

# Mecanismos de desarrollo limpio como respuesta al calentamiento global antropogénico y su aplicación en el sector de la construcción

---

*Posibilidades de ahorro energético y reducción de CO<sub>2</sub> en edificaciones socialistas en Zagreb (Croacia)*

Estudiante: Davor Mauser

Profesor tutor: Alberto Cuchi

Máster: "Arquitectura, Energía y Medio Ambiente"

(Escuela Superior de Arquitectura UPC; Barcelona)

Septiembre 2011



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

<b>1. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Contaminación.....</b>	<b>5</b>
<b>3. La teoría del calentamiento global del IPCC .....</b>	<b>8</b>
3.1 Los modelos matemáticos del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).....	8
3.2 La influencia del CO <sub>2</sub> en el clima de la Tierra .....	9
3.3 Otros causas para el cambio climático aparte del CO <sub>2</sub> .....	9
3.4 La controversia del “hockey stick” .....	10
3.5 Conclusiones .....	11
<b>4. La solución para el calentamiento global.....</b>	<b>12</b>
4.1 La solución para el calentamiento global - Protocolo de Kyoto .....	12
4.1.1 El comercio de derechos de emisión.....	13
4.1.2 La Aplicación conjunta .....	14
4.1.3 El Mecanismo de desarrollo limpio.....	14
<b>5. La atenuación de CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>15</b>
5.1 Los beneficios de la reducción de GEI .....	15
5.2 La atenuación con los mecanismos flexibles del protocolo de Kyoto.....	15
5.3 Las tecnologías para la captura y almacenamiento de CO <sub>2</sub> .....	17
5.4 Proyectos muy cuestionables para reducción de GEI .....	18
5.5 El criterio de la adicionalidad del MDL.....	20
5.6 Las ventajas para los países en desarrollo.....	20
5.7 El “Incentivo perverso” en el MDL .....	21
5.8 Conclusión.....	22
<b>6. El MDL y el sector de la construcción.....</b>	<b>24</b>
6.1 “Programas de actividades” PoA .....	27
6.2 Metodología para monitorizar la reducción de GEI .....	27
6.3 Conclusión.....	28
<b>7. El MDL y la edificación socialista.....</b>	<b>29</b>
7.1 Descripción de los edificios socialistas en el barrio Zapruđe de Zagreb .....	29
7.2 Ventajas de los edificios socialistas para proyectos de MDL (basadas en los edificios socialistas de Zagreb).....	31
7.3 Ahorro energético en el uso de los edificios.....	31
7.4 Medidas para reducir pérdidas de calor.....	32

7.4.1	Mejorar la fachada (el aislamiento y la U de las ventanas).....	32
7.4.2	Instalacion de calorímetros.....	33
7.4.3	Instalacion de colectores solares (CS) – para ACS.....	34
7.4.4	La ventilación mecánica con recuperación de calor (VRC).....	35
<b>7.5</b>	<b>Medidas para el ahorro de energía eléctrica.....</b>	<b>36</b>
7.5.1	Uso de electrodomésticos de bajo consumo.....	37
7.5.2	Uso de bombillas de bajo consumo.....	37
7.5.3	Instalacion de las placas fotovoltaicas.....	37
7.5.4	Medidas alternativas (cambio de constumbres).....	38
<b>7.6</b>	<b>El orden de aplicación de las medidas.....</b>	<b>39</b>
<b>7.7</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>39</b>
<b>8.</b>	<b><i>Cálculo de ahorro energético para un piso de referencia.....</i></b>	<b>40</b>
<b>8.1</b>	<b>Cálculo de ahorro de la energía térmica.....</b>	<b>40</b>
8.1.1	Fase 1 – instalacion de los calorímetros y las válvulas con termostato.....	40
8.1.2	Fase 2 - Cambio de la fachada.....	40
8.1.3	Fase 3 – instalación de colectores solares.....	41
8.1.4	Cálculo.....	41
<b>8.2</b>	<b>Cálculo de ahorro de la energía eléctrica.....</b>	<b>42</b>
8.2.1	Ahorro de energía en electrodomésticos.....	42
8.2.2	Ahorro de energía para iluminación.....	42
<b>8.3</b>	<b>Ahorro energético total del piso de referencia.....</b>	<b>43</b>
<b>9.</b>	<b><i>Cálculo de la reducción de CO<sub>2</sub> y rentabilidad de las medidas.....</i></b>	<b>44</b>
9.1	Cálculo del CO <sub>2</sub> producido por las medidas aplicadas.....	45
9.2	Calculo de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	46
9.3	Escenario de ahorro energético a largo plazo.....	46
9.4	Ahorro energético de todo el barrio.....	49
9.5	Rentabilidad de inversion.....	50
9.6	Motivacion para el ahorro energético.....	50
9.7	La propuesta de motivacion para el ahorro energético.....	50
9.8	Conclusiones.....	53
<b>10.</b>	<b><i>Conclusiones.....</i></b>	<b>54</b>
	<b><i>Bibliografía:.....</i></b>	<b>56</b>

**APENDICE I - cálculos**

---

<b>1. Cálculo del valor “U” de las fachadas</b> .....	<b>60</b>
1.1 Cálculo del valor “U” de la fachada original .....	60
1.2 Cálculo del valor “U” de la fachada nueva .....	61
1.3 Cálculo del valor “U” de la fachada nueva según la legislativa presente.....	62
1.4 Calculo de “U” global del edificio.....	63
1.5 Comparacion de los “U” de las fachadas.....	63
<b>2. Cálculo del consumo energético de electricidad</b> .....	<b>64</b>
2.1 Análisis de la factura de electricidad para el piso referente .....	64
2.2 Cálculo de consumo energético basado al supuesto uso de los electrodomesticos y iluminacion.....	65
2.3 Cálculo de consumo energético y ahorro energético real – basado a las facturas.....	67
2.4 Cálculo de la energia producida por una placa fotovoltaica de 1.5m <sup>2</sup> .....	69
<b>3. Cálculo del consumo energético de calefacción y ACS</b> .....	<b>70</b>
3.1 Gastos por el año 2010 y separación del gastos a gastos fijos y el consumo de energia para ACS y para calefacción .....	70
<b>4. Calculo del precio y las emisiones de las medidas</b> .....	<b>72</b>
4.1 Precio y emisiones de CO <sub>2</sub> para la renovacion con medidas del ahorro energetico .....	72
4.3 Precio y emisiones de CO <sub>2</sub> para la renovacion normal (sin medidas de ahorro energetico) 74	
<b>5. Calculo de rentabilidad</b> .....	<b>75</b>
5.1 Cálculo de ahorro energetico para un piso, un edificio y un bario .....	75

**APENDICE II - datos climáticos: zagreb (Croacia)**

---

<b>1. Ubicación</b> .....	<b>77</b>
<b>2. Temperatura</b> .....	<b>78</b>
<b>3. Precipitaciones</b> .....	<b>79</b>
<b>4. Humedad</b> .....	<b>80</b>
<b>5. Viento</b> .....	<b>80</b>

## 1. Introducción

En la actualidad la contaminación medioambiental sea quizás el problema más grave a nivel mundial. Cada día se habla de calentamiento global antropogénico, y cómo va a cambiar nuestro mundo. El calentamiento global no sólo influirá en el medioambiente, sino también en nuestra sociedad, en la evolución futura de la política, la economía y, por supuesto, en nuestro caso, de la arquitectura. Para ser conscientes de la seriedad de este problema necesitamos entender las razones, las causas y las consecuencias que puedan derivarse.

El objetivo de esta tesina es analizar y cuestionar los hechos relacionados con el calentamiento global. Identificaremos los problemas, las diferencias y las opiniones opuestas, cuál es la realidad en que vivimos y qué podemos hacer, cuál puede ser nuestro papel en relación con el medioambiente.

En primer lugar vamos a cuestionar la teoría del calentamiento global y la influencia del CO<sub>2</sub> como su principal impulsor, qué teorías existen sobre este tema y en qué están basadas. Además, analizaremos los mecanismos existentes, y también en proceso de adopción, para la reducción de CO<sub>2</sub>, cómo deberían funcionar y funcionan oficialmente, y cómo funcionan en realidad y, lo más importante, si la disminución con estos mecanismos va a reducir la contaminación.

Finalmente, abordaremos cuál es la potencia teórica de estos mecanismos aplicados dentro del sector de la construcción y qué se puede hacer en realidad desde el punto de vista de la arquitectura y la ingeniería para reducir la contaminación. Para verificar estas posibilidades haremos un análisis de la renovación de un barrio de arquitectura socialista en Zagreb y veremos qué posibilidades existen y cuánta energía y CO<sub>2</sub> podemos ahorrar y reducir. Además analizaremos el atractivo de esas posibilidades y la motivación de la gente para empezar con estos tipos de proyectos energéticos.

## 2. Contaminación

Hoy en día uno de los problemas más graves es la contaminación del medio ambiente. Nuestra influencia en el cambio del medio ambiente es enorme. La vida que llevamos está basada en la producción y el consumo. Cada una de nuestras actividades deja una huella ecológica a nuestro alrededor y cada día es más obvio que este comportamiento no puede continuar sin consecuencias para nosotros mismos.

Una de las fuentes de contaminación más importantes procede de los combustibles fósiles (CF). Son las fuentes básicas de energía que usamos para la producción y en el desarrollo de nuestra sociedad. En una sociedad industrializada como la nuestra, todos los días se liberan al medio ambiente una gran variedad de contaminantes a partir de fuentes residenciales, comerciales e industriales.

Cada actividad que necesite aporte energético en nuestras vidas está básicamente conectada al uso de combustibles fósiles y, por lo tanto, los CF son la causa de la mayoría de problemas medioambientales.

La quema de combustibles fósiles a parte de CO<sub>2</sub> produce también otros contaminantes del aire, tales como los óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados. La producción de la electricidad, por ejemplo, tiene graves consecuencias para el medio ambiente. Es la causa de smog, lluvia ácida y la fuente de emisiones de mercurio –por ejemplo, la mayor fuente de mercurio en Canadá proviene del sector de las plantas de energía eléctrica que queman combustibles fósiles (1). Los combustibles fósiles también contienen materiales radiactivos, principalmente uranio y torio, que se liberan en la atmósfera. En el año 2000, alrededor de 12.000 toneladas métricas de torio y 5.000 toneladas de uranio fueron liberadas en todo el mundo a partir de la quema de carbón. Se estima que durante el año 1982, la quema de carbón de EE.UU. lanzó 155 veces más radioactividad a la atmósfera que el incidente de Three Mile Island (1). Pero hasta ahora se considera que esta cantidad de radioactividad no tiene mucha influencia en el medio ambiente.

### PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Imagen 1 (2)



Imagen 2 (3)

La recolección, procesamiento y distribución de combustibles fósiles también pueden crear problemas ambientales. Los métodos de la minería del carbón, en particular la eliminación de cima de montaña y la minería a cielo abierto, tienen impactos ambientales negativos, y la extracción de petróleo en alta mar supone un peligro para los organismos acuáticos. Las refinерías de petróleo también tienen impactos ambientales negativos, incluyendo la contaminación del aire y el agua. El transporte de carbón requiere el uso de locomotoras diesel, mientras que el petróleo crudo es

transportado normalmente por buques tanque. Cada uno de ellos requiere de la combustión de combustibles fósiles adicionales.

EXCAVACIÓN DE CARBÓN  
INDIA



Imagen 3 (4)

EXCAVACIÓN DE LAS ARENAS BITUMINOSAS  
CANADÁ



Imagen 4 (5)

A menudo no somos conscientes de la gravedad de este problema para el mundo y de las consecuencias que puede tener para nosotros y nuestro medio ambiente. Estamos rodeados de industria que produce todo tipo de productos peligrosos y los emite al aire, el agua y la tierra, a veces de manera controlada y a veces no. En sólo un accidente en Bhopal (India), en 1984, las emisiones de vapores industriales de la fábrica de Union Carbide, perteneciente a la Union Carbide, Inc., EE.UU., mató directamente a más de 25.000 personas e hirió a alrededor de 150.000 a 600.000 personas. La Organización Mundial de la Salud afirma que 2,4 millones de personas mueren cada año por causas directamente atribuibles a la contaminación del aire. (6)

La producción de energía con represas hidroeléctricas se considera una manera más limpia para la producción de energía pero también influye mucho en la calidad del agua y en la biodiversidad, creando a veces más problemas que ventajas para la gente. Tal vez el mejor ejemplo lo representa la presa de Asuán en Egipto.

Los mismos problemas se detectan con la contaminación del suelo. La contaminación puede tener grandes consecuencias nocivas para los ecosistemas. La aplicación de plaguicidas y la agricultura de plantaciones, especialmente el monocultivo, es uno de los ejemplos de contaminación que supone la contaminación del agua, el suelo y la desaparición de muchas especies animales y vegetales de la zona. (7)

Como todo el ecosistema de la Tierra está interconectado y cada una de nuestras actividades dentro de ella influye finalmente sobre nosotros mismos, deberíamos cambiar nuestro comportamiento con respecto a la naturaleza e intentar preservarla lo mejor posible.

