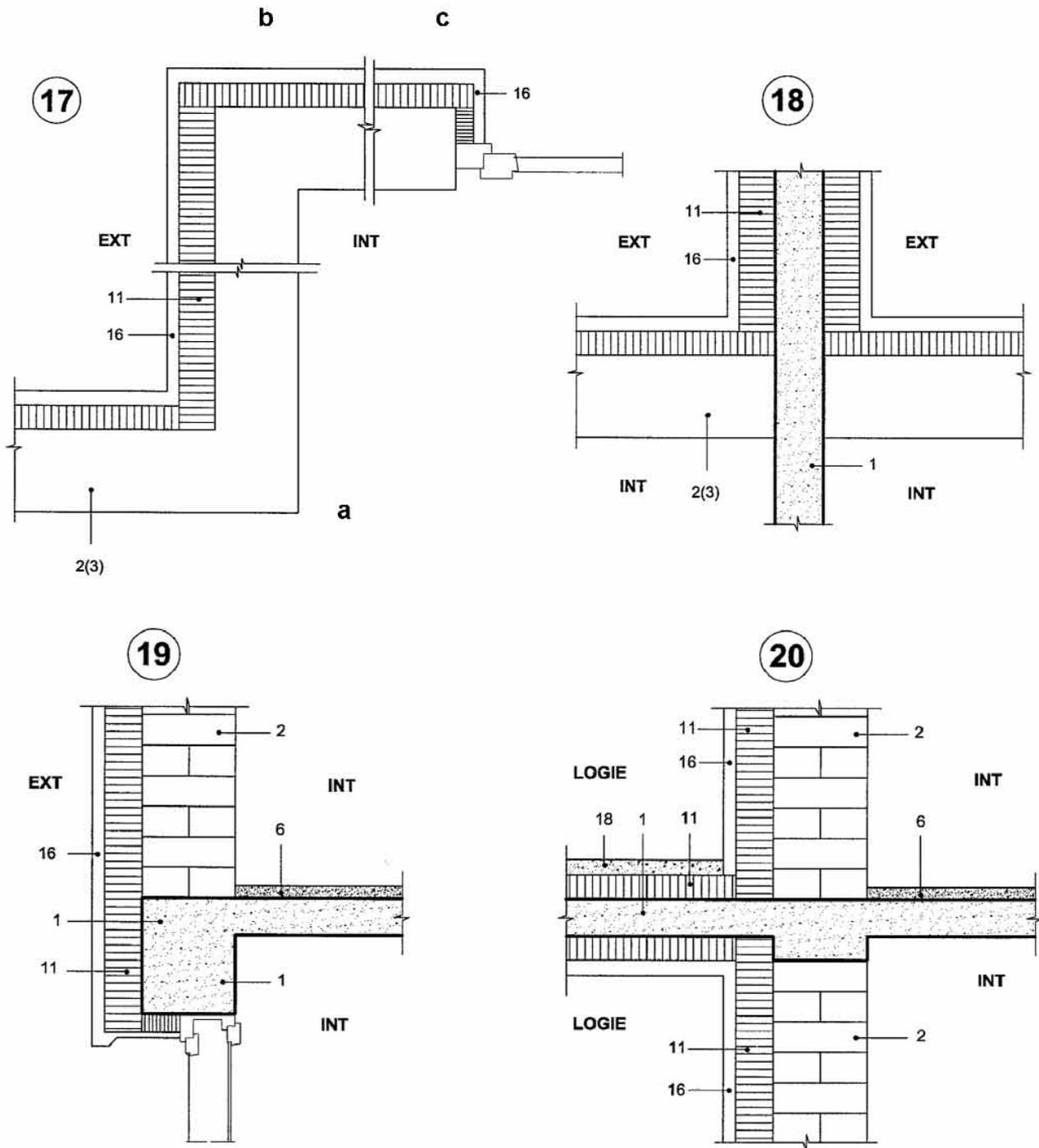


Fig. A3.4 – PEREȚI EXTERIORI

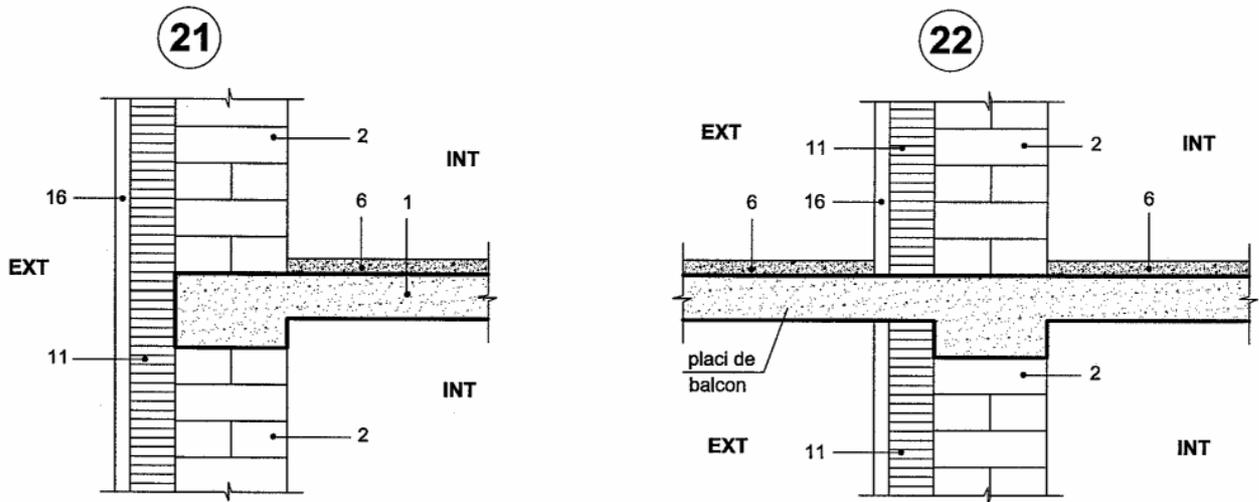


Fig. A3.4 – PEREȚI EXTERIORI (continuare)

ANEXA 4

SOLUȚII DE ÎMBUNĂȚIRE A TÂMLĂRIEI EXTERIOARE (INFORMATIV)

Tabel A4.1. - Soluții de îmbunătățire a tâmplăriei din lemn, cuplată

		SOLUȚIA	R
			[m ² K/W]
EXISTENT	A		0,39
POSSIBILITĂȚI DE ÎMBUNĂȚIRE	A1		0,51
	A2		0,56
	A3		0,57

CAPÍTULO 5

ESTUDIO ENERGÉTICO Y EJEMPLO DE REHABILITACIÓN TÉRMICA DEL BLOQUE M4 EN PLOIEȘTI - RUMANÍA

Estudio energético, certificado energético y auditoria energética

INDICE

1. Datos técnicos
 - 1.1. Objeto del certificado
 - 1.2. Datos generales sobre el edificio
 - 1.2.1. Descripción de la arquitectura del edificio
 - 1.2.2. Descripción de la cubierta del edificio
 - 1.2.3. Descripción de la estructura de resistencia del edificio
 - 1.2.4. Descripción de las instalaciones de calefacción y agua caliente
 - 1.3. Cálculo del rendimiento energético del edificio
 - 1.3.1. Características geométricas del edificio
 - 1.3.2. Resistencia térmica de los elementos de construcción de la cubierta del edificio
 - 1.3.3. Coeficiente global de aislamiento térmico
 - 1.3.4. El gasto anual normado para la calefacción
2. Informe de evaluación energética
 - 2.1. Datos generales
 - 2.2. Datos sobre el edificio
 - 2.3. Datos sobre la instalación de calefacción
 - 2.4. Datos sobre la instalación de agua caliente de consumo
3. Certificado energético
4. Rehabilitación energética
 - 4.1. Datos generales
 - 4.2. Mejoras propuestas para la parte constructiva
 - 4.3. Mejoras propuestas para las instalaciones
 - 4.4. Resultado de las soluciones de construcción sobre la eficiencia del aislamiento térmico del edificio
 - 4.5. Cálculo del rendimiento energético del edificio que resulta después de la adopción de las soluciones de rehabilitación energética. Análisis económico

1. Datos técnicos

1.1. Objeto del certificado

La rehabilitación térmica del Bloque M4, C/ Soldat Erou Arhip Nicolae nº 7D Ploiești, PB+4, con un total de 20 pisos, se hizo cumpliendo la Ley 10/1995 sobre la Calidad de edificación y los reglamentos emitidos para la aplicación de ésta, La Ley 50/1991 sobre la certificación de los trabajos de edificación, con sus rectificaciones ulteriores, el Orden del Gobierno 174/2002, la Ley 211/2003 y otras normativas y reglamentos técnicos en vigor (C107-2005, NP 047-2000, NP 048-2000, NP 049-2000, etc).

Las medidas de intervención sobre el edificio deben asegurar el equilibrio entre los rendimientos y los costes, teniéndose en cuenta la obtención de la cualidad que pueda satisfacer los requerimientos de los inquilinos, el mejoramiento del aislamiento térmico de los elementos constructivos entre los espacios interiores y el exterior, así como el mejoramiento de la eficiencia energética de las instalaciones de calefacción y de agua caliente.

El objetivo forma parte de la estrategia establecida por el Gobierno de Rumanía que, a través del Ministerio de Transporte, Edificación y Turismo, desarrolla el Programa de acciones para la rehabilitación térmica de bloques de pisos de viviendas. Este programa tiene el fin de mejorar el grado de confort térmico, de reducir las pérdidas de calor y los gastos de energía, de reducir los costes de mantenimiento para calefacción y agua caliente.

Fuentes de financiación: transferencias del presupuesto del estado, de conformidad a la Directiva del Ministro de Transporte, Construcción y Turismo nº. 1366-20.07.2006. El cliente es el Ayuntamiento de Ploiesti.

Se adjuntan planos, fachadas y secciones del edificio estudiado – **Anejo 4.**

1.2. Datos generales sobre el edificio

El edificio ha sido construido en 1980 por el coordinador de la zona GIGCL Prahova, según el proyecto nº4/8514 B – DDE – Complejo de edificios Ploiesti Vest I/5, variante I1, emergencia II, Bloques M4....M7, realizado en marzo 1980 por el Instituto de Diseño Prahova (jefe de proyecto de arquitectura N. Moianu, jefe de proyecto de resistencia U. Băicoianu). El proyecto es el ajuste conforme al terreno, del proyecto tipo IPCT – Bucarest nºT744/R de 1979, sección Db1 c-c.

Es un edificio realizado integralmente con paneles prefabricados grandes, con una sola escalera, independiente.

El edificio está construido en un entorno con las condiciones siguientes:

- Zona climática II según el mapa de zonificación climática de Rumanía, del Estándar rumano SR 1907-1.
- Temperatura exterior convencional de cálculo se toma en cuenta de conformidad con el mapa de zonificación climática de Rumanía en el período de invierno: $T_e = -15^\circ \text{C}$
- Orientación según los puntos cardinales = fachada principal Sur Este
- Zona eólica: IV (4 m/s), según el mapa de zonificación eólica del Estándar rumano SR 1907-1
- Posición en relación con los vientos dominantes: fachadas protegidas
- Ubicación en relación con los edificios vecinos (ver plano de situación).
- Categoría de importancia del edificio, según la HGR 766/1007, anejo 3: Categoría C = edificio de importancia regular.
- Se puede observar el ferrocarril a 8-10 metros distancia, lo que explica las roturas entre los paneles de fachada, a culpa de las vibraciones.
- Clase de importancia según P100-92: Clase III = edificio de importancia regular, grupo A3.

- Zona sísmica según P100-92: D, $k_s = 0,16$; Período de control de la respuesta según P100-92: $T_c = 1,0$ segundo.
- Carga de vientos: Zona A según el mapa del estándar Presión dinámica a 10m sobre el terreno $g_v = 0,30$ kN/m².
- Carga de nieve: Zona B según el mapa del estándar STAS 10101/20-90. Carga de referencia con incidencia a los 10 años $g_z = 1,2$ kN/m².
- Profundidad mínima de congelación del terreno = 1.10m, según el mapa del estándar STAS 6054-77.

La cimentación se hizo sobre una capa de cascajo con pedregal con la presión de cálculo 650 kPa/cm² (condiciones del estándar STAS 8316-77). La profundidad de agua freática mínima es 8 m.

1.2.1. Descripción de la arquitectura del edificio

El edificio forma parte de un complejo constructivo y está destinado a viviendas.

El edificio está aislado y tiene forma rectangular en plano, con los tamaños 27,40m x 10,00m y una superficie construida de 274 m². El régimen de altura: sótano (sin calefacción), planta baja, pisos 1, 2, 3 y 4.

Accesos:

Tiene dos accesos, principal y secundario, la escalera siendo compuesta por dos rampas y un descanso intermedio y tiene ventilación natural. El acceso secundario conecta con el espacio general técnico del sótano a través de una escalera metálica que se encuentra debajo de la primera rampa. Ninguno de los accesos tiene espacio tampón con el exterior y los dos vestíbulos tienen radiadores para la calefacción. En la última planta de la escalera hay un acceso a la terraza de la cubierta a través de una trampilla con escalera metálica. La escalera tiene calefacción solamente en la planta baja y las paredes entre ésta y los pisos no tienen aislamiento. La escalera se sitúa en la sección central y mide 3.30m de ancho.

La fachada principal está orientada hacia el Sur-Este. El acceso principal tiene un solo peldaño exterior, no está cubierto, pero la puerta está retrancada con 1,07m del plano de la fachada. Las puertas de entrada son metálicas y con cristal en la parte superior. La planta baja de pisos está elevada unos 1,10m de la acera.

Tamaño de pisos:

El edificio tiene 20 pisos, de los cuales 17 con uno y 3 con dos dormitorios, cuatro pisos por planta. En la planta baja y la última planta hay cuatro pisos con un dormitorio, mientras las otras plantas tienen un piso con 2 dormitorios y tres pisos con un dormitorio. A partir de la primera planta, los pisos tienen balcón abierto desde el salón. En la cuarta planta hay un espacio común, destinado a lavandería.

Altura:

Cada planta mide 2,70m, la altura del techo siendo 2,53m. El espacio técnico del sótano tiene altura de 1,8m.

Acabados:

Paredes interiores:

- enlucidos finos y pintura;
- azulejos de cerámica en baños y cocinas.

Techos: pinturas de cal.

Suelos:

- terrazo de cemento en corredores, baños y cocinas.
- linóleo sobre soporte textil en salones y dormitorios.

Paredes exteriores:

- enlucidos en los prefabricados, de cemento blanco con tinte ocre y adhesivo.
- cerámica en las fachadas laterales según el proyecto inicial.

Zócalo: enlucido con polvo de piedra natural.

Barandillas de los balcones: vidrio ranforzado con alambrado.

1.2.2. Descripción de la cubierta del edificio

Las paredes exteriores están compuestas por paneles grandes de fachada tipo, de 27cm, con tres capas: capa interior portante de hormigón armado 11cm + losas de hormigón celular 8cm + placas de poliestireno 2,4cm + capa exterior de hormigón armado 6cm. En la superficie exterior de las paredes de esquina de un piso en la planta baja, hay un aislamiento térmico más.

Los paneles de la fachada están acabados en fábrica, con enlucidos de cemento.

El zócalo tiene previstos huecos para la ventilación, de tamaños pequeños.

La cubierta es tipo terraza no accesible, compuesta por varias capas:

- capa de gránulos cerámicos para inclinación de desagüe y aislamiento térmico,
- capa de aislamiento hidrófugo y
- capa de protección del cascajo.

La capa de aislamiento térmico mide 15cm en los puntos de desagüe y 38cm en el perímetro de la cubierta.

La inclinación de la terraza es de 5%, tiene 2 desagües de agua pluvial y 5 cuerpos de ventilación y 9 tubos de ventilación.

El piso sobre el sótano está aislado térmico en la parte inferior con paneles de 3cm de lana de roca debajo del suelo de la planta baja.

La carpintería es de madera. Las ventanas y puertas de balcones de los pisos tienen 2 capas de vidrio de 3mm, acopladas, de conformidad al STAS 465/76. En la escalera, las ventanas miden 1,80 x 0,60 m y tienen una sola capa de vidrio.

Estado actual de los acabados de la cubierta del edificio:

- La fachada está deteriorada, sucia y con huellas de humedad y moho.

- Los encajes entre los paneles prefabricados están deteriorados.
- Las aceras están deterioradas, no tienen la inclinación debida y han perdido el tapón de bituminoso.
- El aislamiento de la terraza tiene varias reparaciones y está inadecuadamente mantenido. La capa de protección de cascajo está cortada en áreas grandes.
- La chapa de protección del parapeto de la terraza está deteriorada.
- La carpintería tiene huecos bastante grandes que favorecen las infiltraciones de aire fresco.

1.2.3. Descripción de la estructura de resistencia del edificio

La estructura de resistencia del edificio es de muros y losas de hormigón armado integralmente prefabricados, con encajes de hormigón realizados en la obra. La estructura es de tramas, que miden: 2 x 4.20m, 3.60m, 3.30m, 3.30m, 2 x 4.20m y 2 tramas de 4.80m.

Las paredes estructurales interiores y las losas son prefabricadas, de hormigón armado de 14cm de ancho. Las losas son placas prefabricadas de hormigón armado 14cm de ancho. Los tabiques interiores son de tiras de hormigón celular curado en autoclave.

Los áticos son de elementos prefabricados y tienen poca altura = 42cm al nivel de la losa.

1.2.4. Descripción de las instalaciones de calefacción y agua caliente

El edificio está previsto con instalaciones centralizadas de calefacción a gas, con agua caliente a 95/ 75 °C asegurada desde una central térmica situada en el mismo barrio.

La energía térmica se mide a través del contador general. La distribución del agente térmico se realiza al nivel inferior del edificio, a través del sótano, en sistema de doble tubos. Los conductos de distribución se encuentran en un estado avanzado de deterioro y casi sin aislamiento térmico.

Los espacios se calientan con radiadores fijos de hierro fundido, conectados a través de columnas verticales cilíndricas dobles, de 695mm de altura en cada planta y potencia térmica en condiciones nominales $q = 121 \text{ W/ columna}$. Las condiciones nominales de calefacción son: agente térmico 90/ 70°C y temperatura interior de cálculo de 20°C. Los baños se calientan con serpentinas verticales $\varnothing 57 \times 2,5$ o bien $\varnothing 70 \times 2,5$. El total de radiadores es 74, lo que suma 742 columnas y el total de serpentinas es de 12. Cada radiador está previsto con válvulas de ventilación con regulador doble y cada columna vertical del edificio está prevista en la última planta con válvula de ventilación.

Las columnas de calefacción han sido reemplazadas hace poco tiempo.

Con estos datos, la capacidad térmica de la instalación calculada es 97.628 kW, equivalente a 84.156 Kcal/h.

El edificio está previsto con instalaciones sanitarias, de agua fría y agua caliente potable, así como con instalaciones de desagüe y colección de agua pluvial. El agua de consumo se está calentando en la central térmica de barrio.

Cada piso tiene un baño equipado con: 1 lavabo de cerámica con grifo monomando, 1 water de cerámica con tanque de agua colocado en altura y 1 bañera de hierro colado con grifo y ducha. En las cocinas están instalados fregaderos de hierro colado.

El abastecimiento de los equipamientos sanitarios, así como el alcantarillado están compuestos por tubos integrados en nichos.

La distribución de agua fría y caliente se realiza a partir del sótano del edificio. Los conductos de agua caliente del sótano no llevan aislamiento térmico.

El consumo de agua está controlado por contador al nivel del edificio entero.

1.3. Cálculo del rendimiento energético del edificio

1.3.1. Características geométricas del edificio

El edificio tiene forma rectangular en planta y mide 27,40m x 10,00m.

Número de plantas sobre terreno = 5

Altura de las habitaciones = 2,53m en planta baja y 1ª - 4ª plantas
= 1,83m en el sótano

Altura del edificio (medida sobre el nivel del terreno) = 13,91m a la altura del ático.

Superficie construida: $A_c = 274,0 \text{ m}^2$

Superficie total de plantas: $A_d = 1370,0 \text{ m}^2$ (sin sótano)

Superficie útil de los espacios con calefacción: $A_u = 1124,18 \text{ m}^2$

Superficie habitable: $A_{loc} = 654,31 \text{ m}^2$

Perímetro interior: $P = 76,32 \text{ m}$

Superficie de la cubierta del edificio, de conformidad al NP 048 :
 $A = 1566,43 \text{ m}^2$

Volumen de los espacios con calefacción sobre el nivel del terreno, de conformidad al NP 048 : $V_u = 2844,18 \text{ m}^3$

Superficie de la cubierta del edificio, de conformidad al C107/1:
 $A_t = 1490,28 \text{ m}^2$

Volumen de los espacios con calefacción, de conformidad al C107/1: $V = 3403,50 \text{ m}^3$

Índice de forma del edificio: $A_t/V: 0,44 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Las superficies de los elementos de construcción que forman parte de la cubierta del edificio, de conformidad al NP048, están recogidas en la Tabla 1.

TABLA 1

Elemento de construcción	Símbolo	S [m²]
Pared exterior triple capa Sudeste SE	PE1	277,41
Pared exterior hormigón celular Sudeste SE- entrada principal	PE1a	6,18
Pared exterior triple capa Sudoeste SO	PE2	122,79
Pared exterior hormigón Sudoeste SO - entrada principal	PE2a	4,97
Pared exterior triple capa Noroeste NO	PE3	279,85
Pared exterior ladrillo Noroeste NO - entrada secundaria	PE3a	5,83
Pared exterior triple capa NE	PE4	122,79
Pared exterior hormigón NE- entrada secundaria.	PE4a	4,79
Carpintería doble de madera SE	FE1	72,00
Carpintería doble de madera SV	FE2	3,60
Carpintería doble de madera NV	FE3	69,12
Carpintería doble de madera NE	FE4	3,60
Carpintería metálica escalera SE	FE5	4,75
Carpintería metálica escalera NV	FE6	4,60
Losa de la cubierta	P _t	254,10
Losa sobre la entrada	P _i	5,43
Losa sobre el sótano sin calefacción	P _s	248,29
TOTAL 1 – cubierta conforme al C107	-	1490,28

De lo cual, la escalera:		
Puerta metálica escalera entrada principal SE	US1	4,75
Puerta metálica escalera secundaria NV	US2	4,60
Carpintería simple de madera NV	FE7	4,32
Paredes exteriores entrada escalera principal planta baja SE	PE5	6,18
Paredes exteriores entrada escalera secundaria Planta baja NV	PE6	5,83
Paredes exteriores escalera Plantas 1-4 NV	PE7	29,80
Losa de cubierta de la escalera	Pt,cs	14,10
Losa sobre sótano en la escalera	Ps,cs	24,08
TOTAL 2		93,66
Se añaden los elementos interiores de la escalera:		
Paredes interiores, escalera	PI1	119,88
Puertas interiores escalera	UI1	37,80
Losa sobre planta baja, entrada	Pp,cs	12,13
TOTAL 3	-	169,81
TOTAL 1+3		1660,09
Se resta el TOTAL 2 (elementos exteriores de la escalera)		93,66
TOTAL 4 – cubierta conforme al NP048		1566,43
Paredes del sótano sobre nivel del terreno	-	70,31
Suelo sótano		248,29

Volumen escalera: 223,34 m³

Volumen sótano: 455,56 m³

1.3.2. Resistencia térmica de los elementos de construcción de la cubierta del edificio

Las resistencias térmicas de los elementos de construcción de la cubierta del edificio han sido calculadas a través del cálculo termo-técnico conforme a las normativas técnicas vigentes.

1.3.2.1. Resistencia térmica unidireccional, R , se calcula con la formula:

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e} \quad [\text{m}^2\text{K/W}], \quad (1)$$

donde:

α_i - coeficiente de transferencia de calor superficial en la superficie interior [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

α_e - coeficiente de transferencia de calor superficial en la superficie exterior, [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

δ - espesor del elemento de construcción [m]

λ - conductividad térmica de cálculo del elemento de construcción [W/mK]

1.3.2.2. Resistencia térmica corregida, R' , toma en cuenta la influencia de los puentes térmicos /1/ y se calcula con la fórmula:

$$R' = r \cdot R \quad [\text{m}^2\text{K/W}] \quad (2)$$

donde: r - coeficiente de disminución de la resistencia térmica unidireccional

En la Tabla 2 figuran las resistencias térmicas unidireccionales y las resistencias térmicas corregidas de los elementos de construcción de la cubierta.

Las resistencias térmicas corregidas son datos básicos para el cálculo de energía térmica necesaria para la calefacción del edificio.

La resistencia térmica corregida media de la entera cubierta del edificio, \bar{R} , calculada a partir de los valores de las superficies de elementos de construcción detallados en la Tabla 1 y de las resistencias térmicas corregidas detalladas en la Tabla 2 es:

$\bar{R} = 0,538 \text{ m}^2\text{K/W}$ (cf. C107) și $\bar{R} = 0,445 \text{ m}^2\text{K/W}$ (conforme al NP 048).