En estos últimos tiempos, cuando se habla de contaminación, se habla de emisiones de CO<sub>2</sub>. Está claro que el CO<sub>2</sub> es un gas que se emite con cada uso de combustibles fósiles y, por lo tanto, lo podemos considerar como un indicio de contaminación. Sin embargo, este gas en realidad no es un contaminante, es un gas natural que existe normalmente en la atmósfera y es muy importante para la vida. El problema es que se trata de un gas de efecto invernadero que junto con el vapor de agua – un GEI mucho más potente– tiene capacidad para absorber la onda larga de la radiación solar y de esta manera subir la temperatura del aire y, por lo tanto, puede influir en el calentamiento global. Esta es la teoría aceptada generalmente por los gobiernos de casi todos los países pero no por todos los científicos, y en muchos puntos de esta teoría no existe todavía un consenso entre los científicos.

Aquí empieza el problema. La lucha contra la contaminación mundial es la lucha contra el CO<sub>2</sub>, mientras que todos los otros contaminantes que verdaderamente influyen directamente en nuestra calidad de vida y en los cambios microclimáticos quedan en un segundo plano. La pregunta es, ¿si queremos de verdad proteger nuestro entorno, porqué no existe un acuerdo mundial para cambiar nuestra forma de producción de energía, comida y todas las actividades que crean contaminación, y sólo existe un acuerdo de atenuación del CO<sub>2</sub>?

Las emisiones de CO<sub>2</sub> deberíamos mirar como un indicador del consumo energético de combustibles fósiles como fuente de emisión y, por lo tanto, un indicador de contaminación medioambiental. En este contexto, la manera más eficiente para reducir la contaminación y las emisiones de Co2 sería reducir la producción de energía de estas fuentes y no solo reducir las emisiones de Co2.

### 3. La teoría del calentamiento global del IPCC

En este capítulo vamos a explicar de forma breve el funcionamiento de los modelos en que está basada la teoría de calentamiento global y las nuevas investigaciones que están en contra de la teoría comúnmente aceptada.

#### 3.1 Los modelos matemáticos del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

La teoría del calentamiento global está basada en numeros supuestos y en los cálculos de modelos matemáticos que son, de hecho, un ecosistema planetario virtual. La idea existente tras estos modelos es el supuesto que si es posible imitar con modelos el clima pasado, es posible que estos modelos también hagan predicciones del clima futuro. Ésta es la única manera para encontrar la diferencia entre el estado del clima hoy y el clima que sería normal sin actividades humanas.

COMPARACIÓN ENTRE MODELOS DE ORDENADOR Y OBSERVACIONES DE LA TEMPERATURA

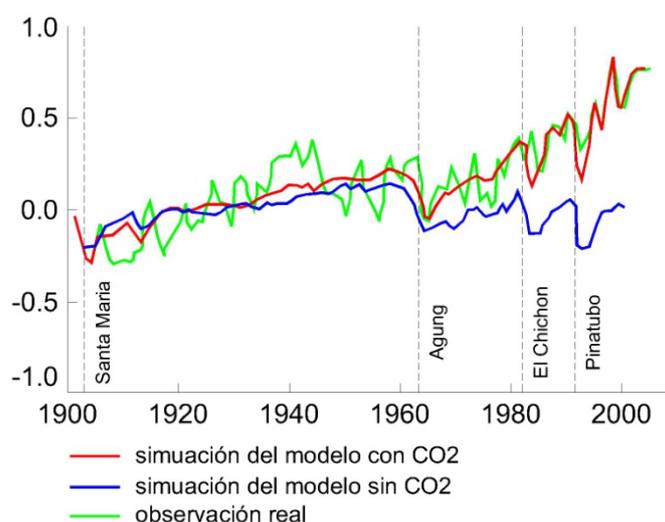


Gráfico 1  
Dibujado según los graficos de referencia (8 pág. 25)

La diferencia en el gráfico es obvia. Cuando se introdujeron las emisiones de CO<sub>2</sub> dentro de los modelos, la predicción climática correspondía al crecimiento de temperatura en este tiempo. Esto era la prueba que el CO<sub>2</sub> incrementa realmente la temperatura global.

Es interesante mencionar que el valor del CO<sub>2</sub> introducido en los modelos ha sido multiplicado en un 300%. Esto lo justifican con el supuesto que el crecimiento del CO<sub>2</sub> va a aumentar la temperatura del aire y que el aire podrá acumular más vapor de agua. Pero al mismo tiempo este vapor de agua no se va a convertir a nubes, que tendrían el efecto opuesto de calentamiento. De hecho, existen nuevas investigaciones que afirman que el crecimiento de CO<sub>2</sub> no aumenta la temperatura proporcionalmente. Es decir que el doble de CO<sub>2</sub> no va a aumentar el doble la temperatura sino que a más CO<sub>2</sub>, menos significativa será su influencia.

Hay que añadir que para que los modelos funcionen se supone que el clima es bastante constante y que no cambia mucho. Sólo de esta manera es posible predecir el futuro basándose en el pasado. (7)

### 3.2 La influencia del CO<sub>2</sub> en el clima de la Tierra

La idea que el CO<sub>2</sub> puede cambiar el clima de la tierra se basa en el gráfico de la temperatura y los niveles de CO<sub>2</sub> través de la historia de la Tierra (Al Gore). En el siguiente gráfico se hace visible esta conexión.

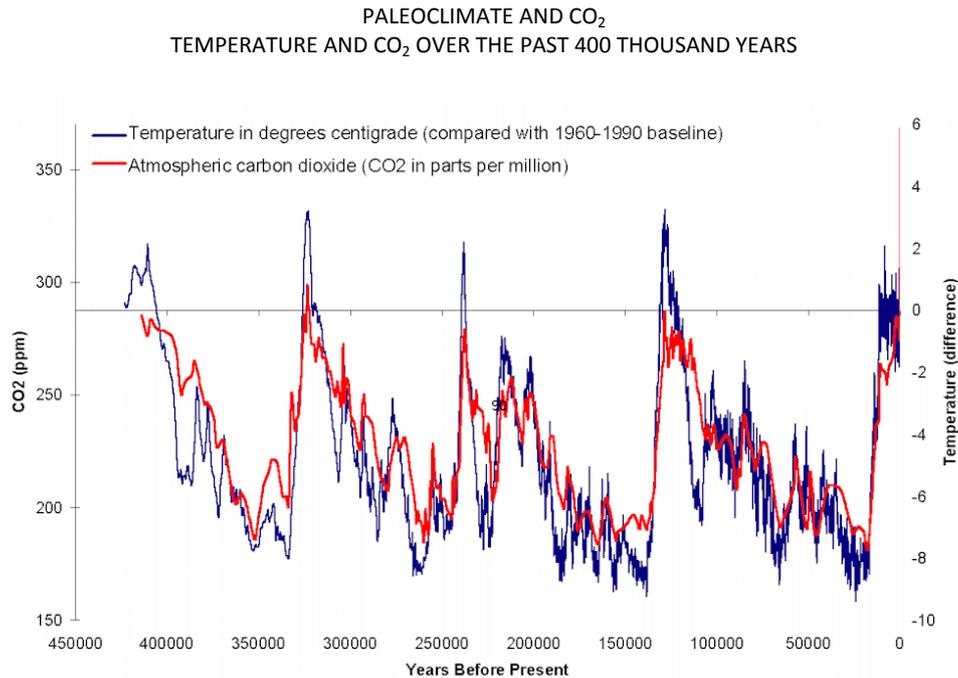


Gráfico 2 (9)

Pero la pregunta es ¿porqué de repente cambia el nivel de CO<sub>2</sub>? y ¿qué conduce a qué, el CO<sub>2</sub> a la temperatura o la temperatura al CO<sub>2</sub>? Según algunas investigaciones la respuesta es muy clara. Si miramos el gráfico más de cerca es visible que la temperatura cambia aproximadamente 800 años antes que el CO<sub>2</sub> (10). Entonces no es el nivel de CO<sub>2</sub> el que cambia el clima sino es la temperatura que cambia el nivel de CO<sub>2</sub> y los cambios de la temperatura están causados por cambios en la órbita de la Tierra.

### 3.3 Otros causas para el cambio climático aparte del CO<sub>2</sub>

Aparte del CO<sub>2</sub> y los gases invernadero hay otras causas naturales que pueden influir en el cambio del clima. Según las investigaciones estas causas son mucho más potentes y probables del calentamiento global.

Es más evidente que todos los sistemas naturales están interconectados y relacionados con el Sol como principal motor del cambio climático. Actividades solares como la radiación de la onda corta de la luz, el número de las manchas solares, los vientos solares (la radiación electromagnética) así como el campo magnético de la tierra influyen mucho en el clima. Por ejemplo, la radiación solar influye en la creación de las nubes y el albedo que después influyen directamente en las

temperaturas y corrientes de los océanos. En el tiempo de crecimiento de la temperatura se ha notado que el albedo (la capacidad de nubes para reflejar la luz) era más bajo, hasta 2%, y que podía llegar a la tierra más radiación solar. Sólo este fenómeno tenía la potencia para calentar la tierra de 4 a 6 veces más que el efecto calculado para el CO<sub>2</sub>. El IPCC no ha introducido este efecto en sus modelos matemáticos sino lo ha introducido albedo como una constante que no cambia. Estos efectos han sido observados desde satélites y existen datos que confirman el aumento de la luz reflectada de la superficie de tierra, pero el IPCC no tiene la confianza en estos datos y dice que no existe un consenso sobre este tema, obviamente muy importante. Esto no deja de ser muy irónico, ya que al final de su informe para los responsables políticos afirma que sí existe consenso entre los científicos.

Es posible percibir aún que todos estos sistemas naturales como océanos y nubosidad cambian en ciclos que están directamente conectados con los ciclos solares. Es verdad que estos ciclos todavía no han sido suficientemente investigados y no está claro cuál es su causa, pero es cierto que existen. Por ejemplo, uno de los más conocidos es el ciclo de calentamiento del Ártico que ocurre cada 60-70 años. Por eso el calentamiento del Ártico no está nada inusual. La temperatura del año 1940 en el Ártico era más alta que en el año 2002. Es un hecho conocido que los vikingos podían criar ganado en el Groenlandia, lo que supone que las temperaturas eran mucho más altas que en la actualidad (8). Además, existen pruebas de que los cambios de la temperatura más importantes en los últimos 4.500 años se produjeron abruptamente –en cuestión de décadas– y por eso los últimos cambios en este contexto no son nada raros (11).

### 3.4 La controversia del “hockey stick”

El IPCC basa su teoría del calentamiento global en el crecimiento de la temperatura en últimos 150-200 años, especialmente durante 20 años entre 1980-2000, en el contexto de la temperatura de los últimos 1.000 años. Esto es visible en el gráfico de temperatura de los últimos 1.000 años llamado “hockey stick” donde casi no se reflejan ni el calentamiento medieval (950–1250) ni la Pequeña Edad de Hielo (1645-1715) haciendo que el período de calentamiento reciente parezca muy raro.

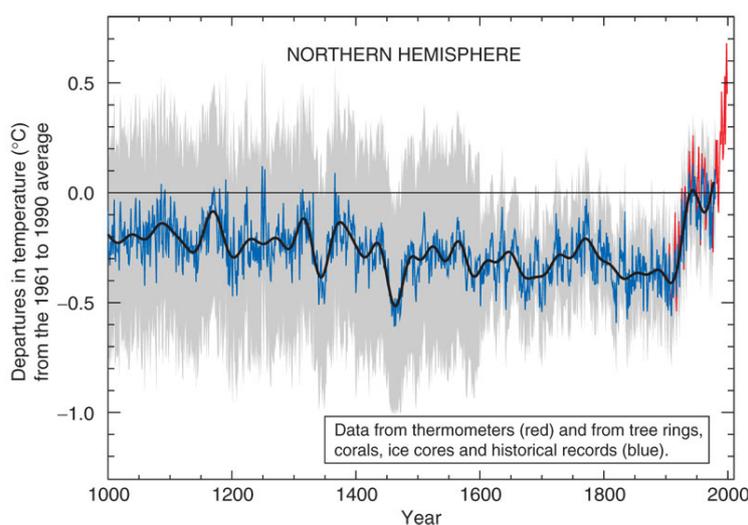


Gráfico 3 (12)

Por esa razón este gráfico ha recibido muchas críticas de los científicos. El problema reside en la manera como ha sido hecho: los datos de la temperatura pasada han sido extraídos de elementos

naturales (hielo, anillos de los arboles, corales, etc.) y suponían que el crecimiento de estos organismos depende sólo de la temperatura. Ahora el IPCC admite que este gráfico no muestra la temperatura real y que la temperatura variaba mucho más. De hecho, la temperatura en el período del calentamiento medieval podría haber sido igual o incluso superior a la actual. (8)

### **3.5 Conclusiones**

En los últimos 10 años la temperatura ha dejado de subir, coincidiendo nuevamente con las actividades solares, y el IPCC admite que sus modelos no han predicho esta detención de crecimiento de la temperatura, aunque lo justifican con una variabilidad natural que no se puede predecir.