TABLA 2

Elemento de construcción	R [m²K/W]	r	R' [m²K/W]
PE1	1,067	0,425	0,454
PE1a	1,081	0,865	0,935
PE2	1,067	0,640	0,683
PE2a	0,279	0,842	0,235
PE3	1,067	0,423	0,451
PE3a	0,343	0,994	0,341
PE4	1,067	0,640	0,683
PE4a	0,279	0,842	0,235
FE1	0,390	1,000	0,390
FE2	0,390	1,000	0,390
FE3	0,390	1,000	0,390
FE4	0,390	1,000	0,390
FE5	0,170	1,000	0,170
FE6	0,170	1,000	0,170
P _t	0,893	0,904	0,807
P _i	0,305	0,900	0,275
P _s	0,374	0,963	0,360

Se añaden:	
Elementos interiores de la escalera:	R'
PI1	0,293
UI1	0,368
Pp,cs	0,306
Elementos exteriores de la escalera:	-
US1	0,17
US2	0,17
FE7	0,19
PE5	0,935
PE6	0,341
PE7	0,451
Pt,cs	0,807
Ps,cs	0,360

Los muros del sótano sobre- terreno tienen: $R' = 0,303 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Las resistencias térmicas corregidas de los elementos de construcción, R' , se comparan con las resistencias térmicas exigidas por la norma, R'_{\min} , /1/.

La condición de conformidad con las exigencias de aislamiento térmico del edificio es:

$$R' \geq R'_{\min} \quad (3)$$

En la Tabla 3 están recogidos, comparativamente, estos valores de los elementos de construcción que forman parte de la cubierta del edificio.

Se comprueba que ninguno de los elementos de construcción de la cubierta del edificio no cumple con la exigencia de aislamiento térmico.

TABLA 3

Elemento de construcción	R' [m²K/W]	R'_{\min} [m²K/W]	Cumplimiento de la exigencia de aislamiento térmico
PE	0,498 (0,235...0,935)	1,4	No
FE	0,39	0,5	No
US	0,17	0,5	No
P_t	0,807	3,0	No
P_{sc}	0,360	1,65	No

Se elige el edificio de referencia, con los siguientes valores de resistencia térmica corregida:

- paredes exteriores: $R' = 1,094 \text{ m}^2\text{K/W}$
- cubierta: $R' = 1,458 \text{ m}^2\text{K/W}$
- losa sobre el sótano sin calefacción: $R' = 1,417 \text{ m}^2\text{K/W}$
- carpintería exterior: $R' = 0,39 \text{ m}^2\text{K/W}$

Se elige un edificio eficiente, con los siguientes valores de resistencia térmica corregida:

- paredes exteriores: $R' = 1,40 \text{ m}^2\text{K/W}$
- cubierta: $R' = 3,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
- losa sobre el sótano sin calefacción: $R' = 1,650 \text{ m}^2\text{K/W}$
- carpintería exterior: $R' = 0,50 \text{ m}^2\text{K/W}$

1.3.3. Coeficiente global de aislamiento térmico

El coeficiente global de aislamiento térmico, $G \text{ [W/(m}^3\text{K)]}$, es una característica de la rendimiento termo-energética del edificio, que denota las pérdidas horarias de calor a través de los elementos de la cubierta, calculadas a una diferencia de temperatura de un grado entre interior y exterior, dividido por el volumen de espacios con calefacción. /2/

$$G = \frac{1}{V} \left[\frac{\sum S_j \cdot \tau_j}{R'_j} \right] + 0,34 \cdot n$$

(4)

donde:

V = volumen calentado del edificio [m^3]

S_j = superficie del elemento de construcción a través del cual se transfiere calor entre interior y exterior [m^2]

τ_j = factor de corrección de la diferencia de temperatura entre distintas capas del elemento de construcción j

R'_j = la resistencia térmica corregida media del elemento de construcción j [$\text{m}^2\text{K/W}$]

N = ventilación natural del edificio, expresado en número de renovaciones del aire por hora [h^{-1}]

El valor máximo del coeficiente global G es el coeficiente global normado de referencia, G_N .

El criterio de cumplimiento con las exigencias de eficiencia termo energética del edificio, /1/, es:

$$G \leq G_N \quad (5)$$

La tabla de cálculo de resistencias térmica está detallada en el **Anejo 2.**

Resulta:

$$1,133 \text{ W}/(\text{m}^3\text{K}) \geq 0,546 \text{ W}/(\text{m}^3\text{K})$$

Se deduce que no se cumple el criterio de eficiencia termo energética global del edificio.

1.3.4. El gasto anual normado para la calefacción

El gasto anual normado para calefacción incluye: el gasto anual normal para calefacción de espacios y el de agua caliente de consumo.

El gasto se calcula según la metodología publicada en el “Normativo para la evaluación térmica y energética de los edificios existentes y de las instalaciones de calefacción y preparación del agua caliente de consumo correspondientes” - NP 048-2000, empleando un programa de cálculo específico.

Resultados obtenidos:

- Gasto anual de energía para la calefacción al nivel de la conexión con la fuente de calefacción

$$Q_{\text{Sinc}}^{\text{an}} = 190,383 \text{ MWh/a}$$

- Gasto anual de energía para la calefacción de las viviendas

$$Q_{\text{inc}}^{\text{an}} = 139,511 \text{ MWh/a}$$

- Gasto anual de energía para la calefacción de la escalera y espacios comunes

$$Q_{\text{CS}}^{\text{an}} = 9,770 \text{ MWh/a}$$

- Perdidas de calor en los conductos de distribución del agente térmico

$$Q_{Pd}^{an} = 58 \text{ kWh/a}$$

- Gasto de energía facturado para la preparación del agua caliente de consumo

$$Q_{acm}^{(f)} = 44479 \text{ kWh/a}$$

- Numero corregido de grados días para calefacción

$$N_{GZ} = 1431 \text{ gr}\cdot\text{día}$$

- Temporada de calefacción

$$D_Z = 200 \text{ dias}$$

2. Informe de evaluación energética

2.1. Datos generales

- *El edificio:* bloque M4
- *Dirección:* C/ Soldat Erou Arhip Nicolae nr. 7D, Ploiești
- *Dueño:* Asociación de propietarios
- *Destino principal del edificio:* viviendas
- *Tipo de edificio:* bloque con una sola escalera, Sótano+Planta Baja + 4 Plantas
- *Año de construcción:* 1980
- *Diseñado/ constructora:* El edificio ha sido construido en 1980 según el modelo de proyecto nº 744/1978 (sección Db1: cc) diseñado por IPCT, adaptado al terreno por el Instituto de Diseño *Prahova* de la ciudad de Ploiesti.
- *Numero de pisos :* 20 (17 pisos de 1 dormitorio y 3 pisos de 2 dormitorios)
- *Estructura:* muros de resistencia de paneles prefabricados de hormigón armado, losas de hormigón armado prefabricado y paredes exteriores de paneles prefabricados triple capa (sandwich).

2.2. Datos sobre el edificio

- *Superficie útil de los espacios con calefacción:* 1124,18 m²
- *Superficie total:* 1370 m²
- *Volumen útil del espacio con calefacción:* 2844,18 m³
- *Volumen total del edificio:* 3403,50 m³
- *Características geométricas y termo-técnicas de la cubierta*
- *El índice de compacidad del edificio:* $S_E/V_C = 0,44 \text{ m}^{-1}$

<u>Elementos de construcción</u>	Superficie [m ²]	Resisten cia térmi ca R [m ² K/W]	Resistencia térmi ca corregida R' [m ² K/W]
Pared exterior triple capa Sudeste SE	277,41	1,067	0,454
Pared exterior hormigón celular Sudeste SE – entrada principal	6,18	1,081	0,935
Pared exterior triple capa Sudoeste SO	122,79	1,067	0,683
Pared exterior hormigón Sudoeste SO – entrada principal	4,97	0,279	0,235
Pared exterior triple capa Noroeste NO	279,85	1,067	0,451
Pared exterior ladrillo Noroeste NO – entrada secundaria	5,83	0,343	0,341
Pared exterior triple capa Noreste NE	122,79	1,067	0,683
Pared exterior hormigón NE– entrada secundaria	4,79	0,279	0,235
Carpintería doble de madera SE	72,00	0,390	0,390
Carpintería doble de madera SV	3,60	0,390	0,390
Carpintería doble de madera NV	69,12	0,390	0,390
Carpintería doble de madera NE	3,60	0,390	0,390
Carpintería metálica escalera SE	4,75	0,170	0,170
Carpintería metálica escalera NV	4,60	0,170	0,170
Losa de la cubierta	254,10	0,893	0,807
Losa sobre la entrada	5,43	0,305	0,275
Losa sobre el sótano sin calefacción	248,29	0,374	0,360
Total – Cubierta del edificio	1490,28	-	0,538

2.3. Datos sobre la instalación de calefacción

Fuente de energía para la calefacción de los espacios: central térmica local.

Tipo del sistema de calefacción: radiadores fijos.

Distribución del agente térmico: inferior.

Necesario de energía del sistema: 115,35 kW.

Tipo de conexión con la fuente de calefacción: conexión singular, Dn50.

Contador para calefacción: Sí

Elementos para ajustar temperatura y presión: No

Datos sobre la instalación de calefacción interna con radiadores fijos y columnas verticales.

Tipo de elemento de calefacción	Número de radiadores fijos			Superficie equivalente de calefacción [m ²]		
	Espacio habitable	Espacio común	Total	Espacio habitable	Espacio común	Total
Radiadores de hierro fundido tipo	72	2	74	162,25	8,75	171
Columna Vertical	1	-	1	1,04	-	1,04
Columna vertical	11	-	11	13,9	-	13,9

- Temporada de calefacción

$$D_z = 200 \text{ días}$$

- Numero corregido de grados días para calefacción

$$N_{GZ} = 1431 \text{ grado·día}$$

- Gasto anual de energía para la calefacción al nivel de la conexión con la fuente de calefacción

$$Q_{Sinc}^{an} = 190,383 \text{ MWh/año}$$

- Gasto anual de energía para la calefacción de las viviendas

$$Q_{inc}^{an} = 139,511 \text{ MWh/año}$$

- Gasto anual de energía para la calefacción de la escalera y espacios comunes

$$Q_{CS}^{an} = 9,770 \text{ MWh/año}$$

- Pérdidas de calor en los conductos de distribución del agente térmico

$$Q_{Pd}^{an} = 58 \text{ kWh/año}$$

- Rendimiento de distribución de la instalación de calefacción

$$\eta_d = 0,999646$$

- Rendimiento de la instalación de calefacción en las viviendas

$$\eta_{inc} = 0,784114$$

- Gasto específico anual al nivel de la conexión con la fuente de calefacción

$$q_{Sinc}^{an} = 169,35 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

- Gasto específico anual al nivel de los espacios con calefacción

$$q_{inc}^{an} = 132,79 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

$$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

2.4. Datos sobre la instalación de agua caliente de consumo

Puntos de consumo de agua caliente y agua fría en las viviendas: 23 baños

Número de sanitarios – por tipo:

- lavabos - 23
- bañeras - 20
- fregaderos - 20
- water- - 23

Conexión con la fuente de calefacción: Sí.

Conducto de retorno de agua caliente de consumo: No.

Contador de calefacción: Sí.

- Índice de consumo normado de calefacción: $i_{acm} = 46,30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$

- Eficiencia de la instalación de agua caliente: $\varepsilon_{acm} = 0,265259$

3. Certificado energético

El certificado energético del edificio está elaborado por auditores atestados, especializados en energía de edificios y se basa en el Informe de evaluación energética.

El certificado energético correspondiente al edificio de viviendas M4, C/ Soldat Erou Arhip Nicolae nº. 7D, Ploiești, le concede la clasificación "C" y un valor de 215.65 kWh/m² por el consumo de energía para calefacción y agua caliente de consumo, al cual le corresponde la nota 74.

La clasificación energética del edificio por uso térmico separado es:

- calefacción : clasificación "D" y consumo específico 169,35 kWh/m²año ;
- agua caliente de consumo: clasificación "C" y consumo específico 46,30 kWh/m²año;

El índice de energía necesario para la calefacción correspondiente al edificio es:

$$q_{inc} = 132,79 \text{ kWh/m}^2\text{año.}$$

El certificado energético establece el rendimiento energético de:

- el edificio de referencia (el edificio que utiliza la energía de manera razonable)

$$q_{(inc \text{ y } acm)} = 219,9 \text{ kWh/m}^2\text{a, nota } 81 ;$$

- el edificio eficiente (el edificio que utiliza la energía de manera eficaz)

$$q_{(inc \text{ y } acm)} = 146,325 \text{ kWh/m}^2\text{a, nota } 93 ;$$

Se adjunta el formulario de Certificado energético – **Anejo 3.**

4. Rehabilitación energética

4.1. Datos generales

- *Edificio:* bloque M4
- *Dirección:* C/ Soldat Erou Arhip Nicolae nº. 7D, Ploiești
- *Propietario:* Asociación de propietarios
- *Destino principal del edificio:* viviendas
- *Tipo de edificio:* bloque de pisos con varias plantas, con una sola escalera, Sótano+Planta Baja+4Plantas
- *Administrador del edificio:* Șerban Nicolae
- *Teléfono:* 0244/552.436
- *Auditor de energía para los edificios:* ing Dan Berbecaru, dr. ing. Mihaela Georgescu, fiz. Gh. Rodan
- *Fecha de realización de evaluación energética :* noviembre 2006
- *Nº archivo de evaluación energética:* contrato 44/2006
- *Fecha de realización del informe de auditores:* 10.11. 2006

4.2. Mejoras propuestas para la parte constructiva

En base al estudio energético realizado, se recomiendan las siguientes soluciones para la mejora del aislamiento térmico del edificio:

- a) Aislamiento térmico suplementario en una capa de poliestireno expandido de 10cm de espesor, fijado a la parte exterior de las paredes, protegido por una capa fina de enlucido sobre una armadura de fibra de vidrio (Termosistem).