Es obvio que es estudio del calentamiento global no es algo cierto y que necesita más investigaciones para que podamos estar seguros de la causa del calentamiento global. Es más que probable que nuevas investigaciones harán de la influencia de los mecanismos naturales relacionados con las actividades solares la explicación más probable para los cambios climáticos, pero el IPCC todavía no acepta estas investigaciones y sigue defendiendo la teoría basada en los modelos matemáticos. Está claro que no existe un consenso entre los científicos sobre este tema. Además, el año 2009, el caso llamado "Climategate" puso en evidencia la manipulación de los datos climáticos por parte de los científicos y minó bastante la credibilidad del IPCC.

El problema es que esta investigación sobre la que el consenso científico es muy cuestionable es presentada a los políticos como algo cierto sobre lo que se puede basar la política mundial. Si esta política pudiera proteger el medio ambiente y reducir la contaminación podría merecer la pena ser continuada. Sin embargo, en los próximos capítulos hablaremos de los mecanismos de esta política y si realmente protege el medio ambiente.

## 4. La solución para el calentamiento global

### 4.1 La solución para el calentamiento global - Protocolo de Kyoto

El protocolo de Kyoto es un acuerdo internacional ratificado por 192 países y firmado por 82 países (13) que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que pueden causar el calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y tres gases industriales fluorados (hidrofluorocarbonos [HFC], perfluorocarbonos [PFC] y hexafluoruro de azufre [SF<sub>6</sub>], en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones del año 1990.

Las negociaciones para conseguir un tratado internacional sobre protección del clima empezaron en 1991 y desembocaron en la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (CMNUCC). La *Convención* fue propuesta a los países para su firma en la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro (Brasil), en junio de 1992, entrando en vigor en marzo 1994. El objetivo de la *Convención* fue estabilizar concentraciones de los gases invernaderos en la atmosfera en los niveles seguros, aunque no establecía ninguna limitación ni mecanismos de aplicación (14 pág. 10).

La convención divide los países en tres grupos:

- Países del Anexo I
- Países del Anexo II
- Países No Pertenecientes al Anexo I.

Los *Países del Anexo I* son los países industrializados que eran miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo) en 1992, además de los países con economías en transición (EIT, en inglés)

Entre los *Países del Anexo II* se cuentan sólo los países de la OCDE del Anexo I. Están obligados a proporcionar recursos financieros a los países en desarrollo para llevar a cabo actividades de reducción de emisiones en virtud de la *Convención* y para ayudarles a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. Además, tienen que "tomar todas las medidas posibles" para promover el desarrollo y la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales a los países con economías en transición y a los países en desarrollo.

Los *Países No Pertenecientes al Anexo I* son en su mayoría los países en vías de desarrollo, los países vulnerables a los impactos adversos del cambio climático y los países que dependen fuertemente de los ingresos de la producción de combustibles fósiles y el comercio. (15)

La *Conferencia de los Miembros* (CM; COP [Conference of Parties], en inglés) es el “órgano supremo” de la *Convención*, es decir, su máxima autoridad con capacidad de decisión. Es una asociación de todos los países que forman parte de la *Convención*. En la tercera reunión de CP (COP 3) en Kyoto (Japón) en 1997, los miembros acordaron establecer el conjunto de obligaciones que constriñen a los *Países del Anexo I* a reducir sus emisiones de gases invernaderos. Los *Países No Pertenecientes al Anexo I* han acordado reducir las emisiones pero bajo el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, lo que significa que no están sujetos al conjunto de obligaciones que constriñen a la reducción de emisiones a un nivel determinado (14 pág. 11)

Para ofrecer a los miembros del Anexo I flexibilidad en la manera de reducir las emisiones se han habilitado tres mecanismos mediante los cuales es posible reducir los gases de efecto invernadero (GEI) y que son conocidos cómo:

- Comercio de derechos de emisión;
- Mecanismo de desarrollo limpio (MDL) (CDM [Clean Development Mechanism], en inglés);
- Aplicación conjunta (AC) (JI [Joint Implementation project], en inglés).

#### 4.1.1 El comercio de derechos de emisión

Los firmantes de los compromisos del Protocolo de Kyoto han aceptado los objetivos para limitar o reducir las emisiones. Estos objetivos se expresan en los niveles de emisiones permitidos, o "las cantidades asignadas," durante el período de compromiso 2008-2012. La cantidad máxima de "las cantidades asignadas" para los Países de Anexo I están enumeradas en el Anexo B del Protocolo de Kyoto. Las emisiones permitidas se dividen en "unidades de cantidad atribuida" (UCA o AAU, en inglés).

El comercio de emisiones, tal como se establece en el Artículo 17 del Protocolo de Kyoto, permite a los países que tienen unidades de emisiones de sobra (las unidades de emisiones que les han sido adjudicadas pero no "utilizadas") vender este exceso de capacidad (unidades) a los países que han superado sus emisiones permitidas de GEI. Por lo tanto, fue creado un nuevo producto en forma de reducción de emisiones y absorciones. Ya que el dióxido de carbono es el principal gas invernadero, se habla simplemente de comercio de carbono, el cual ahora se negocia como cualquier otra mercancía. Esto es conocido como el "mercado de carbono".

Junto a la UCA existen otras unidades de comercio en el mercado de carbono:

- la Unidad de Absorción (UDA) sobre la base del uso de la tierra, uso de la tierra y silvicultura, por ejemplo, la reforestación;
- la Unidad de Reducción de Emisiones (URE) generadas por un proyecto de "aplicación conjunta";
- la Reducción de Emisiones Certificadas (CER) generadas a partir de una actividad de proyecto de "Mecanismo para un desarrollo limpio".

#### 4.1.2 La Aplicación conjunta

Los principios básicos de “aplicación conjunta” están definidos en el Artículo 6 del Protocolo de Kyoto. Los Países del Anexo I con compromiso de reducir los GEI pueden implementar un proyecto de reducción o eliminación en el territorio de otros países del Anexo I con el compromiso de reducir los GEI. El país que implementa un proyecto, consiguientemente, puede incluir URE en el cumplimiento de su propio objetivo de Kyoto. La mayoría de los proyectos AC se han implementado en los países EIT.

#### 4.1.3 El Mecanismo de desarrollo limpio

Los principios básicos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) están definidos en el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto. El MDL ofrece a los *Países del Anexo I* implementar un proyecto de reducción o eliminación de GEI en el territorio de otro país No Perteneiente al Anexo I. Consiguientemente, el país que implementa un proyecto puede contar CER en el cumplimiento de su propio objetivo de Kyoto.

Además, el MDL ayuda a los países de acogida (países en desarrollo) a beneficiarse de la transferencia de tecnología y establecer su propio desarrollo sostenible:

“The purpose of the clean development mechanism shall be to assist Parties not included in Annex I in achieving sustainable development and in contributing to the ultimate objective of the Convention, and to assist Parties included in Annex I in achieving compliance with their quantified emission limitation and reduction commitments under Article 3.”

(Kyoto Protocol Article 12.2) (16)

Estos tres mecanismos basados en el mercado permiten a los países desarrollados ganar y vender los créditos de emisiones tras los proyectos implementados en otros países desarrollados o en países en desarrollo. Estos mecanismos también identifican menor coste de oportunidades para reducir los GEI y atraen la inversión económica del sector privado en la reducción de las emisiones.

## 5. La atenuación de CO<sub>2</sub>

### 5.1 Los beneficios de la reducción de GEI

Según el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), la reducción de gases invernaderos va a evitar los efectos más graves del calentamiento global y además va a resultar en un menor uso de energía y un ahorro económico de los consumidores y de la industria. Además, la mayoría de las estrategias de reducción de GEI han de tener otros beneficios como mejor calidad de aire, seguridad desde el punto de vista energético, la salud, la producción agrícola, la calidad del agua, etc.:

*Many emissions reduction strategies also provide benefits for air quality, energy security, public health, agricultural production, balance of trade, employment, income generation, wealth creation, and poverty alleviation. For example, lower emissions results in reduced air pollution from power plants and factories, leading to substantial health benefits. (17)*

Por estas razones en la reducción de GEI es muy importante el paso a una reducción del uso de fuentes fósiles de energía, que son la principal causa de contaminación ambiental.

### 5.2 La atenuación con los mecanismos flexibles del protocolo de Kyoto

La idea existente tras los mecanismos de flexibilidad es que no es importante de dónde vienen las emisiones de GEI sino sólo la reducción de los mismos. Como los GEI influyen en el calentamiento global de todo el planeta, el lugar donde se emiten los GEI y el lugar donde se reducen no es importante. Por eso la flexibilidad de los mecanismos ofrece a los países desarrollados, que son responsables del 46% de las emisiones globales (17), la oportunidad de reducir primero donde es más fácil y más barato. Esto lo podemos apreciar en el siguiente gráfico, que muestra el crecimiento de CERs de diferentes tipos de proyectos desde principio de la atenuación de GEI.

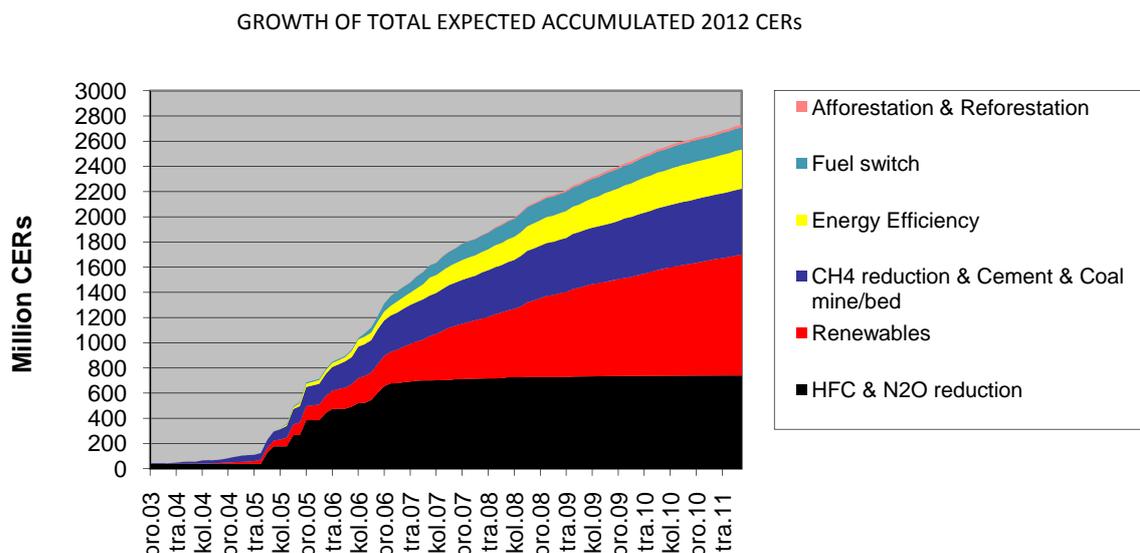


Gráfico 4 (18)

Se aprecia que los proyectos de HFC y N<sub>2</sub>O junto con la reducción de CH<sub>4</sub>, que son los más rentables (relación entre inversión y la ganancia de CERs), son los primeros que comenzaron a reducir GEI en grandes cantidades.

En los siguientes gráficos se observa que sólo el 20% de los proyectos de HFC y N<sub>2</sub>O, junto con la reducción de CH<sub>4</sub>, son responsables del 46% de la reducción total de GEI y que el 64% de los proyectos renovables es responsable del 35% de la reducción total.