En el zócalo, el aislamiento será poliestireno extrusionado de 8 cm de espesor. – Solución **C₁**

La resistencia térmica de las paredes exteriores sin aberturas será: $R = 3,354 \text{ m}^2\text{K/W}$ y $R' = 1,738 \text{ m}^2\text{K/W}$ (resistencia térmica corregida media)

- b) Aislamiento térmico de la losa sobre la última planta en una capa de poliestireno expandido de 16cm de espesor. Al mismo tiempo se cambian todas las capas existentes sobre la losa de hormigón por materiales de mejor performance.
– Solución **C₂**

La resistencia térmica de la losa será: $R = 4,006 \text{ m}^2\text{K/W}$; $R' = 3,009 \text{ m}^2\text{K/W}$.

- c) Aislamiento térmico suplementario en la parte inferior de la losa sobre el sótano sin calefacción, en una capa de poliestireno expandido de 8cm de espesor, protegido por enlucido sobre armadura de fibra e vidrio.

Aislamiento térmico suplementario de la losa sobre la planta baja, debajo de la habitación de la primera planta, en una capa de poliestireno expandido de 10cm de espesor.

Aislamiento térmico de las paredes interiores de la planta baja que separan la entrada de las viviendas, en una capa de poliestireno expandido de 10cm de espesor. – Solución **C₃**

La resistencia térmica de la losa será: $R = 2,192 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R' = 1,876 \text{ m}^2\text{K/W}$.

- d) Reemplazo de la carpintería exterior con carpintería de alta eficiencia, con marcos de PVC de tres cámaras y vidrio doble capa termo aislante 4-16-4mm. – Solución **F**.

La resistencia térmica de la parte acristalada de las paredes exteriores será: $R' = 0,52 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Aparte de las intervenciones de más arriba, será necesario en las siguientes etapas el estudio de la manera en que se podrán

corregir algunas carencias resultadas con el uso deficiente del edificio:

- Quitar el moho presente en algunas de las paredes exteriores;
- Eliminar las causas que han producido la inundación del sótano y la aparición del moho (aceras con inclinación conveniente, diseño del espacio exterior para asegurar la evacuación de aguas pluviales);
- Quitar los tabiques de cierre de los balcones o bien, asegurar la uniformidad de éstos, con los mismos materiales y diseño, con posible adición de protección solar exterior;
- Añadir brazo retráctil para la puerta de entrada en el edificio;
- Construcción de tabique para crear un espacio - tampón en la entrada.

Para todos estos trabajos suplementarios serán necesarios fondos aparte, pero sin la ejecución de ellos la eficiencia energética del edificio después de los trabajos de rehabilitación energética será afectada.

4.3. Mejoras propuestas para las instalaciones

Se elijen las siguientes soluciones para las instalaciones de calefacción y agua caliente:

- a) Montar llaves con termostato en todos los radiadores. – Solución **I₁**
- b) Reemplazar los conductos de distribución del sótano y aislamiento de los conductos de calefacción y agua caliente. – Solución **I₂**
- c) Montar grifos de agua monomandos, para reducir el consumo de agua. – Solución **S₁**

4.4. Resultado de las soluciones de construcción sobre la eficiencia del aislamiento térmico del edificio

A través de la adopción de las soluciones de rehabilitación térmica de la cubierta del edificio se mejorará el aislamiento térmico del edificio y se logrará el cumplimiento con las normativas para las resistencias térmicas de los elementos de construcción, R'_{\min} , y del coeficiente global de aislamiento térmico, GN.

En la Tabla 4 figuran los resultados que se obtienen a través de la rehabilitación del edificio, que hacen referencia a las resistencias térmicas de los elementos de construcción de la cubierta y en la Tabla 5, los que hacen referencia al coeficiente global de aislamiento térmico.

TABLA 4

Elemento de construcción	R' [m²K/W]	R'_{\min} [m²K/W]	Cumplimiento de la exigencia de aislamiento térmico
PE	1,738(1,583.... 2,247)	1,40	Sí
FE	0,52	0,50	Sí
P _t	3,009	3,00	Sí
P _s	1,876	1,65	Sí

TABLA 5

Elemento de construcción	\bar{R} [m²K/W]	G [W/ m³K]	GN [W/ m³K]	Cumplimiento de la exigencia de aislamiento térmico
Total cubierta	1,599	0,444	0,546	Sí G < GN

Resistencia térmica corregida mediana del total de la cubierta, \bar{R} , será:

$\bar{R} = 1,599 \text{ m}^2\text{K/W}$ (cf. C107) y $\bar{R} = 0,999 \text{ m}^2\text{K/W}$ (de conformidad al NP 048).

Las soluciones propuestas hacen que el necesario de calefacción calculado para el edificio sea menor, de ahí resultando el tamaño de las instalaciones de calefacción centralizada.

4.5. Cálculo del rendimiento energético del edificio que resulta después de la adopción de las soluciones de rehabilitación energética. Análisis económico

Se han tomado en cálculo las soluciones de rehabilitación energética de la cubierta del edificio y de las instalaciones de agua caliente: **C₁, C₂, C₃, F, I₁, I₂, S₁**.

Para calcular los resultados de las medidas de rehabilitación energética del edificio, se han tomado en cálculo las soluciones individuales y también como suma de soluciones **PS1**, que incorpora todas las soluciones $C_1+C_2+C_3+F+I_1+I_2+S_1$.

El cálculo del gasto para la calefacción para cada una de las soluciones se ha efectuado en base a la metodología empleada en la evaluación energética del edificio, /9/.

El análisis económico de las soluciones de rehabilitación toma en cuenta los siguientes hipótesis y valores:

- Los cálculos económicos se harán en Euros, tomando en cuenta un cambio de 3,5 Ron = 1 Euro.
- El coste de la energía térmica (coste real en la central térmica de zona) en la fecha de firma del informe de auditores es: 170 Ron / GCal = 0,05 Euro/ kWh
- Los índices de eficiencia económica tomados en cálculo para el análisis comparativo son:
 - Tiempo para la amortización de la inversión, N_R [años]

- Coste de energía ahorrada durante la vida estimada de las mejoras e [Euro/kWh]

$$N_R = \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot c}$$

donde:

C_{INV} - coste de los trabajos de rehabilitación energética, [Euro]

ΔE - ahorro de calefacción resultado de adopción de las soluciones de rehabilitación energética, [kWh/año]

c - coste específico de la energía térmica, [Euro/kWh]

$$e = \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot N_s}$$

donde:

N_s - tiempo de vida estimado de las soluciones de rehabilitación energética.

En la Tabla 6 están comprendidos los índices de eficiencia económica y energética estimados por lograr a través de las soluciones de rehabilitación energética del edificio y de las instalaciones térmicas correspondientes.

Conclusiones:

A través de las soluciones combinadas PS1 para la mejora de la eficiencia energética del edificio, se obtiene una rebaja de **51,6%** del coste de la factura de energía térmica, el ahorro total de energía siendo **125,17 MWh/año**. El tiempo de amortización de la inversión a través del ahorro de energía es de **11,3 años**.

TABLA 6

Soluciones técnicas de mejoras energéticas	Q_T Edificio existente	Q_T Edificio rehabilitado	ΔQ $Q_{T\text{existente}} - Q_T$ rehabilitado	Ahorro en la factura de energía	Coste de la inversión	Porcentaje del coste de inversión sobre el total de las medidas de rehabilitación	Vida de las mejoras	Tiempo para amortiguar el coste de la inversión (50 E/MWh)
	MWh/año	MWh/año	MWh/año	%	Euro	%	años	años
C1	242,43	160,13	82,30	33,9	36000	45,0	20	8,0
C2	242,43	233,39	9,04	3,7	12375	15,5	25	21,7
C3	242,43	234,71	7,72	3,2	6500	8,1	20	14,4
F1	242,43	232,20	10,23	4,2	15000	18,8	15	23,0
I1	242,43	227,24	15,19	6,3	2100	2,6	15	2,7
I2	242,43	227,24	15,19	6,3	7360	9,2	15	8,8
S1	242,43	237,34	5,09	2,1	600	0,8	15	2,3
PS1	242,43	117,26	125,17	51,6	79935	100,0	15	11,3

ANEJO 1 FOTOS DEL EDIFICIO ESTUDIADO













VIVIENDAS PLOIESTI - bloque M4

CACULO DE LAS RESISTENCIAS TERMICAS UNIDIRECCIONALES

MEJORAS PROPUESTAS

Pared exterior panel triple capa existente

CODIGO	MATERIAL	d	λ	R
		cm	W/mK	m ² K/W
900	capa aire interior	0	8.00	0.125
47	mortero o enlucido de cemento	1	0.93	0.011
8	hormigon armado	11	1.74	0.063
168	placas de hormigon celular tipo GBN35	8	0.34	0.235
180	poliestireno expandido	2.4	0.04	0.545
8	hormigon armado	6	1.74	0.034
47	mortero o enlucido de cemento	1	0.93	0.011
180	poliestireno expandido	10	0.04	2.273
49	mortero o enlucido de cemento	1	0.70	0.014
901	capa aire exterior	0	24.00	0.042

R 3.354

3.354 R'

Pared exterior de la entrada secundaria

CODIGO	MATERIAL	d	λ	R
		cm	W/mK	m ² K/W
900	capa aire interior	0	8.00	0.125
134	ladrillos	11.5	0.80	0.144
47	mortero o enlucido de cemento	3	0.93	0.032
180	poliestireno expandido	8	0.04	1.818
49	mortero o enlucido de cemento	1	0.70	0.014
901	capa aire exterior	0	24.00	0.042

R 2.175

2.175 R'

Pared exterior de la entrada principal

CODIGO	MATERIAL	d	λ	R
		cm	W/mK	m ² K/W
900	capa aire interior	0	8.00	0.125
168	ladrillos de hormigon celular tipo GBN	30	0.34	0.882
180	poliestireno expandido	6	0.04	1.364
47	mortero o enlucido de cemento	3	0.93	0.032
901	capa aire exterior	0	24.00	0.042

R 2.445

2.445 R'

Pared exterior adyacente a las entradas principal y secundaria

CODIGO	MATERIAL	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	
900	capa aire interior	0	8.00	0.125	
8	hormigon armado	14	1.74	0.080	
180	polistireno expandido	10	0.04	2.273	
47	mortero o enlucido de cemento	3	0.93	0.032	
901	capa aire exterior	0	24.00	0.042	
				R	2.552

2.552 R'

Losa sobre la entrada planta baja

CODIGO	MATERIAL	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	
900	capa aire interior	0	6.00	0.167	
16	hormigon simple con grava	3	6.00	0.005	
8	hormigon armado	14	1.74	0.080	
60	paneles de lana de roca	10	0.05	2.083	
47	mortero o enlucido de cemento	1	0.93	0.011	
901	capa aire exterior	0	24.00	0.042	
				R	2.388

2.388 R'

Terraza

CODIGO	MATERIAL	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	
900	capa aire interior	0	8.00	0.125	
47	mortero o enlucido de cemento	1	0.93	0.011	
8	hormigon armado	14	1.74	0.080	
12	hormigon simple con grava	5	1.16	0.043	
180	polistireno	16	0.04	3.636	
12	hormigon simple con grava	3	1.16	0.026	
78	capa de cascajo	3	0.70	0.043	
901	capa aire exterior	0	24.00	0.042	
				R	4.006

4.006 R'

Losa sobre sotano sin calefaccion

CODIGO	MATERIAL	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	
900	capa de aire interior	0	6.00	0.167	
12	hormigon simple con grava	5	1.16	0.043	
8	hormigon armado	14	1.74	0.080	
180	polistireno	8	0.04	1.818	
901	capa de aire exterior	0	12.00	0.083	
				R	2.192

2.192 R'

Paredes sotano sobre nivel del terreno (zocalo)

CODIGO	MATERIAL	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	
900	capa de aire interior	0	8.00	0.125	
8	hormigon armado	20	1.74	0.115	
47	mortero o enlucido de cemento	2	0.93	0.022	
180	polistireno	8	0.04	1.818	
901	capa de aire exterior	0	24.00	0.042	
				R	2.121

2.121 R'

CERTIFICADO ENERGÉTICO

nº. Ph-00001-06

Fecha 14.11.2006

Edificio de viviendas

Datos para la identificación del edificio:

Propietario:

Asociación de propietarios

Dirección: C/ Soldat Erou Arhip Nicolae n.º. 7D,
bloque M4, Ploiești

Administrador: Șerban Nicolae

Teléfono: 0244 552 436

Datos para la identificación del experto:

Apellido, nombre:

Mihaela Georgescu - UAUIM

Dan Berbecaru - IPCT Instalații

Rodan Gheorghe - SIMPLEX

Empresa / organización: IPCT Instalații

Teléfono: 021 316 59 65; 031 805 72 21

Nº. certificado de experto:

s.A. nr. 00004, s.A. nr. 00003, s.Ba. nr. 00517

Año/ período de construcción:

1980

Superficie que necesita calefacción [m²]:

1124,18

Volumen del edificio [m³]:

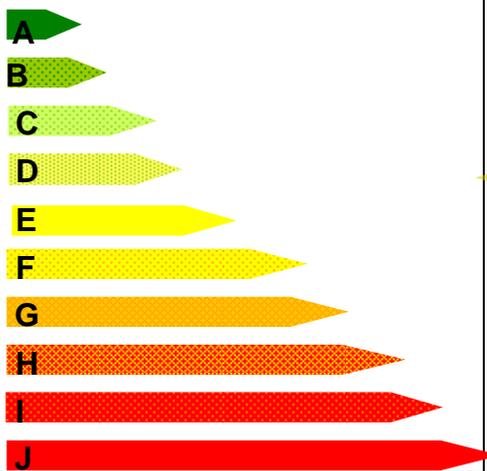
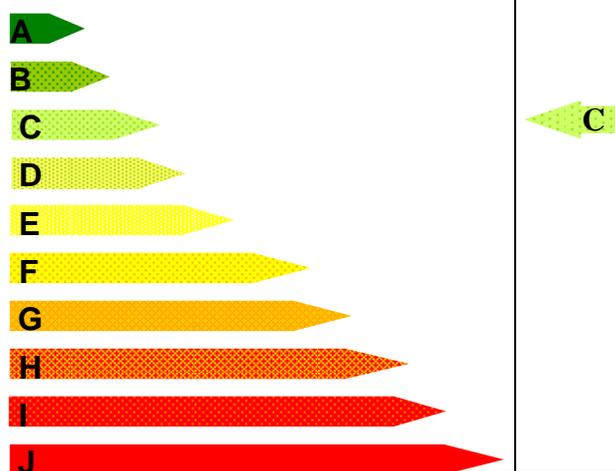
2844,18

Índice de necesario de energía para la calefacción correspondiente al edificio:

149,09 kWh/m²año

Motivo de realización del certificado energético:	<input checked="" type="checkbox"/> información	Consumo de energía (calefacción + agua caliente de consumo)	Nota: 74	
	<input type="checkbox"/> seguro			
	<input type="checkbox"/> compra/venta	215,65		
	<input type="checkbox"/> otro:	kWh/m ² año		

Clasificación energética

CALEFACCIÓN DE LOS ESPACIOS		AGUA CALIENTE DE CONSUMO	
Edificio muy eficiente		Edificio muy eficiente	
			
Edificio de eficiencia muy pobre		Edificio de eficiencia muy pobre	

169,35 kWh/m²año

Consumo anual estimado

46,30 kWh/m²año

Consumo anual estimado

Emitido por: Ayuntamiento de la región de Prahova –
Dirección de Urbanismo y Planificación del Territorio

Responsable: Rodan

Sello y firma:

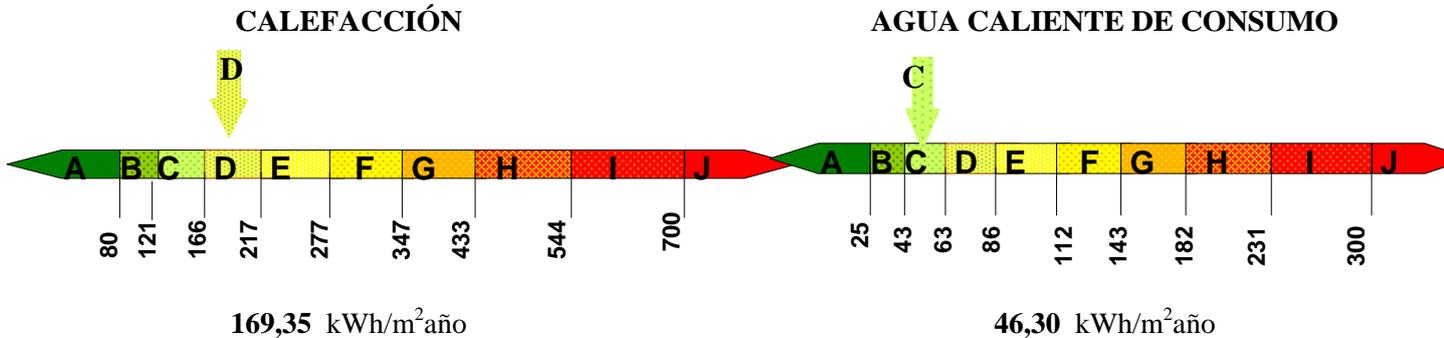
Fecha: noviembre 2006

Nº archivo de evaluación energética: 44/2006

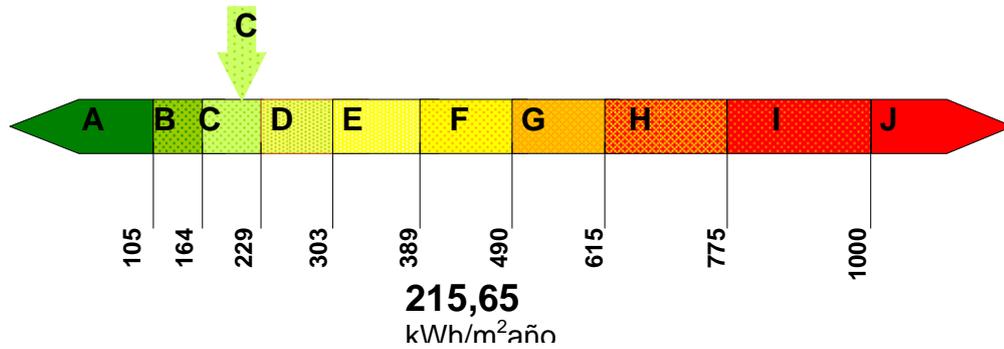
Sello y firma del experto:

DATOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Tabla de clasificación energética del edificio en función del gasto anual específico de energía:



TOTAL NECESIDAD DE ENERGÍA

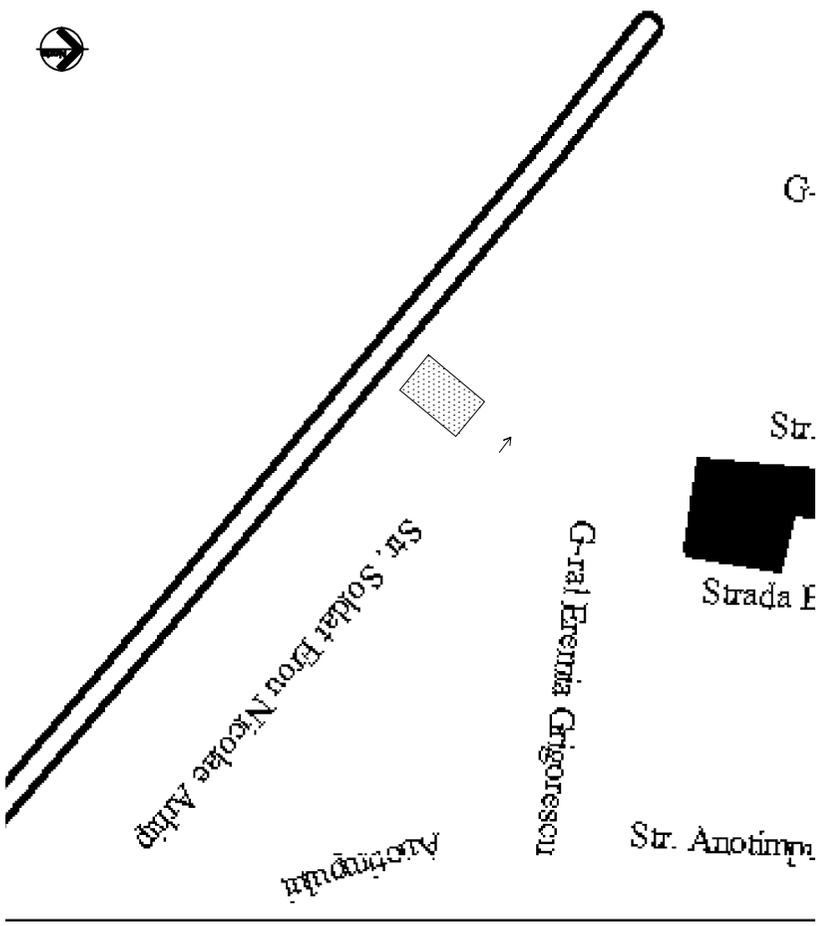


Evaluación energética del edificio de referencia		Evaluación energética del edificio eficiente	
Gasto de energía – calefacción y agua caliente de consumo	Nota: 81	Gasto de energía – calefacción y agua caliente de consumo	Nota: 93
219,90 kWh/m²año		146,325 kWh/m²año	
Índice de necesario de calor correspondiente al edificio:	98,85 kWh/m ² año	Índice de necesario de calor correspondiente al edificio:	76,89 kWh/m ² año

• **Penalizaciones concedidas al edificio estudiado y motivación de éstos:**

- p₀ = 1,25**
- p₂ = 1,01** puerta de acceso no tiene brazo retráctil, pero está siempre cerrada;
- p₃ = 1,02** ventanas/ puertas en buen estado, pero no estancas;
- p₄ = 1,02** más de un cuarto de los sistemas de ajuste de los radiadores fijos no funcionan;
- p₅ = 1,05** los radiadores fijos han sido limpiados más de tres años atrás;
- p₆ = 1,03** las columnas de calefacción no están previstas con sistemas de evacuación;
- p₈ = 1,05** enlucido exterior despedazado en parte;
- p₉ = 1,05** las paredes exteriores llevan manchas de humedad.

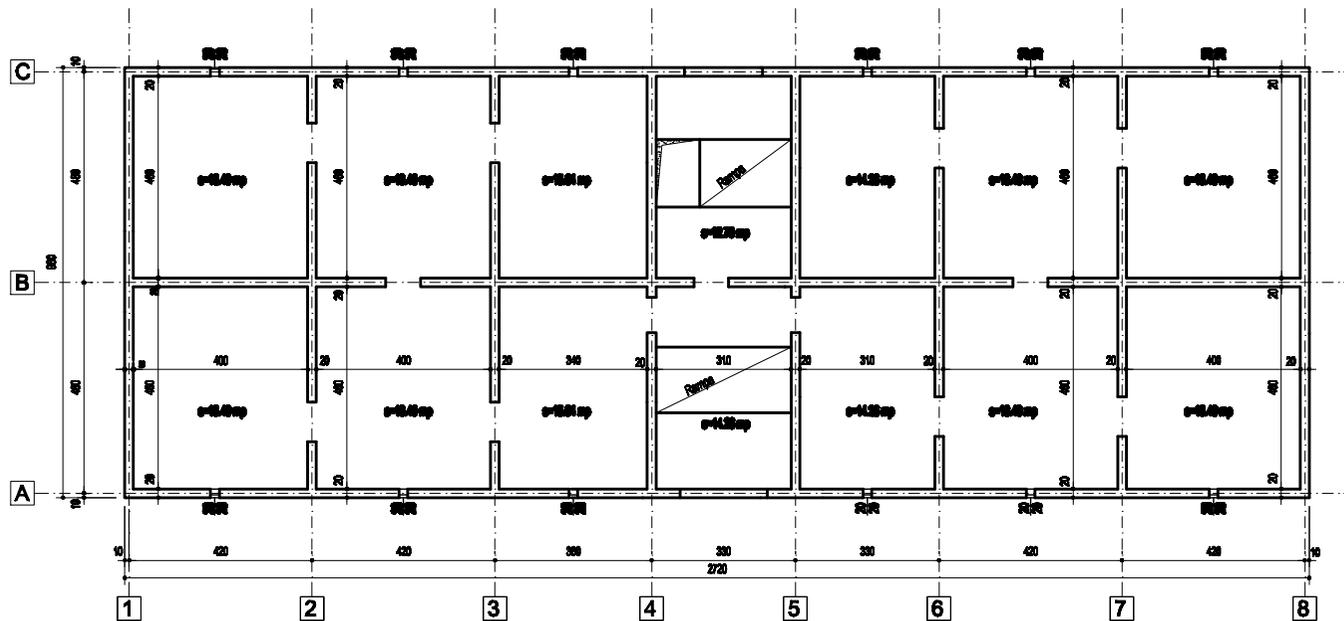
NOTA: Período de validez del presente Certificado Energético es de 5 años a partir de la fecha de su emisión.