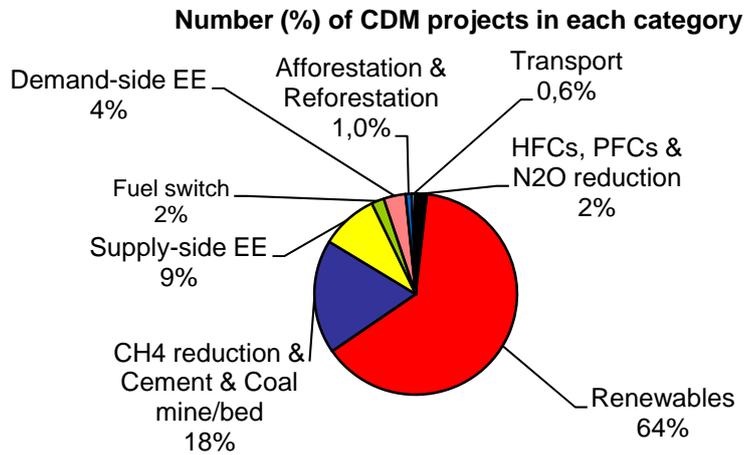


Gráfico 5 (18)

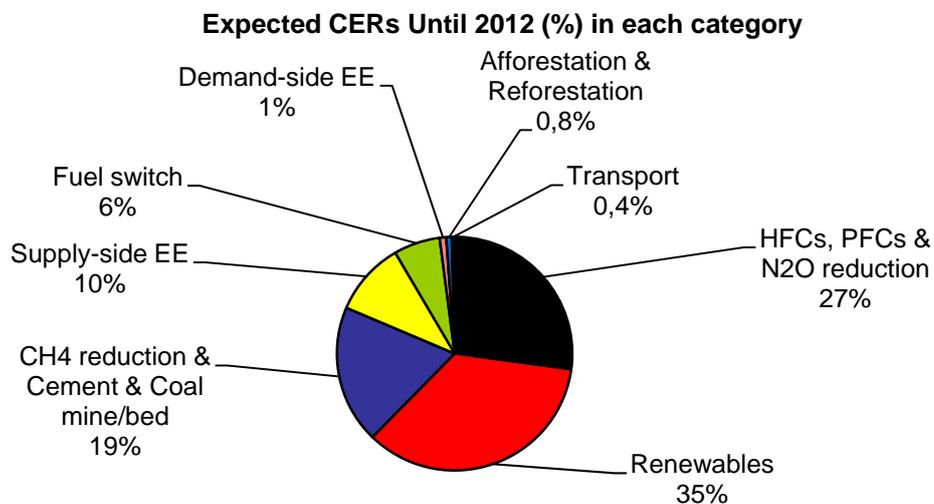


Gráfico 6 (18)

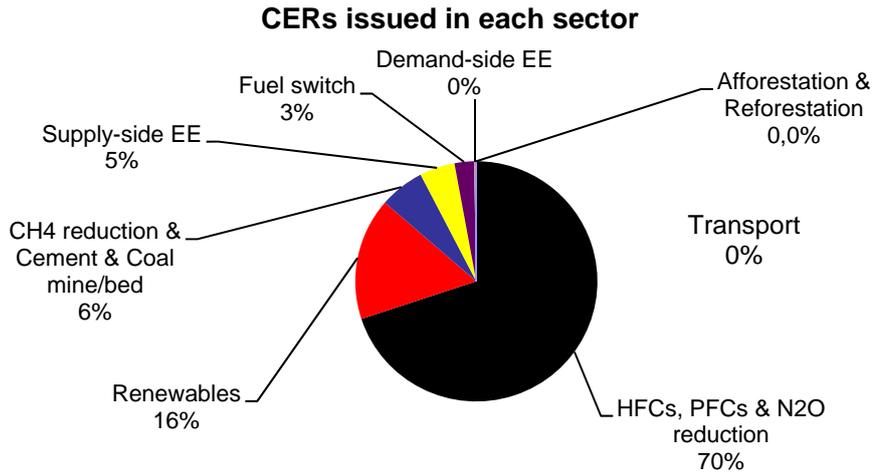


Gráfico 7 (18)

El problema de estos proyectos es que reducen grandes cantidades de GEI pero al mismo tiempo no estimulan el uso de tecnología renovable ni el desarrollo de la misma tecnología y no reducen el uso de carbón, petróleo y gas. De hecho, representan una manera barata que permite a los países desarrollados seguir consumiendo los combustibles fósiles.

### 5.3 Las tecnologías para la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>

Al no ser posibles hacer proyectos más baratos de HFC, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> (lo que se aprecia en el Gráfico 4) y puesto que con el paso del tiempo crece el número de CERs de los proyectos renovables –lo que es seguramente buen signo–, los contaminadores están buscando nuevas fuentes de CERs baratos. Actualmente, las grandes empresas como, por ejemplo, las empresas de producción de acero, invierten dinero en nuevas tecnologías para reducir sus emisiones. Se trata de las tecnologías para captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

*Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) capture and storage (CCS) is a process consisting of the separation of CO<sub>2</sub> from industrial and energy-related sources, transport to a storage location and long-term isolation from the atmosphere. (16 pág. 3)*

La tecnología disponible puede captar entre el 85 y el 89% del CO<sub>2</sub> y una central energética (power plant) con acceso a almacenamiento geológico o oceánico necesita entre un 10 y un 40% más e energía que una central energética sin sistema de CCS (16 pág. 4).

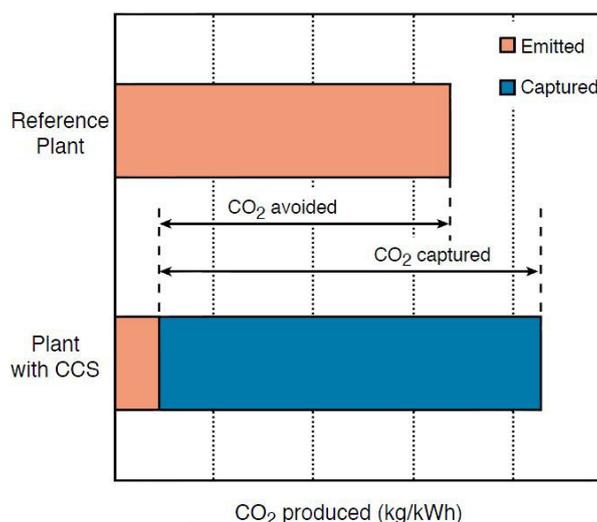


Gráfico 8 (16 pág. 4)

Esto significa que con esta tecnología podemos seguir usando fuentes fósiles de energía pero con un incremento del 10 al 40%, sin grandes emisiones de CO<sub>2</sub>. EL problema es que de esta manera seguimos contaminando aún más que antes el medio ambiente y con un aumento del precio de la energía de entre un 0.01 y un 0.05 \$/kWh (16 pág. 10) (expresado en US\$ de 2002).

Irónicamente, el IPCC, en su Cuarto Informe de Evaluación, tiene grandes esperanzas en las nuevas tecnologías, incluida también la tecnología CCS, que llevarán a continuar con la contaminación, lo que está diametralmente opuesto a los beneficios esperados de la reducción de GEI y citados anteriormente (capítulo 5.1) del mismo informe. Además, el aumento de precios de los combustibles fósiles puede impulsar a la extracción de los mismos en nuevos lugares en los que ahora el precio de extracción es demasiado alto para ser rentable en el mercado actual. (17 pág. 4)

El MDL como mecanismo para promover la tecnología sostenible y la protección del medio ambiente debería reducir el uso de los combustibles fósiles y no promover el seguimiento de la extracción, aun mayor, bajo la justificación de reducción de los GEI. De esta manera también desvía financiación de los proyectos renovables.

#### 5.4 Proyectos muy cuestionables para reducción de GEI

Como estos mecanismos de flexibilidad están basados en el mercado, su función es más encontrar proyectos baratos que puedan realizar la mayor cantidad de CER por dinero invertido en proyecto que propagar la protección de medio ambiente. Por estas razones existen proyectos cuyas cualidades son muy cuestionables, porque valoran sólo la reducción de GEI y dejan en segundo plano otras consecuencias.

Ejemplos:

- Proyectos como la producción de los ladrillos Fal-G. A primera vista pueden ser buenos para el medio ambiente porque no utilizan el calor para su producción y por eso no emiten CO<sub>2</sub> como en la producción convencional de los ladrillos. Pero el problema es la ceniza volante de carbón de la que están hechos los ladrillos, que suele contener una gran variedad de metales pesados, una serie de elementos radiactivos, una serie de hidrocarburos poli-aromáticos y

otros contaminantes semivolátiles que directamente influyen en la salud de los trabajadores. (19)

- Las plantaciones industriales, como una de eucaliptus en Brasil, de 57.000 hectáreas, que van a ser utilizados como el carbón para la producción de hierro de bajo grado. Para los pequeños agricultores cercanos, las consecuencias de esta plantación han sido devastadoras: los arroyos y pantanos se han secado, los productos químicos han contaminado el aire y el agua, y las diversas especies que antes habitaron en estos sitios han casi desaparecido. De estas plantaciones se ha dicho que evitan, supuestamente, la producción de 4,3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> que se generarían si se utilizara un carbón común. (19)
- REDD (Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación) es un plan de nuevos proyectos que entrarán en vigor después de 2012 y cuya tarea es proteger las selvas y reducir su destrucción. Pero ahora ya se ve que este plan es muy polémico y ONG como *Carbon Trade Watch* advierten que REDD va a tener un efecto totalmente opuesto a lo que lo debería tener (20). Sólo si sabemos que la definición de bosque de la ONU (Organización de las Naciones Unidas) no distingue entre las plantaciones y el bosque natural podemos imaginar qué consecuencias pueda tener este plan.

*The UN definition of forests includes plantations. Not only is the UN definition of forests so vague that it does not differentiate between a biodiverse forest ecosystem and monoculture plantations of oil palm, pine, eucalyptus and soy; it also fails to make a distinction between forests and felled or "temporarily unstocked" areas and plantations of genetically-engineered (GE) trees. (20)*

"Forest" is a minimum area of land of 0.05–1.0 hectare with tree crown cover (or equivalent stocking level) of more than 10–30 per cent with trees with the potential to reach a minimum height of 2–5 metres at maturity in situ. A forest may consist either of closed forest formations where trees of various storeys and undergrowth cover a high proportion of the ground or open forest. Young natural stands and all plantations which have yet to reach a crown density of 10–30 per cent or tree height of 2–5 metres are included under forest, as are areas normally forming part of the forest area which are temporarily unstocked as a result of human intervention such as harvesting or natural causes, but which are expected to revert to forest. (ONU definición de la selva) (21)

- Tal vez la propuesta más absurda provenga del gobierno de Australia, que propone matar camellos con el fin a reducir los GEI. Cada camello emite una estimación de 100 libras (45 kilogramos) de metano al año, lo que equivale a una tonelada métrica (1,1 toneladas de EE.UU.) de CO<sub>2</sub> en su impacto sobre el calentamiento global. Ahora la población de camellos salvajes es 1.2 millones y se espera que se duplique para el año 2020 que significa 2 millones de toneladas CO<sub>2</sub>e emitidos cada año o 2 millones de CERs cada año. Los contaminadores industriales de todo el mundo podrían comprar estos créditos para compensar sus propias emisiones de carbono. (22)

Aquí podemos ver que CO<sub>2</sub> como indicador de contaminación no puede servir como el valor de contaminación. Es evidente que diferentes fuentes de CO<sub>2</sub> contaminan en diferentes niveles. Una

tonelada de CO<sub>2</sub> del fuente de petroleo, carbono, o un camello seguramente no tiene el mismo nivel de impacto ambiental.

### **5.5 El criterio de la adicionalidad del MDL**

Uno de los criterios más importantes del mecanismo MDL es el criterio de adicionalidad. El criterio de adicionalidad es el requisito de que las emisiones de GEI después de la implementación de una actividad de proyecto del MDL sean inferiores a las que se habrían producido en un otro escenario alternativo más plausible.

*A CDM project activity is additional if anthropogenic emissions of greenhouse gases by sources are reduced below those that would have occurred in the absence of the registered CDM project activity (3/CMP.1, Annex, paragraph 43). (23)*

El problema es que es muy difícil determinar con certitud qué habría ocurrido con un proyecto que reduce los GEI sin la implementación del MDL. De hecho, en la definición de adicionalidad (3/CMP.1, Annex, paragraph 43) sólo se menciona la reducción de las emisiones comparando con las emisiones que tendrían lugar sin un proyecto de MDL y no dice nada de qué habría ocurrido con el nuevo proyecto sin el MDL. Esto abre las posibilidades para “business as usual” escenarios donde el crecimiento normal de la producción y el desarrollo viene marcado por el proyecto de MDL y por lo tanto crean los CERs que se venden en el mercado de carbono y que permiten a los Países del Anexo I seguir contaminando. Es decir, estos proyectos se llevarían a cabo con o sin registración de MDL, sólo que con la registración generan CERs, un provecho añadido, y por lo tanto aumentan las emisiones de GEI. (24)

En este problema lo podemos observar desde el punto de vista de la definición de CER. Se trata de la cantidad no emitida de emisiones. En realidad es muy difícil determinar cuánto hay de una cosa que nunca ha existido. Se trata de un valor basado en un supuesto que hace el proceso de registración de proyectos de MDL muy complicado y a veces demasiado caro para algunos proyectos pequeños.