PLAN GENERAL

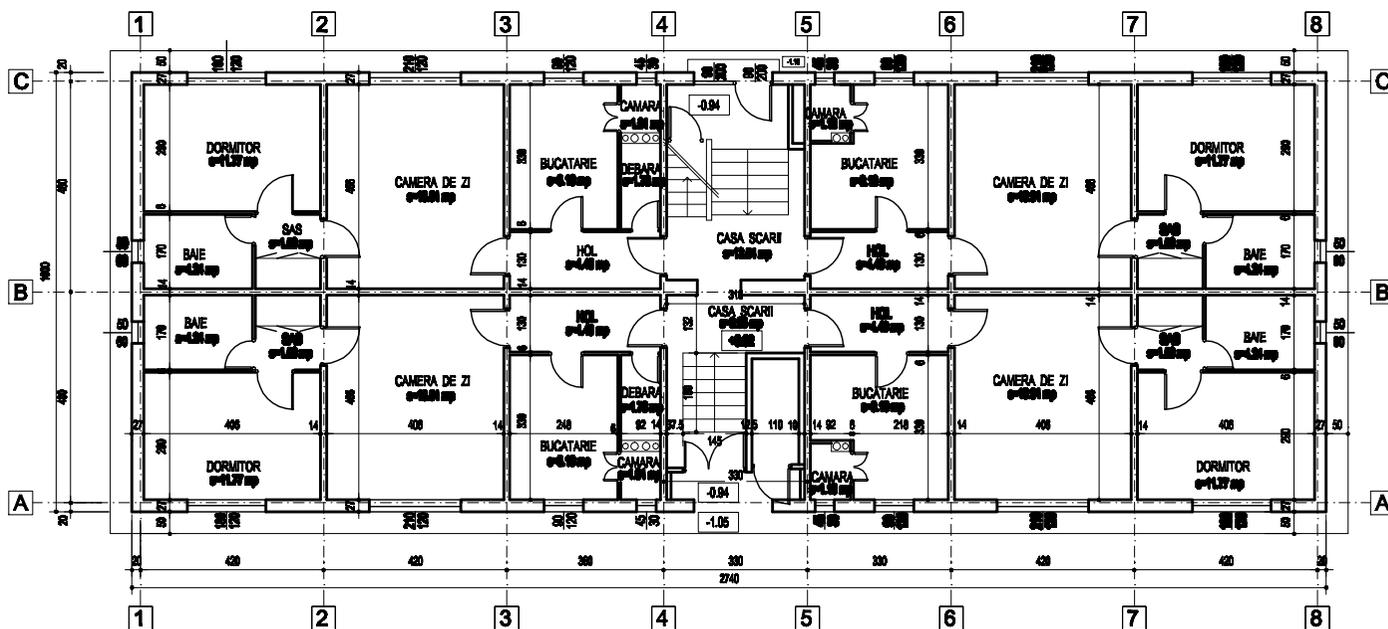
Revizuit:	Data:	Semnalura:
PRIMARIA MUNICIPULUI PLOIESTI		
Actizitor	REABILITAREA TERMICA Bloc M4-str.Soldat Erou ARHIP NICOLAENr. 7D	
Proiect	 IPCT <small>INSTITUTUL DE PROIECTARE, CERCETARE SI TEHNICA DE CALCUL IN CONSTRUCTII</small>	
Proiectant General	<small>Str. Tudor Arghezu nr.21, 060543-BUCURESTI Tel: (0021) 316 10 00 Fax: (0021) 316 33 33 www: http://www.ipct.ro</small> 	
Nr. proiect:	Sef Proiect:	Proiectat:
21/4/2007	Ing. Daniela Venet	Ing. Daniela Venet
Desenat:		Verificat:
teh.Ancea Vinilia		Ing. Alexandra Patut
Data:	Faza:	Scara:
10/2007	SF.	1:50
Plan general		Nr.:
A-01		

Acest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reproduc sau utilizat, partial sau in intregime decat cu acordul scris al IPCT-SA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat.



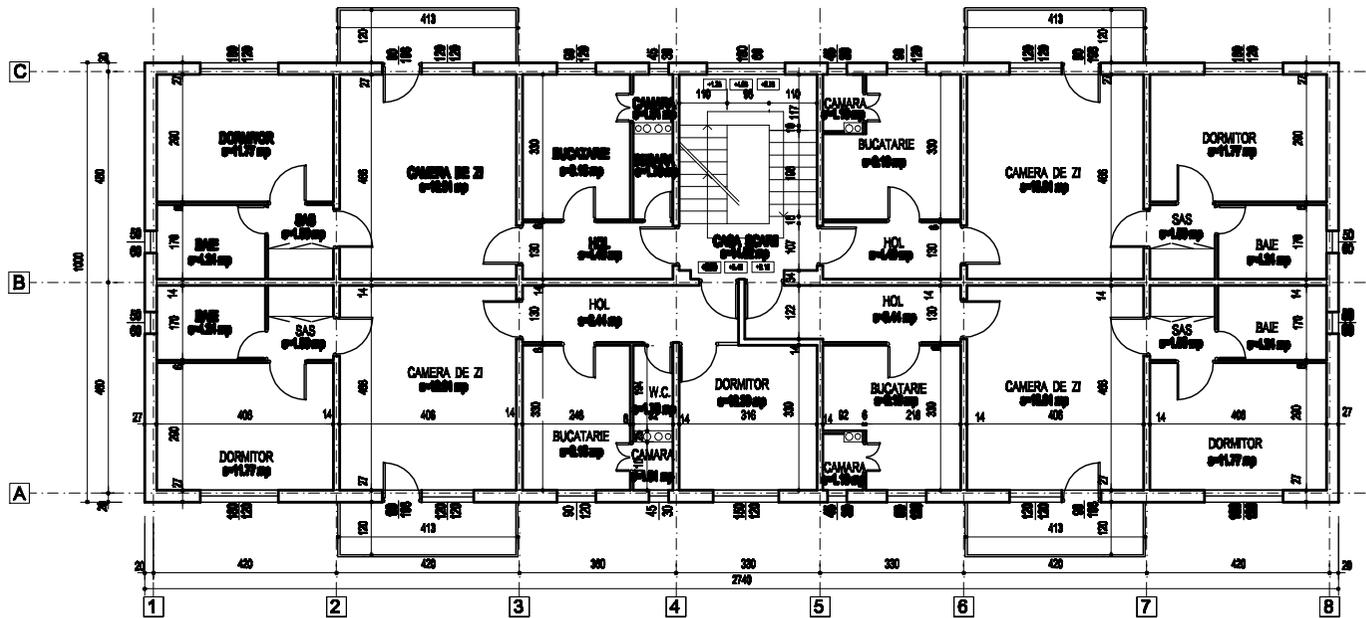
SÓTANO

Revizuit		Data		Semnatura	
Achizitor		PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI			Nr. contract 16303/2007
Proiect		REABILITAREA TERMICA Bloc M4 - str. Soldat Erou ARHIP NICOLAE nr. 7D			
Proiectant General		 <small>Str. Tudor Arghezi nr. 21, 200943-BUCURESTI TEL: 000211 31 16 10 00 000211 31 16 10 00 FAX: 000211 31 16 10 00 www.ipct.ro</small> 			
Nr. proiect 214/2007	Sef Proiect Ing. Daniela Varvat	Proiectat Ing. Daniela Varvat	Desenat teh. Anca Virtile	Verificat Ing. Alexandra Patrut	
<small>Accest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reproduc sau utilizat, partial sau in intregime decat cu acordul scris al IPCT-BA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat</small>		Data 10/2007	Faza S.F.	Scara 1:100	Titlul desenului Plan subsol
					Nr. AR-03



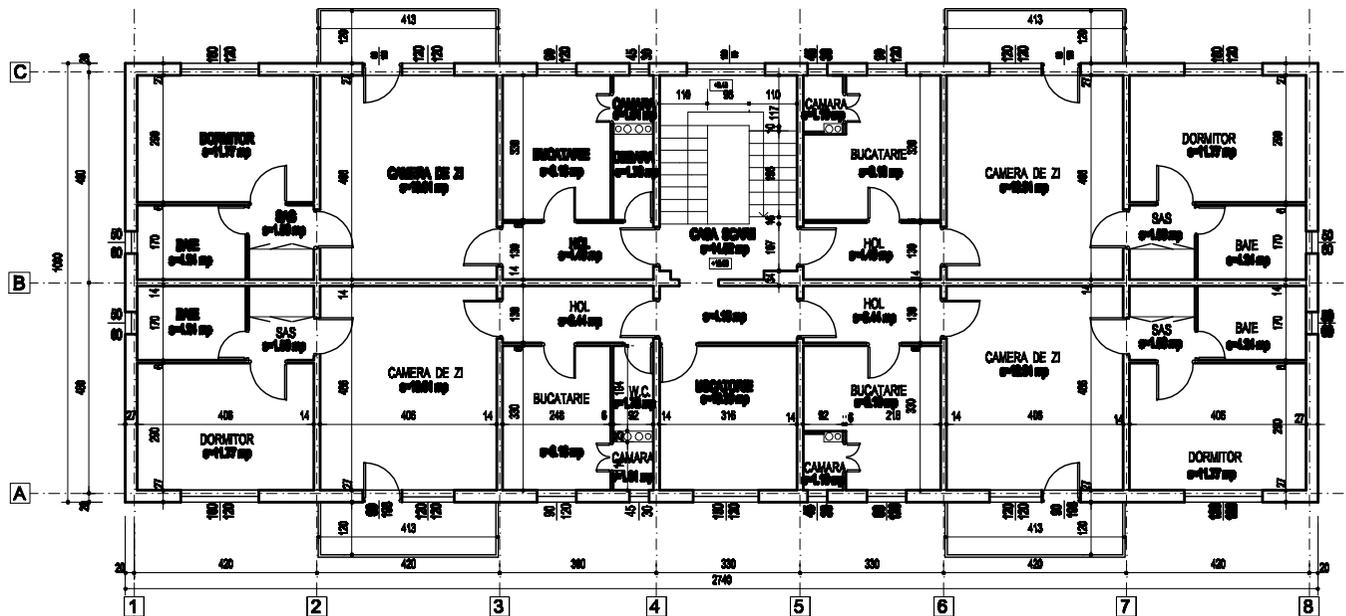
PLANTA BAJA

Revizuit:	Data:		Semnatura:	
Achizitor	PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI			Nr. contract 10303/2007
Proiect	REABILITAREA TERMICA Bloc M4 - str. Soldat Erou ARHIP NICOLAE nr. 7D			
Proiectant General	IPCT <small>INSTITUTUL DE PROIECTARE, CERCETARE SI TEHNICA DE CALCUL IN CONSTRUCTII</small>			
Nr. proiect 214/2007	Sef Proiect Ing. Daniela Versat	Proiectat Ing. Daniela Versat	Desenat teh. Anca Vintila	Verificat Ing. Alexandra Patrut
Data: 10/2007		Faza: S.F.		Scara: 1:100
<small>Acest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reproduces sau utilizat, partial sau in intregime, decat cu acordul scris al IPCT-BA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat.</small>				Titlul desenului Plan parter AR-04