### **5.6 Las ventajas para los países en desarrollo**

Los países en desarrollo son los países más afectados por el cambio climático, y al mismo tiempo los menos preparados para los cambios que pueden ocurrir. Además se ha pronosticado que en las siguientes décadas las emisiones de GEI de los países en desarrollo llegarán a ser las ¾ de las emisiones del mundo. Por eso, la gran responsabilidad respecto a los cambios climáticos está en manos de los países en desarrollo. Los proyectos de MDL deberían servir para ayudarles a un desarrollo sostenible y de esa manera luchar contra el cambio climático y evitar ese escenario de “¾ de las emisiones”. Sin embargo, como hemos visto, la mayoría de CERs de los proyectos implementados en estos países no propagan el uso de las tecnologías limpias sino la tecnología para producir créditos baratos de carbono. Además, entre los proyectos renovables hay polémicas, especialmente sobre los proyectos de hidroeléctricas. Organizaciones como *International rivers* están haciendo esfuerzos para informar el publico y DOE (Designated Operational Entety para MDL) sobre los problemas del medioambiente, las violaciones de los derechos humanos y la adicionalidad de algunos proyectos de energía hidroeléctrica dentro del MDL (25).

Uno de los problemas más graves para los países en desarrollo es que los inversores de los Países del Anexo 1 invierten dinero en los proyectos más lucrativos y si en el futuro los países en desarrollo necesitan reducir sus emisiones sólo les quedarán las opciones de alto coste. Éste es el caso de países como China e India que empiezan a ser progresivamente los contaminadores con mayores emisiones de GEI y al mismo tiempo son los países que aceptan más del 65% de todos los proyectos de MDL y crean más del 73% de CER del total de todos los proyectos de MDL. (15) La pregunta es ¿cuándo ellos necesiten reducir su propias emisiones, con qué opciones se van a quedar, si sabemos que casi todas las opciones más rentables están siendo utilizadas por los países industrializados para cumplir con una parte de sus objetivos de reducción de emisiones?

Registered project activities by host party. Total: 3,350

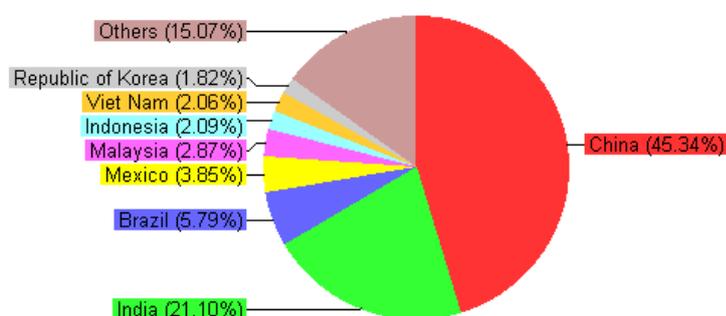


Gráfico 9 (15)

Expected average annual CERs from registered projects by host party. Total: 500,513,589

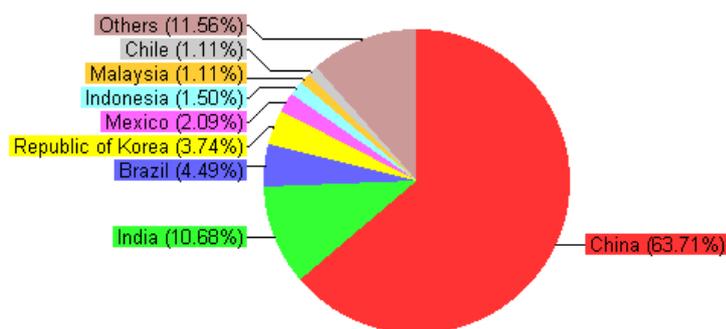


Gráfico 10 (15)

También existe un peligro de transferencia de tecnología obsoleta a los países en desarrollo para de reducir los GEI como el resultado de la falta de conocimientos técnicos de los países en desarrollo o de malas negociaciones (26 pág. 14).

### 5.7 El "Incentivo perverso" en el MDL

Uno de los problemas del mecanismo del MDL es la posibilidad de hacer negocio sólo para producir más CRSs sin reducción de GEI. Este tipo de negocio está bastante presente en los proyectos de reducción de gases HCF-23 en la producción de gases HCFC-22. Como el gas HCF-23 es el 11.700

veces más potente gas de efecto invernadero, la reducción de una pequeña cantidad de este gas crea grandes cantidades de CERs (11.700 veces más que la misma cantidad de CO<sub>2</sub> reducido). Además la reducción de este gas es bastante barata, lo que tiene por consecuencia la ganancia de grandes cantidades de dinero en el mercado de carbono. El principal problema es que la ganancia es aun más alta que la ganancia de producción de HCFC-22, lo que impulsa a los inversores a abrir nuevas fabricas del mismo gas –aún y no haber necesidad real del mismo en el mercado– sólo para que puedan reducir su subproducto HCF-23. Por esta razón los miembros del Protocolo de Montreal llegaron a un acuerdo para acelerar el fin de la producción de los HCFC. El acuerdo eleva la completa eliminación gradual de los HCFC en 10 años (2020 para los países desarrollados, 2030 para los países en desarrollo). (27) También este año 2011 UNFCCC propuso una modificación de las normas sobre estos proyectos.

## 5.8 Conclusión

Parece claro que el Mecanismo de Desarrollo Limpio, como un gran parte de mercado de carbono, tiene muchas deficiencias. No propaga el desarrollo limpio y la aplicación de la energía renovable a todos los proyectos. Solo el 35% de CERs hasta 2012 se va a generar de proyectos renovables.

El problema es que este mecanismo funciona muy bien como mecanismo de mercado pero muy mal como mecanismo de desarrollo limpio. Algunos expertos dicen que, para un buen funcionamiento del MDL, el precio del CER debería ser mucho más alto de lo que es ahora y el IPCC recomienda un precio de entre 20-80\$ en las próximas décadas, lo que obviamente es demasiado poco para que tenga un efecto visible.

*For example, a price under \$20 per ton CO<sub>2</sub>-eq may only reduce emissions by 20 percent below 2000 levels by 2030. (17)*

La solución del calentamiento global, si está producida por factores antropogénicos, se debería basar en la reducción del uso de combustibles fósiles y no en la reducción de las consecuencias de los mismos. Es el principio de la medicina alopática – curamos las síntomas pero no la causa. Debemos ser conscientes de que no es posible seguir viviendo de la misma manera explotando los recursos naturales no renovables y al mismo tiempo tener un desarrollo sostenible. El desarrollo sostenible no puede existir en unas condiciones limitadas como las de nuestro planeta. Preservación del medio ambiente y desarrollo económico de producción continua de bienes no pueden coexistir. Uno de los dos tiene irá en detrimento del otro y desafortunadamente con estos mecanismos basados en el mercado hemos elegido el desarrollo y no el medio ambiente.

No hay duda de que en muchos casos este mecanismo contribuye a la preservación del medio ambiente pero esto sólo depende del desarrollo económico y del dinero invertido en estos proyectos. Tal vez el mejor ejemplo de cómo todavía se invierte más en contaminación que en protección del medio ambiente lo proporciona el Banco Mundial. Es el mayor inversor en los proyectos MDL y el mayor promotor del mercado de carbono con las mayores inversiones, de 410 millones de US\$ en los proyectos MDL y JI; pero al mismo tiempo invierte aún más dinero –500-600 millones US\$– en proyectos de excavación de combustibles fósiles (datos de 2005). (28)

El valor predicho del mercado de carbono en el año 2011 es 107.000.000.000€ (29). ¿De dónde viene este dinero y quién lo paga? Actualmente existe un proyecto en Inglaterra para introducir permisos de carbono para cada persona, según el cual, si gastamos nuestros permisos,

deberemos pagar por unos nuevos. Si queremos vivir con la misma calidad o mayor, deberemos trabajar más. Si trabajamos más, produciremos más y consumiremos más, y si producimos más, necesitaremos aún más recursos, lo que significa mayor explotación de los recursos naturales y mayor contaminación.

La pregunta es ¿cuál es el sentido de este mercado de carbono? y ¿de verdad sirve para proteger el medio ambiente? La mejor respuesta tal vez sea que después de 10 años (desde el año 2001) (30) de existencia de mecanismos de mercado el año 2010 fue declarado el año con más emisiones de GEI (31). Con todo este esfuerzo hemos conseguido hacerlo peor que antes: es el precio del desarrollo económico.

## 6. El MDL y el sector de la construcción

Los edificios en los países desarrollados y en desarrollo son responsables de 1/3 del total de energía usada y de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La energía se consume principalmente durante el uso del edificio, para calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación y electrodomésticos. El porcentaje más pequeño, alrededor del 10-20%, deriva de la producción de materiales, construcción y demolición. En su cuarto informe de evaluación el IPCC concluyó que dentro del sector residencial y comercial existe la posibilidad de reducir un 29% de las emisiones proyectadas de referencia (año 1990) hasta el año 2020. (14)

La posibilidad de reducir el consumo de energía en los edificios es bastante alta. Se puede reducir entre un 30 y un 50% el consumo energético en edificios nuevos y viejos sin grandes aumentos de inversión. El ahorro energético lo podemos conseguir a través de diversas medidas como: el diseño inteligente, el aislamiento mejorado, los electrodomésticos de bajo consumo, los sistemas de calefacción, la refrigeración y la ventilación de alta eficiencia y con cambios de costumbres para ahorrar energía. El IPCC concluyó que el sector de la edificación tiene el mayor potencial en ahorro energético de entre todos los sectores. (14)

A pesar de las obvias oportunidades para reducir el consumo energético y las emisiones de GEI dentro de sector de la edificación, casi no existen proyectos de MDL dentro de este sector. Hasta ahora, de 6.559 proyectos dentro del mecanismo de MDL, sólo **45** están relacionados con el sector de la edificación. De estos **45** proyectos:

- **24** proyectos están relacionados con materiales de construcción, de los cuales 6 han sido rechazados y 7 son de producción de ladrillos Fal-G (calidad cuestionable);
- **21** proyectos están relacionados con la eficiencia energética en edificios, de los cuales 10 han sido rechazados

### Número de proyectos en el sector de la edificación

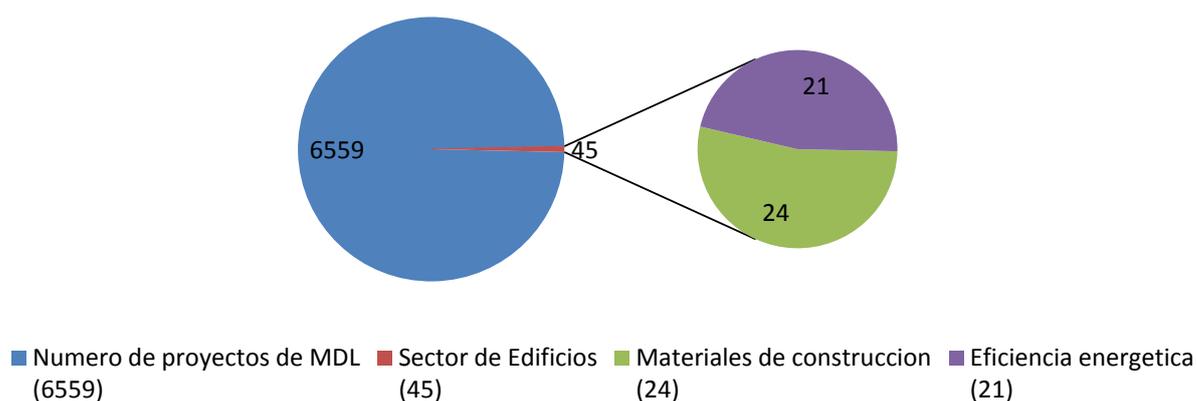


Gráfico 11 (18)

Hay muchas razones para este fracaso:

- Razones generales:
  - A pesar de que el sector de la edificación ofrece gran oportunidad de reducción de los GEI, esta oportunidad se reparte en cientos de millones de edificios, cada uno bastante diferente de los otros y con sus propias especificidades. Por ello, la aplicación de MDL requiere muchas pequeñas intervenciones.
  - En el proceso de construcción participan muchos actores de diferentes profesiones.
  - En muchos casos los inversores en la edificación no obtienen beneficios de los ahorros energéticos de los edificios que construyen. Los beneficios sólo los obtiene la gente que va a vivir en los edificios.
  - Todavía hay falta de conocimientos sobre cómo reducir el consumo de energía dentro de los edificios.
  - El coste de energía para la construcción es relativamente pequeño comparado con el coste de construcción.
- Razones administrativas dentro del procedimiento de MDL:
  - El coste de transacción es demasiado alto (administración).
  - La escala de los proyectos de MDL para edificios es a menudo demasiado pequeña y al mismo tiempo utiliza demasiadas medidas.
  - La dificultad para medir la reducción de CO<sub>2</sub> para cada una de las tecnologías aplicadas.
  - La dificultad de verificar cuánto puede contribuir a la reducción de GEI alguna medida de eficiencia energética (esto incluye medidas como mejorar la orientación y cambiar el comportamiento de los usuarios).
  - La falta de referencias sobre las cuales basar las reducciones de GEI.
  - La dificultad de probar el requisito de adicionalidad (especialmente en la construcción de nuevos edificios porque no podemos saber qué tipo de edificio hubiera sido construido sin MDL)
  - El riesgo de no obtener CERs.
- Razones relacionados con el rendimiento:
  - Los proyectos MDL no pueden ser rentables en los países pobres porque ellos ya consumen muy poca energía y no se puede reducir mucho más el consumo.

En la siguiente Tabla 1 (14) se muestran factores positivos y negativos de un proyecto de MDL. Si un proyecto tiene más factores positivos, tiene más posibilidades para crear CERs y ser rentable.

	FACTORES POSITIVOS	FACTORES NEGATIVOS
01	Alta producción de CER Económicamente atractivo	Baja producción de CER No atractivo
02	Iniciado por los países del Anexo I, con el apoyo o interés del sector privado	Propuesta por No Participantes del Anexo I, con un enfoque en la satisfacción de las necesidades de desarrollo sostenible
03	A gran escala	A pequeña escala
04	En una o en más ubicaciones	Ubicaciones dispersas
05	Implementación de una sola tecnología	Implementación de diversas tecnologías
06	Ajustes al “final de la canalización” (atenuación de los GEI en un lugar, por ejemplo, la chimenea)	Ajustes para cada tecnología aplicada para reducir GEI
07	Se refiere a la tecnología de suministro de energía	Se refiere a la tecnología de demanda de energía (pequeños proyectos para el usuario final)
08	Pocos actores en el ciclo del proyecto	Muchos actores en el ciclo del proyecto
09	Fácil control y obtención de datos	Difícil control y obtención de datos
10	El objetivo principal es la reducción de emisiones o de consumo de energía	Muchos objetivos conjuntos que no están directamente relacionados con la energía

Tabla 1

Por ejemplo, los proyectos para reducir N<sub>2</sub>O HFC-23, PFC son los proyectos que tienen todas las ventajas mencionadas en la tabla y por eso son los más rentables.

Uno de los mayores obstáculos en los proyectos MDL es que dentro del proceso de construcción participan muchos actores y además sus interacciones son bastante complejas – lo que se aprecia en el gráfico siguiente:

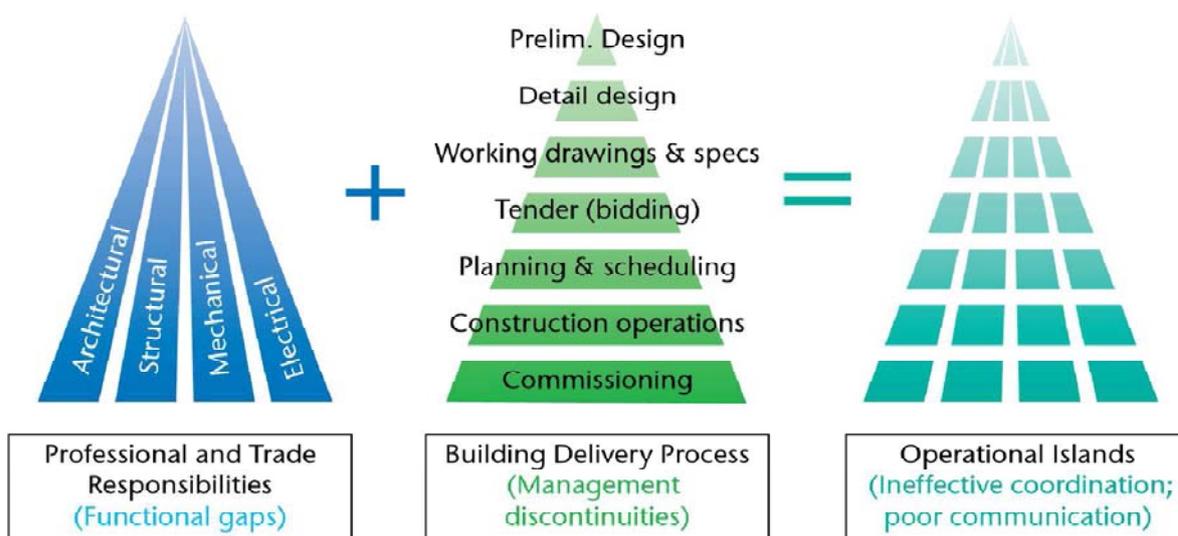


Gráfico 12 (14)

También en el sector de la construcción se tarda mucho tiempo en que un proyecto empiece a ser rentable. Cuanto más corto es este tiempo, más atractivo es el proyecto. Como el MDL es un mecanismo basado en el mercado, siempre favorece los proyectos que son más rentables en corto tiempo.

Otros problemas están relacionados con la supervisión de las emisiones del edificio. La legislación del MDL obliga al inversor a que las emisiones después de la aplicación del proyecto tengan que ser vigiladas y que en cada momento durante el uso de edificio se pueda ver la cantidad de reducción de GEI. Sólo de esta manera la DOE (Designated Operational Entity, en inglés) puede verificar las reducciones de GEI y después el EB (UNFCCC Executive Board, en inglés) puede expedir CERs. Esta obligación crea muchos los problemas porque en un edificio donde se aplican muchas diferentes tecnologías para reducir las emisiones y además en muchos lugares (por ejemplo cada piso o edificio) es difícil obtener las medidas de reducción de cada tecnología y de cada lugar. Por estas razones existen los “Programas de actividades “ (PoA, en inglés).

### **6.1 “Programas de actividades” PoA**

Es una método por el cual diversos proyectos de MDL, similares, en diferentes lugares, pueden ser registrados como un solo proyecto de MDL. Estos proyectos se llaman “MDL programas de actividades” (MPA) o “MDL programático”. En el caso del sector de la edificación se puede referir a diferentes edificios en diversos lugares. Además, es posible añadir nuevos proyectos a PoA sin un nuevo proceso de validación y no es necesario saber desde el principio cuántos CERs va a generar un proyecto sino los CERs que se generarán según la metodología de vigilancia aprobada.

### **6.2 Metodología para monitorizar la reducción de GEI**

La generación de CERs y la manera como son monitorizados es una tema muy importante y discutible en los proyectos de MDL. El problema empieza con el criterio de adicionalidad. Como hemos visto anteriormente, es muy difícil saber la cantidad de emisiones que nunca han existido. Esto es especialmente difícil en edificios nuevos. Cómo podemos saber si el edificio sin MDL no sería el mismo que con proyecto MDL. Para saber si hay adicionalidad es necesario tener un edificio básico con cual comparar las emisiones. En los países que tienen la legislación de edificación y las normas mínimas que cada edificio tiene que satisfacer (por ejemplo, normas de aislamiento térmico) esta legislativa puede servir como base de referencia. Pero en los países que no tienen esas normas, encontrar una base referente es muy difícil. Por eso la introducción de las legislaciones puede ser el primer paso para atraer los proyectos de MDL a estos países.

El siguiente problema es la metodología de medición de las emisiones después de la aplicación del proyecto. Como hemos visto, es importante vigilar cada reducción de emisiones durante el uso del edificio para que EB pueda expedir CERs. Hay dos maneras de monitorizar las emisiones. Una está basada en la tecnología que se usa normalmente en los proyectos de MDL. Esta metodología requiere el monitoreo de cada tecnología que se aplica en el proyecto. Es decir, que para cada tecnología que se aplica tenemos que saber cuántas emisiones reduce. En el sector de la edificación esto representa un problema grave, porque hay muchas tecnologías implementadas y muchas de ellas no reducen mucho las emisiones y monitorizarlas representa un coste inútil. Otra metodología para monitorizar se basa en la “performance-based metodología”. Normalmente no se utiliza en los proyectos de MDL pero en el sector de edificación podría ser muy útil porque ofrece un método para monitorizar todo un edificio o sólo una parte como una unidad. Es decir, no es necesario vigilar cada tecnología aplicada sino que se vigila todo junto. De esta manera, aplicaciones de sistemas pasivos y medidas no tecnológicas como motivar, educar e informar a la gente sobre cómo reducir el consumo energético en un edificio (de los cuales, normalmente, es difícil medir cuánto contribuyen a la reducción de GEI), pueden ser incluidos dentro de la metodología.

### **6.3 Conclusión**

Está claro que el mecanismo MDL no está pensado para reducir las emisiones dentro del sector de la edificación y que su aplicación en este sector necesita algunos ajustes para que sea atractivo para los inversores. Los mayores problemas son la complejidad de aplicación de muchas medidas y su vigilancia y, por supuesto, la rentabilidad de estos proyectos porque necesitan mucho tiempo para que sean rentables.

## 7. El MDL y la edificación socialista

### 7.1 Descripción de los edificios socialistas en el barrio Zapruđe de Zagreb

El barrio Zapruđe en Zagreb fue construido en los años 60 (1963 – 1968). El terreno del barrio es plano, en forma de cuadrado, con unas dimensiones de 844m x 495m (369.000 m<sup>2</sup>). En él hay construidos 20 edificios de viviendas con 2.730 pisos y 8 rascacielos de 640 pisos. Todo el conjunto, pues, cuenta con 3.370 pisos de 64m<sup>2</sup> de promedio. Tiene construidos 396 garajes distribuidos en 8 módulos con 20 garajes en el lado Oeste del barrio y dos edificios de 160 y 50 garajes en el lado Este. La densidad de la población es de 274 habitantes en 10.000m<sup>2</sup> (una hectárea). En el centro del barrio hay un centro comercial con todos los servicios sociales, alrededor están también la escuela, el jardín del infancia y el centro médico.

EL PLAN DE EL BARRIO ZAPRUĐE EN ZAGREB

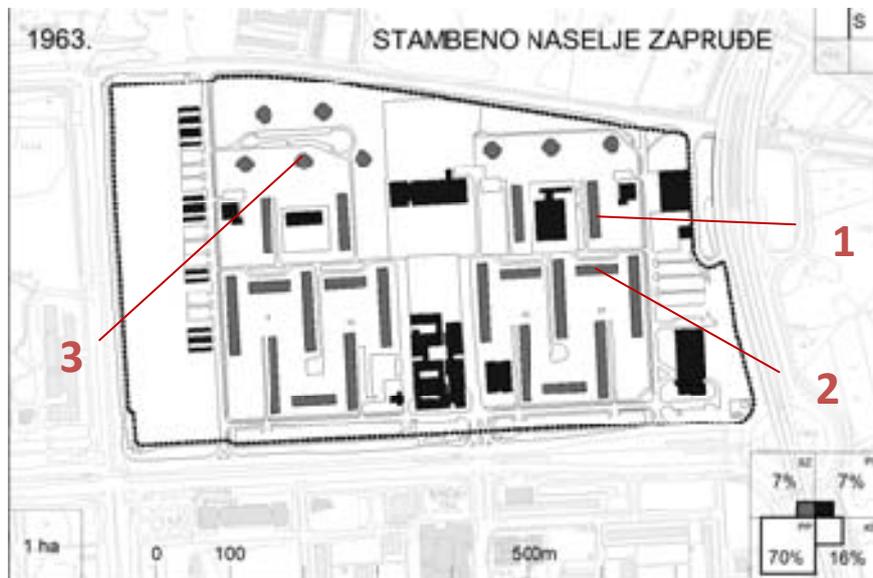


Imagen 5 (32)

Los edificios marcados en negro son edificios públicos.

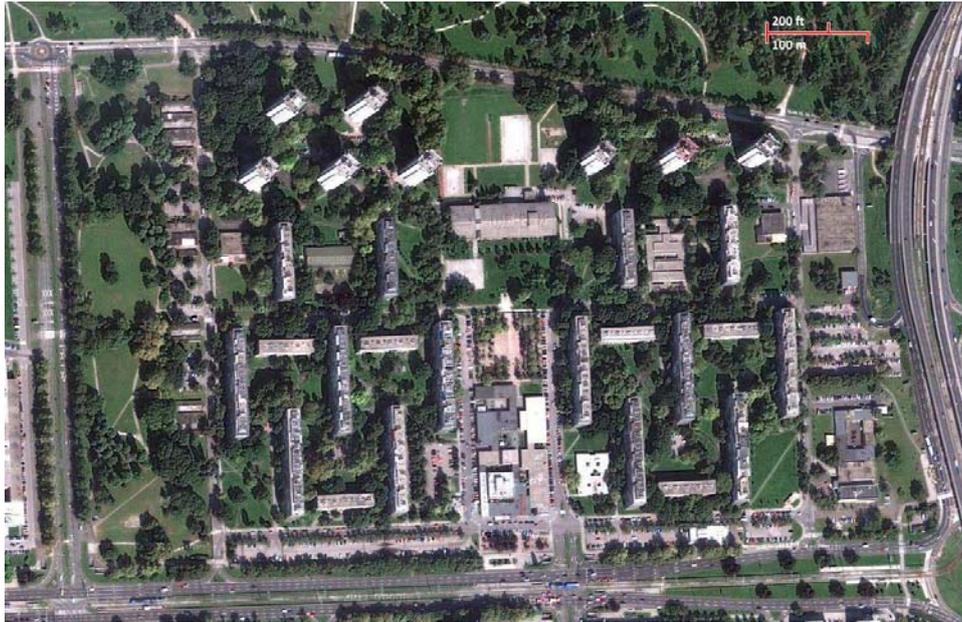


Imagen 6

Hay tres tipos de edificios de viviendas. Uno es de 9 plantas, con orientación Este-Oeste, con dos variaciones de longitud (103 y 73m) y 13m de la anchura. El segundo es el mismo tipo pero con 5 plantas orientado Norte-Sur y de longitud de 63m. El tercer tipo son los rascacielos ubicados en la parte norte del barrio. Todos los edificios de tipo uno y dos están contruidos de forma prefabricada, con sistema de montaje JU-62. Las fachadas de edificios son de sistema sándwich. Las capas de la fachada son: placa de madera de 2cm, aislamiento térmico de lana de madera de 7cm y estaño de aluminio de 1mm. Las ventanas son dobles, con dos capas de vidrio (no es vidrio aislante).