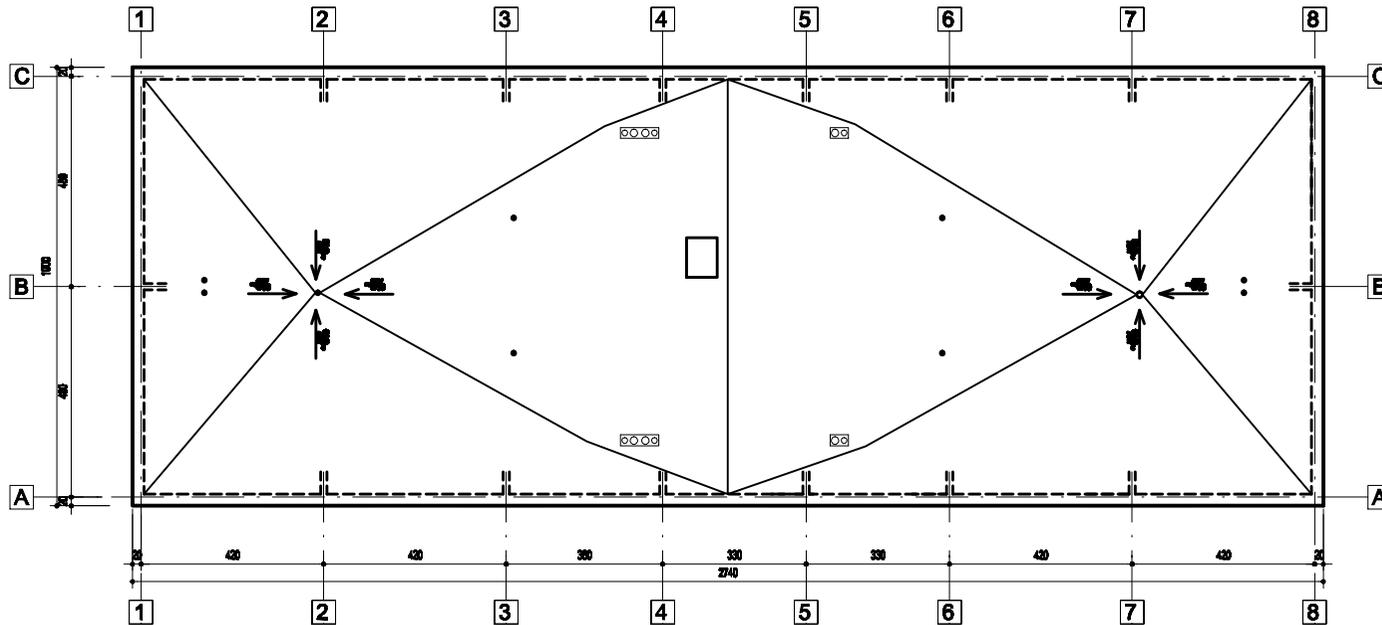
PLANTA CORRIENTE

Revizuit		Data:		Semnatura		
Achizitor		PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI				Nr. contract 18363/2007
Proiect		REABILITAREA TERMICA Bloc M4 - str. Soldat Erou ARHIP NICOLAE nr. 7D				
Proiectant General		 <small>Str. Tudor Arghezi nr. 21, 06004-BAICIULESTI Tel: 40521 7016 30 00 Fax: 40521 516 11 11 www.ipct.ro</small>				
Nr. proiect 214/2007	Sef Proiect Ing. Daniela Venet	Proiectat Ing. Daniela Venet	Desenat teh. Anca Virtile	Verificat Ing. Alexandra Patrut		
Data: 10/2007		Faza: S.F.	Scara: 1:100	Titlu document N:		
Acest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reproducs sau utilizat, partial sau in intregime deosec cu acordul scris al IPCT-BA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat				10/2007	S.F.	
				Plan etaj curent	AR-05	



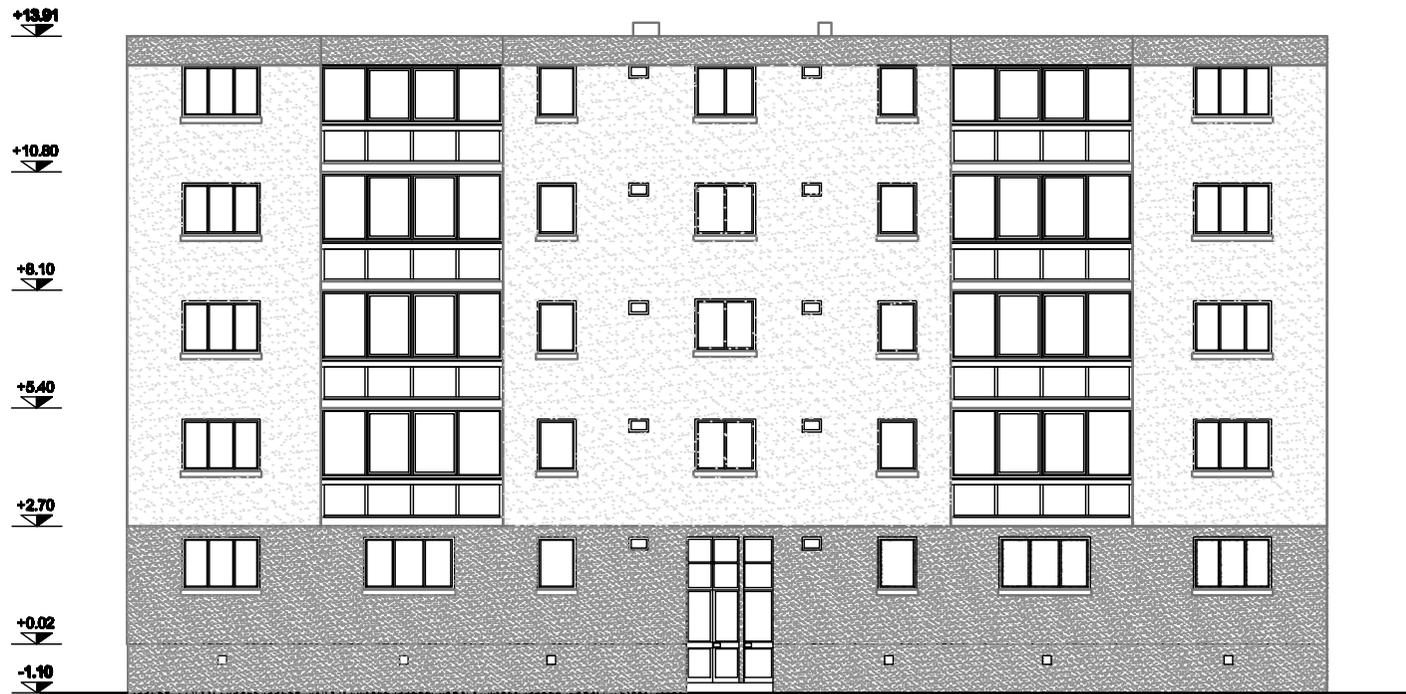
ULTIMA PLANTA

Revizuit	Data		Semnatura	
Achizitor	PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI			Nr. contract 18383/2007
Proiect	REABILITAREA TERMICA Bloc M4 - str. Soldat Erou ARHIP NICOLAE nr. 7D			
Proiectant General	 <small>Str. Tudor Arghezu nr. 21, 020834 BUCURESTI Tel: 00211 318 3020 00211 318 3111 Fax: 00211 318 3033 www.ipct.ro</small>			
Nr. proiect 214/2007	Sef Proiect Ing. Daniela Venat	Proiectant Ing. Daniela Venat	Desenat teh. Anca Vintila	Verificat Ing. Alexandra Patrut
Anexa desen (pe informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reproduc sau utilizat, partial sau in intregime decat cu acordul scris al IPCT-SA, si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat.			Data 10/2007	Scara S.F.
			1:100	Plan etaj 4
				AR-06



PLAN DE LA CUBIERTA

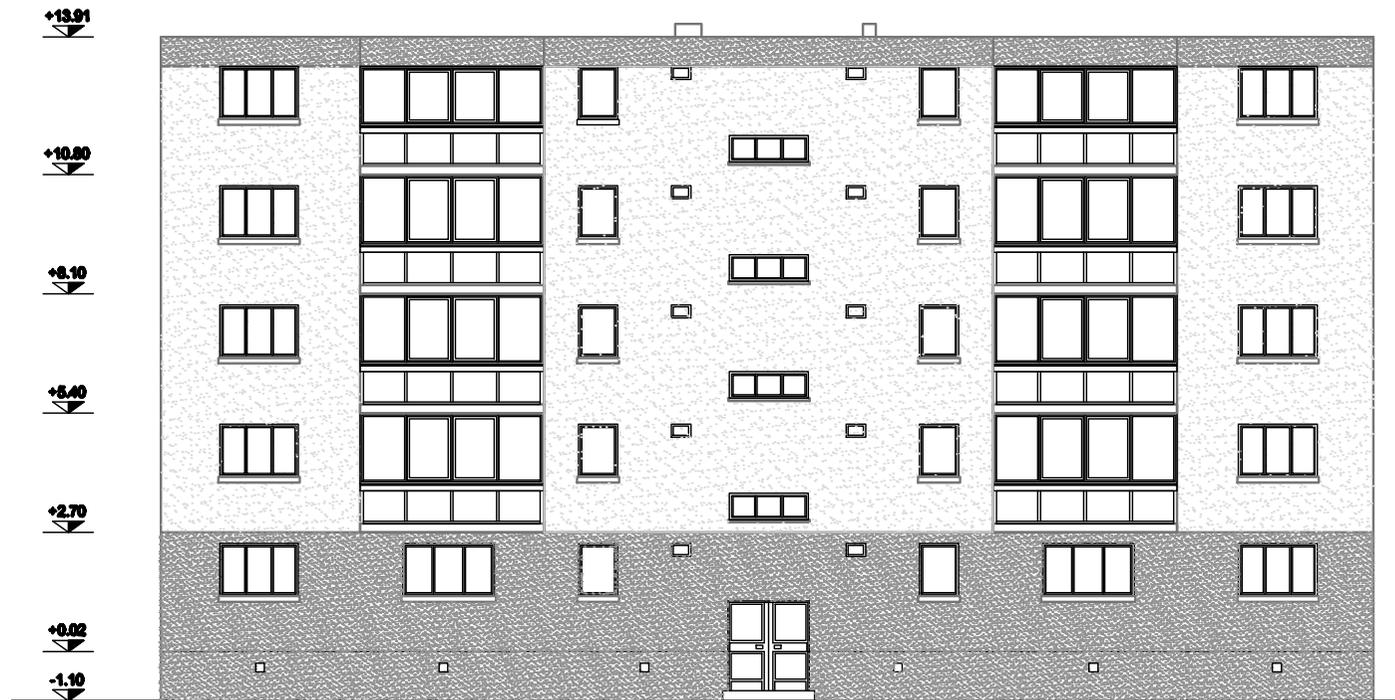
Revizuit		Data		Comanda	
Achizitor		PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI			Nr. contract 16383/2007
Proiect		REABILITAREA TERASEI Bloc M4-str.Soldat Erou ANIP NICOLAE nr. 7D			
Proiectant General		IPCT <small>SIR: Turbii Anghel nr. 01, CODOLBANI, JALOWITSI TEL: 0231 71 21 10 00 FAX: 0231 71 21 11 00 www.ipct.ro</small>			
Nr. proiect 214/2007	Sef Proiect Ing. Daniela Venet	Proiectat Ing. Daniela Venet	Desenat Ing. Daniela Venet	Verificat Ing. Alexandra Patrut	
Data 10/2007		Faza S.F.	Scara 1:50	Titlul documentului Plan terasa AR-07	
<small>Acest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reprodus sau utilizat, partial sau in intregime decat cu acordul scris al IPCT-SA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat.</small>					



FACHADA PRINCIPAL

PROPUNERE

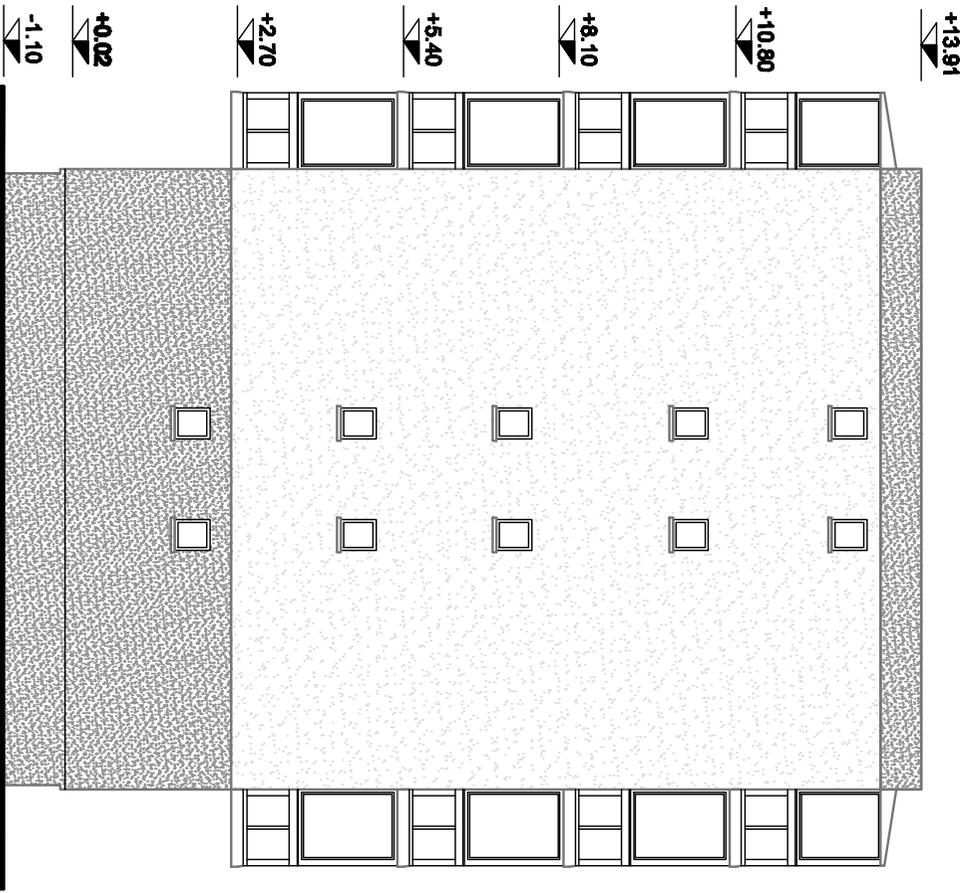
Revizuit:	Data:		Semnatura:	
Achizitor	PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI			Nr. contract 1630/2007
Proiect	REABILITAREA TERMICA Bloc M4-str.Soldat Eroii ARMP NICOLAE nr. 7D			
Proiectant General	 <small>Str. Tudor Arghezi nr 21 02064-04 IUCULESTI Tel: 00238 7336 70 00 Fax: 00238 7336 71 11 www.ipct.ro</small> 			
Nr. proiect 214/2007	Sef Proiect Ing. Daniela Verut	Proiectat Ing. Daniela Verut	Desenat Ing. Anca Virbila	Verificat Ing. Alexandra Patrut
Data: 10/2007		Faza: S.F.	Scara: 1:100	Titlul desenului Fatada principala
<small>Acest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reproduces sau utilizat, partial sau in intregime decat cu acordul scris al IPCT-SA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat.</small>				Nr.: AR-08