Imagen 7

## **7.2 Ventajas de los edificios socialistas para proyectos de MDL (basadas en los edificios socialistas de Zagreb)**

Los edificios socialistas de los años 60 y 70 representan una buena base para la aplicación de proyectos MDL. La grandiosidad y la repetición del mismo tipo de edificio ofrece oportunidad para que los proyectos de MDL sean más rentables y más atractivos.

Las ventajas para los proyectos de MDL son:

- Los edificios son grandes. La intervención en un edificio afecta a muchos pisos.
- Los edificios son del mismo diseño (tipología), por lo tanto el cálculo para la reducción vale para todos los edificios.
- El aislamiento térmico de esta época es bastante débil y ofrece la oportunidad para ahorros más grandes que en los edificios construidos con la normativa presente.
- En la actualidad estos edificios tienen cerca de 50 años y las renovaciones que se hacen normalmente pueden ser una oportunidad para aplicar alguna de las medidas para ahorrar energía con un coste sólo un poco más alto que el coste que se produciría normalmente con la renovación convencional.
- Los edificios son prefabricados, lo que permite intervenciones en las fachadas más sencillas.
- La producción de nuevas fachadas prefabricadas es más barato.

## **7.3 Ahorro energético en el uso de los edificios**

En el uso de los edificios, la mayoría de la energía se destina a la calefacción de espacios y de agua caliente sanitaria ACS (alrededor de 85%) y a la energía eléctrica (25%). Según esto, es obvio que podemos conseguir mayores ahorros con la reducción de las pérdidas térmicas durante las meses de calefacción. En las pérdidas térmicas lo que influye más es el tipo de fachada y ventilación de los espacios.

En los edificios socialistas de Zagreb la calefacción funciona como calefacción de distrito a gas natural. Las ventajas de este sistema de calefacción son varias. La producción de calor es más eficiente y se desperdicia menos, también contamina mucho menos. Del mismo modo, este sistema de calefacción es el método más barato para reducir el uso de carbón y cuenta con una de las huellas de carbono más bajas de todas las plantas de generación basadas en combustibles fósiles.

Otra gran ventaja, por supuesto, es que los consumidores ahorran dinero en la energía y las instalaciones, que deberían emplear para sus propios sistemas de calefacción. Pero como en nuestro caso se trata de un sistema construido en años sesenta y setenta necesita una renovación en las instalaciones de los pisos para que la gente pueda controlar más la temperatura deseada del espacio. Ahora la única manera para controlar la temperatura es con la ventilación tras las ventanas, lo que representa grandes pérdidas de energía.

Las medidas de ahorro energético posibles se pueden dividir en dos grupos:

- Medidas para reducir pérdidas de calor:
  - Mejorar el aislamiento y la U de las ventanas.
  - Instalación de calorímetros.
  - Instalación de colectores solares – para ACS.
  - La ventilación mecánica con recuperación de calor.
- Medidas para ahorro de energía eléctrica:
  - Usar electrodomésticos de bajo consumo.
  - Uso de bombillas de bajo consumo.
  - Instalación de placas fotovoltaicas.
  - Medidas alternativas (cambio de costumbres).

#### 7.4 Medidas para reducir pérdidas de calor

##### 7.4.1 Mejorar la fachada (el aislamiento y la U de las ventanas)

Los edificios están contruidos en épocas en que la legislación sobre el aislamiento térmico exigía un aislamiento mucho peor que la legislación actual. Por este motivo, mejorar el aislamiento a un nivel mucho mejor como el de la legislación actual representa un cambio significativo y la posibilidad de un mucho mayor ahorro energético comparándolo con el ahorro que podemos obtener de la misma medida a un edificio construido según la legislativa presente.

La misma situación se produce con las ventanas. Los edificios tienen las ventanas dobles con dos capas de vidrio (no es vidrio aislante) que tienen U mucho más alto que el vidrio aislante con capa de aire.

	Edificio socialista	Edificio presente	Edificio mejorado
Pared	0,712	0,35	0,21
Ventana	3,5	2	1,8
Persiana	0,7	0,5	0,28

**Tabla 2 valores de cálculo**

En el valor total de “U” de la fachada es muy importante la proporción entre las paredes y las ventanas. Como las ventanas contribuyen mucho más a las pérdidas de calor (entre 5 y 8 veces más) que las paredes, U total va a depender mucho más de U de las ventanas. Esto es mucho más obvio en nuestro caso de los edificios socialistas que tienen muy alto porcentaje de ventanas en la fachada (46%).

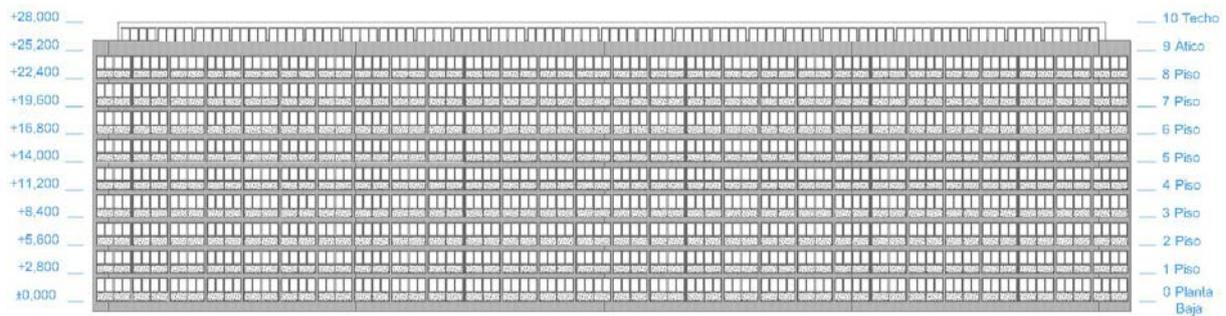


Imagen 8

Esto significa que en estos los edificios las pérdidas son aún mayores que en los edificios corrientes de los últimos años pero, al mismo tiempo, el confort lumínico es mayor. Ésta es una de las ventajas de la edificación socialista, ya que en aquel tiempo no ahorraron en las superficies de las ventanas o los tamaños de los espacios comunes como hoy en día, en que se calcula el precio de cada elemento y del metro cuadrado del edificio y siempre gana la opción más barata. Por ello en la edificación nueva, a menudo, las ventanas son mucho más pequeñas y los corredores, escaleras y entradas son de dimensiones mínimas. Por esta razón deberíamos preservar este confort y dejar el mismo tamaño de las ventanas, aunque es cierto que con unas más pequeñas podríamos ahorrar un poco mas de energía.

Según los cálculos de la fachada mejorada es posible ahorrar un 50% de energía.

#### 7.4.2 Instalacion de calorímetros

Los calorímetros (separadores de calor) sirven para medir la cantidad de calor que emite cada radiador instalado en el edificio. De esta manera es posible saber cuánta energía ha gastado cada usuario en su piso. Los calorímetros ofrecen a la gente la posibilidad de ser responsables con respecto a su propio consumo energético –que paguen exactamente lo que gasten. Ahora todos pagan el mismo precio/m<sup>2</sup>. Tanto si tienen todos radiadores abiertos como cerrados, el precio es el mismo. Este sistema funcionaba bien hace 50 años cuando los precios del gas natural eran tan bajos que nadie pensaba en el ahorro energético.

La Tabla 3 es un ejemplo de comparación entre un edificio con calorímetros y otros sin calorímetros en el área de Zagreb (las mismas condiciones climáticas). Es bien visible que sólo con esta medida es posible ahorrar un 30% de energía.

**La proporción de consumo de la energía térmica entre el edificio Pejačevićeva 7 y los otros edificios con la caldera comun**

mj./god.	La energía térmica (kWh)								La proporción de las superficies de los edificios					
	Pejačevićeva 3		Pejačevićeva 4		Pejačevićeva 5		Pejačevićeva 7		P7/P3=0,603	P7/P4=0,521		P7/P5=0,543		
	P = 2.322,97 m <sup>2</sup>		P = 2.685,73 m <sup>2</sup>		P = 2.578,57 m <sup>2</sup>		P = 1.400,60 m <sup>2</sup>		EZJ 7/EZJ 3		EZJ 7/EZJ 4		EZJ 7/EZJ 5	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
I	66.319,34	63.880,00	73.030,73	67.110,00	65.770,66	68.410,00	58.662,33	38.730,00	88,5%	60,6%	80,3%	57,7%	89,2%	56,6%
II	47.219,53	49.540,00	51.780,52	52.450,00	47.590,48	53.100,00	42.071,68	28.680,00	89,1%	57,9%	81,3%	54,6%	88,4%	54,0%
III	36.249,64	36.060,00	38.340,38	39.120,00	37.340,38	39.730,00	32.731,31	19.790,00	90,3%	54,9%	85,4%	50,6%	87,7%	49,8%
IV	10.519,90	18.630,00	10.140,10	20.130,00	11.600,11	20.930,00	11.230,45	7.450,00	106,8%	40,0%	110,8%	37,0%	96,8%	35,6%
X	19.360,00		19.250,00		20.290,00		10.550,00		54,5%		54,8%		51,9%	
XI	32.070,00		31.430,00		31.620,00		16.240,00		50,6%		51,7%		51,4%	
XII	51.340,00		54.320,00		53.510,00		29.410,00		57,3%		54,1%		55,0%	

Oznaka:  sin calorímetros  
 con calorímetros

**Tabla 3 (33) (traducida al español)**

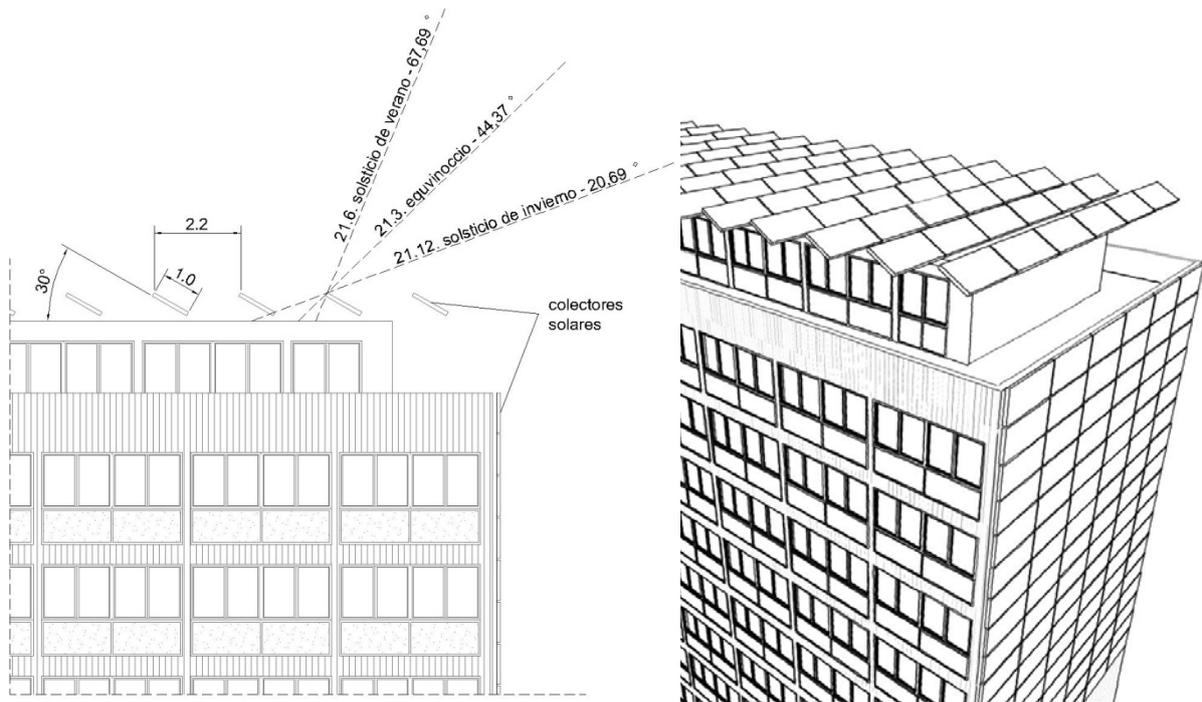
Junto con los calorímetros es necesario instalar válvulas con termostato en los radiadores para que la medida funcione mejor.