FACHADA POSTERIOR

PROPUNERE

Revizuit:	Data:		Semnatura:	
Achizitor	PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI			Nr. contract 65982/07
Proiect	REABILITAREA TERMICA Bloc M4-str.Soldat Eroii ARHIP NICOLAE nr. 7D			
Proiectant General	 <small>Str. Tudor Arghezi nr 21, 60084 PLOIESTI Tel: (0237) 316 10 00 (0237) 316 11 11 Fax: (0237) 316 33 33 www.ipct.ro</small> 			
Nr. proiect: 214/2007	Self Proiect ing. Daniela Venet	Proiectat ing. Daniela Venet	Desenat teh.Anca Vintile	Verificat ing. Alexandra Patru
<small>Acest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reprodus sau utilizat, partial sau in intregime decat cu acordul scris al IPCT-SA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat.</small>		Data: 10/2007	Faza: S.F.	Scara: 1:100
			Titlul desenului Fatada posterioara	Nr.: AR-09



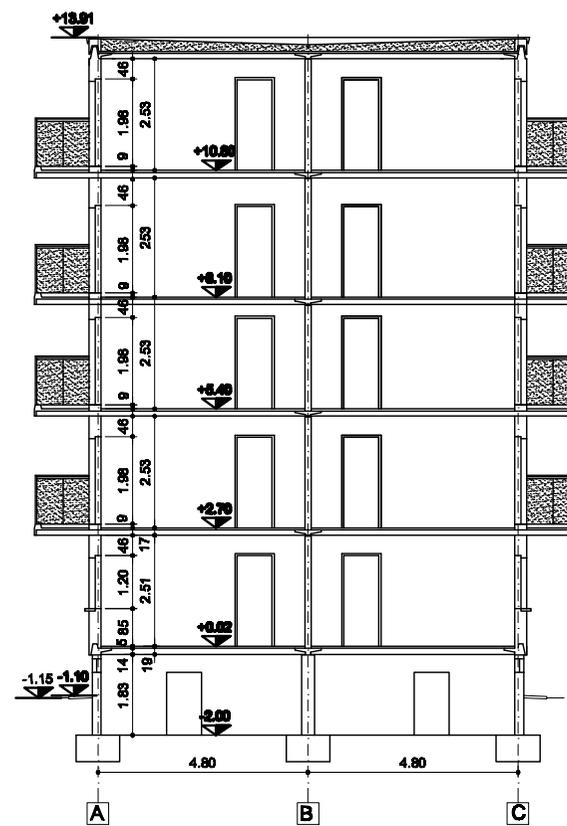
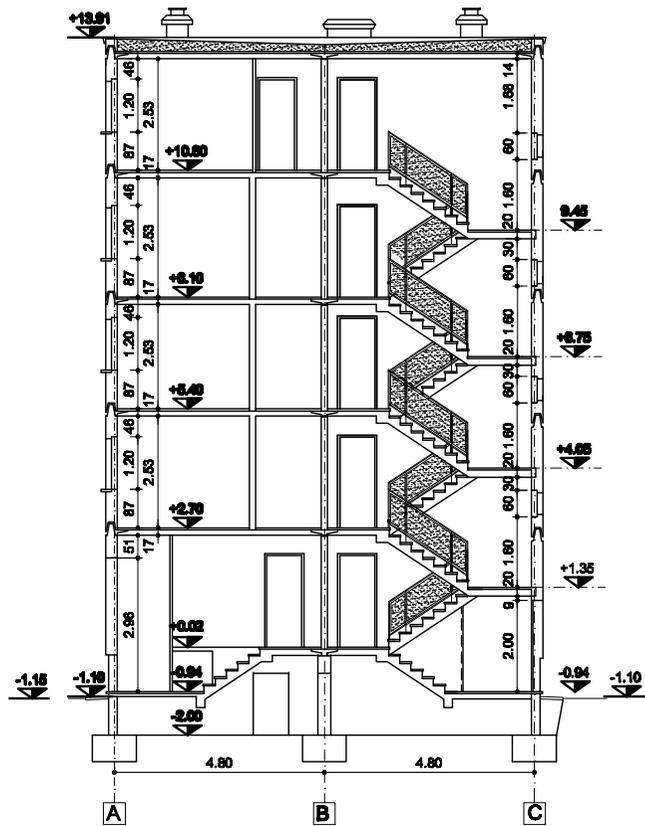
FACHADA LATERAL

PROPUNERE

Revizuit:	Date:	Samnatura
Achizitor	PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI	
Proiect	REABILITAREA TERMICA Bloc M4-str.Soldat Erou ARHIP NICOLAENr. 7D	
Proiectant General	 <small>Str. Tudor Vladimirescu nr.21, 020943-BUCURESTI Tel: (007) 316 10 10 Fax: (007) 316 33 33 www: ipct.ro</small> 	
Nr. proiect: 214/2007	Sef Proiect: Ing. Daniela Venet	Proiectat: Ing. Daniela Venet
Date:	Dessinat: Ing. Anca Virilia	Verificat: Ing. Alexandra Patru
02007	Faza: Scara	Nr.:
S.F.	Titlu document:	
1:100	Fachada laterala	AR-10

Acest desen (si informațiile cuprinse în el) nu poate fi copiat, reprodus sau utilizat, parțial sau în întregime decât cu acordul scris al IPCT-SA și nu va fi folosit în alt scop decât pentru cel pentru care a fost elaborat.

1.00 A4 (210x297)=0.062 mp



SECCIONES TRANSVERSALES

Revizuit	Data		Structura	
Achizitor	PRIMARIA MUNICIPIULUI PLOIESTI			Nr. contract 18383/2007
Proiect	REABILITAREA TERMICA Bloc M4- str. Soldat Erou ARHIP NICOLAE nr. 7D			
Proiectant General	IPCT <small>INSTITUTUL DE PROIECTARE, CERCETARE SI TEHNICA DE CALCUL IN CONSTRUCTII</small> <small>Str. Tudor Arghezi nr.21, 000943-BUCURESTI</small> <small>TEL: (0021) 316 10 00</small> <small>TEL: (0021) 316 09 99</small> <small>WWW.IPCT.RO</small>			
Nr. proiect 214/2007	Seif Proiect ing. Daniela Venat	Proiectat ing. Daniela Venat	Desenat teh. Anca Vintila	Verificat ing. Alexandra Patrut
<small>Accest desen (si informatia cuprinsa in el) nu poate fi copiat, reproduces sau utilizat, partial sau in intregime decat cu acordul scris al IPCT-BA si nu va fi folosit in alt scop decat pentru cel pentru care a fost elaborat.</small>		Data 10/2007	Faza S.F.	Scara 1:50
Titlul desenului Sectiuni transversale				Nr. AR-11

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

A través de la rehabilitación térmica de los edificios de viviendas se quiere mejorar el aislamiento térmico de los elementos de construcción que separan los espacios interiores con calefacción del exterior, así como el rendimiento de las instalaciones interiores de calefacción y de agua caliente de consumo de forma similar a las instrucciones HE1 y HE2 del Código Técnico de la Edificación en España.

Después de una primera evaluación de la estructura de los edificios, se empieza la evaluación energética. Esta fase está comprendida por: el estudio térmico, el certificado térmico y el informe de eficiencia energética. Se puede decir que el certificado energético es el documento y la fase más importante, siendo la base para el proyecto de rehabilitación térmica y energética.

Los proyectos técnicos de rehabilitación térmica logran una mejora del rendimiento energético del edificio y un ahorro de energía que permiten la amortiguación de la inversión en pocos años. Colectivos de especialistas estarán implicados en estos proyectos y, dado que la mayoría de estos edificios se han realizado en base a proyectos tipo, es posible que las soluciones de rehabilitación sean generales.

La monitorización del comportamiento ulterior de los sistemas de rehabilitación térmica en condiciones climáticas reales supone unas investigaciones complejas realizadas por especialistas. Los principales aspectos se refieren a:

- el cumplimiento de las exigencias de confort higrotérmico y ahorro de energía en uso;
- la corrección integral o parcial de los puentes térmicos;
- la disminución de la contaminación del ambiente a través de una mejor calificación energética del edificio;
- la desaparición de la humedad interior;
- la ventilación de los espacios.

BIBLIOGRAFÍA

- /1/ C107-2005 – Normativo para el cálculo termo-técnico de los elementos de construcción de los edificios, 1ª Parte – Normativo para el cálculo de los coeficientes globales de aislamiento térmico en los edificios de viviendas (C107/1).
- /2/ C107-2005 – Normativo para el cálculo termo-técnico de los elementos de construcción de los edificios, 2ª Parte – Normativo para el cálculo de los coeficientes globales de aislamiento térmico en los edificios con otro destino más que de viviendas (C107/2).
- /3/ C107-2005 – Normativo para el cálculo termo-técnico de los elementos de construcción de los edificios, 3ª Parte – Normativo para el cálculo del rendimiento termo-energético de los elementos de construcción de las viviendas (C107/3).
- /4/ C107-2005 – Normativo para el cálculo termo-técnico de los elementos de construcción de los edificios, 4ª Parte – Guía para el cálculo de la eficiencia termo-técnica de los edificios (C107/4).
- /5/ SR 1907-1. Instalaciones de calefacción. Necesario de calefacción calculada. Prescripciones de cálculo.
- /6/ SR 1907-2. Instalaciones de calefacción. Necesario de calefacción calculada. Temperaturas interiores convencionales de cálculo.
- /7/ SR 4839. Instalaciones de calefacción. Número anual de grados-día.
- /8/ STAS 11984-83. Instalaciones de calefacción centralizada. Superficie equivalente térmica de los radiadores térmicos.
- /9/ NP 048-2000. Normativo para la evaluación térmica y energética de los edificios existentes y de las instalaciones de calefacción y agua caliente de consumo correspondientes.

- /10/GT 032-02. Guía para la evaluación térmica y energética de los edificios de viviendas existentes y de las instalaciones de calefacción y agua caliente de consumo correspondientes.
- /11/NP 047-2000. Normativo para la realización del certificado energético de los edificios existentes.
- /12/GT 037-02. Guía para le realización del certificado energético de los edificios existentes.
- /13/NP 047-2000. Normativa para la realización de informes de inspección de eficiencia energética de los edificios existentes y de las instalaciones de calefacción y agua caliente de consumo correspondientes.
- /14/MP 024-2002. Metodología para la realización de informes de inspección de de eficiencia energética de los edificios de viviendas existentes y de las instalaciones de calefacción y agua caliente de consumo correspondientes.
- /15/ STAS 1797/2. Instalaciones de calefacción centralizada. Cálculo de volumen de los radiadores de hierro.
- /16/ C107-2005 – Normativo para el cálculo termo-técnico de los elementos de construcción de los edificios, 5ª Parte – Normativo para el cálculo termo-técnico de los elementos de construcción sobre el suelo (C107/5).
- /17/ C107/6-2002 - Normativo general sobre el cálculo de transferencia de masa (humedad) a través de los elementos de construcción.
- /18/ C107/7-2002 – Normativo para el diseño de estabilidad térmica en los elementos de cubierta de los edificios.
- /19/ C107/0-2002 – Normativo para el diseño y la ejecución de los trabajos de aislamiento térmico de los edificios.
- /20/ P100-92 – Normativo para el diseño antisísmico de los edificios de viviendas, socio-culturales, agrícolas e industriales.

- /21/Mihăilescu, Vintilă H. – *Evoluția geografică a unui oraș – BUCUREȘTI*, (Evolución geográfica de una ciudad – BUCAREST) Ed. Paideia 2003.
- /22/Posea, Grigore/ Ștefănescu, Ioana – *Municipiul București și Sectorul Agricol Ilfov -seria Județele Patriei*, (El Municipio de Bucarest y el Sector Ilfov – de la serie Los distritos del país) Ed. Academiei, Institutul de Geografie
- /23/*Anuarul statistic al României* (Anuario de estadística de Rumanía)
- /24/ *Metodologia de calcul al performantei energetice a cladirilor* (Metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios) Ed. Ministerio de Transporte, Edificaciones y Turismo de Rumanía 2007
- /25/*Energy saving technologies in the building sector. Guidance, Energies*. (Tecnologías de ahorro de energías en el sector de edificaciones. Guía, Energías). Ed. European Commission