#### 7.4.3 *Instalación de colectores solares (CS) – para ACS*

La instalación de colectores solares para ACS puede reducir el consumo energético para ACS entre un 50% y un 60%. Durante el verano es posible satisfacer todas las necesidades de ACS pero durante el invierno es necesario el calentamiento adicional con energía térmica convencional.

Según cálculos para la necesidad de ACS, para un piso de tres personas son necesarios entre 4.5 y 5m<sup>2</sup> de colectores solares. Según esto, un edificio de 178 pisos necesitará 845m<sup>2</sup> de superficie de CS, lo que es igual a 384 colectores de 2.2m<sup>2</sup>. Como el edificio está orientado en dirección Este-Oeste es posible instalar CS sólo en el techo y en la fachada sur. La superficie del techo (1.352 m<sup>2</sup>) y la de la fachada sur (330 m<sup>2</sup>) es 1.682 m<sup>2</sup> en la cual es posible poner unas 330 placas que es el 85% del número necesario. Esto significa que con CS, en nuestro caso podemos ahorrar entre un 43 y un 50% de energía térmica.

ESQUEMA DE DISPOSICIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES



#### 7.4.4 La ventilación mecánica con recuperación de calor (VRC)

La ventilación mecánica con recuperación de calor es el sistema para recuperar entre un 50 y un 85% del calor dentro de la casa que, de otra manera, se pierde con la ventilación. El funcionamiento es muy sencillo: durante el invierno el aire caliente del interior de la casa que sale, calienta el aire fresco y frío que entra del exterior a través de un mecanismo de recuperación de calor (imagen abajo).

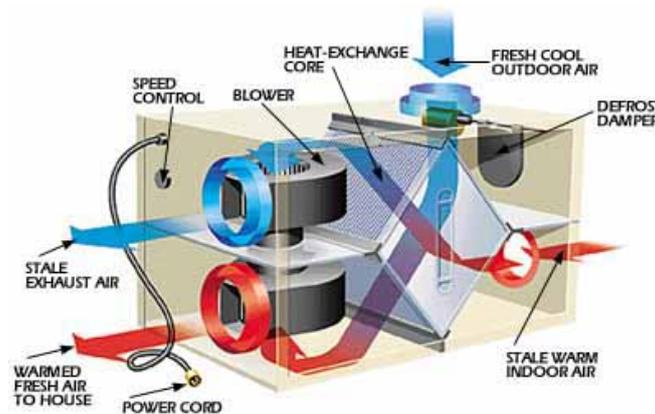


Imagen 9 (34)

En una casa normalmente las pérdidas térmicas a través de la ventilación son de alrededor de 50 kwh/m<sup>2</sup>, que en nuestro caso de edificios socialistas en Zagreb corresponde al 34% de la energía total (que es 147kwh/m<sup>2</sup> per año) necesaria para calentar el edificio (piso). En la imagen inferior es visible cómo las pérdidas de ventilación son casi constantes en todo tipo de edificios y que representan gran parte sólo en las casas pasivas. Por eso la aplicación de esta medida para el ahorro energético tiene más sentido en estos tipos de las casas donde las pérdidas de ventilación representan el 75% de total de pérdidas.

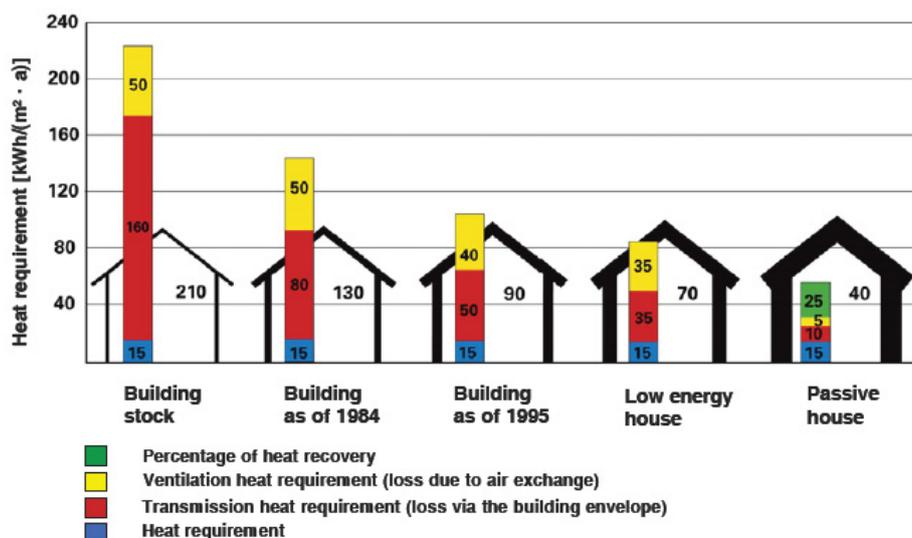


Imagen 10 (35)

Esto significa que antes de la instalación necesitamos tener las condiciones de aislamiento similares a las de las casas pasivas para que este sistema tenga un rendimiento mejor porque el precio de instalación es bastante alto.

También es necesario mencionar que este sistema supone que las ventanas de la casa no se deberían abrir para que el sistema fuera más rentable. Aquí deberíamos considerar las costumbres de la gente y el confort que nos proporciona una ventilación natural (tras las ventanas). Está claro que con VRC obtenemos el mejor confort térmico pero no un mejor confort en general. La idea de vivir en condiciones que no podemos controlar fácilmente con las maneras sencillas, como abrir la ventana, psíquicamente crea esclavitud de la tecnología aplicada:

“... la arquitectura debería convertirse en un delicado juego de energías ambientales en estrecha relación con sus usuarios, libre de las esclavitudes de sistemas cerrados en sí mismos que no permiten la iniciativa individual...”

“... el verdadero control no es el que priva a los usuarios del poder de decisión, sino que es el que les permite decidir mejor y con más comodidad...” (36)

En mi opinión la aplicación de este sistema tiene mucho sentido en los edificios que normalmente exigen la ventilación artificial y donde la mayoría del tiempo las ventanas están cerradas o no se pueden abrir, como por ejemplo en los edificios de oficinas. Es difícil esperar que la gente deje sus costumbres de ventilación natural por un ahorro energético a través de una aplicación por la que tienen que pagar bastante dinero.

### 7.5 Medidas para el ahorro de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica en las viviendas se puede dividir en el consumo de electrodomésticos ~80% y el consumo para iluminación artificial ~20%. (véase el capítulo 8.2)

### 7.5.1 Uso de electrodomésticos de bajo consumo

El uso de electrodomésticos de bajo consumo puede reducir mucho el consumo energético. Por ejemplo, sólo con el uso de la nevera y el horno con etiqueta energética *A++* frente a *C* es posible ahorrar un ~24% de energía. El problema con esta medida para reducir consumo es que es necesario cambiar muchos tipos diferentes de electrodomésticos. Además, el cambio de los mismos sólo por ahorro energético no tiene sentido, ya que el coste energético y económico es bastante alto y se trata de electrodomésticos que tienen una vida útil limitada. Por eso, ésta no puede ser considerada una medida a aplicar de una sola vez, sino como una medida a implementar durante un periodo de tiempo. Como cada año aparecen en el mercado nuevos productos cada vez más eficientes energéticamente podemos suponer que poco a poco todos los electrodomésticos serán substituidos por otros de bajo consumo. En nuestros cálculos vamos a suponer que después de 5 años esta medida va a reducir el consumo un 25% aproximadamente y después de 10 años un 30% más o menos. Esto significa que en los primeros 5 años la gente va a cambiar gradualmente los electrodomésticos viejos por los nuevos disponibles en el mercado y después de 10 años casi todos serán mucho más eficientes que hoy en día.

### 7.5.2 Uso de bombillas de bajo consumo

Con el uso de las bombillas de bajo consumo es posible hacer un ahorro mucho mayor, alrededor del 65%, comparado con la energía que se usa normalmente para la iluminación artificial. Esto es posible porque estas bombillas tienen un consumo mucho más bajo que las bombillas incandescentes corrientes.

EQUIVALENCIAS					
	Bombillas convencionales incandescentes		Bombillas de bajo consumo fluorescentes compactas		Bombillas de bajo consumo LED
25 W		9 W		5 W	
40 W		11 W		8 W	
60 W		18 W		10 W	
100 W		30 W		15 W	

Tabla 4 (37) (38)

Con esta medida sucede lo mismo que con el cambio de electrodomésticos. No es necesario cambiar todas bombillas de una sola vez, los usuarios las irán cambiando poco a poco. Como la vida útil de las bombillas convencionales es de alrededor de 1.000h podemos suponer que las bombillas de bajo consumo estarán en uso después de un año. (Si suponemos que la gente va a cambiar las convencionales por las de bajo consumo después de que hayan acabado su vida útil.)

### 7.5.3 Instalacion de las placas fotovoltaicas

En nuestro caso el uso de placas fotovoltaicas es muy limitado. Los edificios tienen una orientación Este –Oeste que no es buena para el uso rentable de placas fotovoltaicas. La única posición para las placas puede ser el techo y la fachada sur que hemos reservado como espacios para los colectores

solares. Como el rendimiento de colectores solares es mucho más alto que el de las placas fotovoltaicas, es mucho mejor aprovechar este espacio para los colectores solares, por esta razón en nuestro proyecto de ahorro energético no vamos a utilizar placas fotovoltaicas.

#### 7.5.4 Medidas alternativas (cambio de constumbres)

Medidas alternativas para el ahorro energético que consisten en el cambio de costumbres de la gente. Éstas Incluyen:

- La reducción del uso de electrodomésticos y la iluminación artificial. Hoy en día el mercado ofrece muchos bienes no necesitamos que en realidad. Nos los presenta como algo importante que debemos tener, ya que nos va a ayudar en la vida diaria, pero en realidad podemos tener el mismo estándar de vida sin estas “ventajas tecnológicas”, por ejemplo, la máquina de café, la máquina de hielo, el exprimidor, el microondas, la batidora, los electrodomésticos para la limpieza... Algunos de ellos tal vez no los necesitamos y otros los podemos usar menos. También podemos controlar el consumo de los electrodomésticos que están encendidos todo el tiempo y en realidad se usan sólo algunas horas al día (WiFi, DVD, TV, reloj...)
- La producción de energía para la iluminación. Como el consumo de energía para la iluminación con bombillas de bajo consumo es mucho más bajo, esta energía se puede generar con una bicicleta conectada a la red de iluminación del piso. Esta opción no es todavía muy eficiente y conocida pero con electrodomésticos que son cada día más eficientes representa buena alternativa para la producción de la electricidad. Por ejemplo, el ciclista promedio produce entre 125-300 W en la bicicleta, y con sólo 20 min de ejercicio produce suficiente energía para funcionamiento de un ordenador que consume 70 W (39).
- El cambio de horarios. Se trata de una medida difícil de aplicar personalmente porque depende tanto de las costumbres de la sociedad como de nuestras propias costumbres. Muchas veces nuestros horarios nos obligan a trabajar durante la noche, cuando necesitamos la luz artificial y al mismo tiempo no aprovechamos la luz natural. Sólo con cambios de este tipo de horarios podríamos ganar algunas horas de sol y reducir el consumo de energía para la iluminación.

\*Estas medidas no se incluyen en el cálculo de ahorro energético.

## **7.6 El orden de aplicación de las medidas**

El orden de aplicación de las medidas es bastante importante en caso que las medidas no se apliquen al mismo tiempo sino en fases, ya que cada medida aplicada progresivamente va a contribuir un poco menos al ahorro energético comparado con la demanda de energía antes de la aplicación de las medidas. El criterio para decidir qué medida será mejor aplicar primero es el coste de la medida y el ahorro energético que produce. Por eso el primer paso sería:

- 1) La instalación de los calorímetros con las válvulas con termostato en los radiadores
- 2) El cambio de la fachada y las ventanas.
- 3) La aplicación de los colectores solares.

Las medidas para ahorro energético de electricidad pueden ser aplicadas gradualmente en este tiempo, como hemos explicado antes.

## **7.7 Conclusión**

Es obvio que existe una gran capacidad de ahorro energético dentro de este tipo de edificios con la aplicación de diferentes medidas que podemos elegir. Este ejemplo de arquitectura socialista puede ser el ejemplo arquitectónico ideal para la preservación del medio ambiente. Las mismas cosas que por un lado disminuyen la calidad de vida, por el otro ofrecen la oportunidad de preservación medioambiental. La densidad de las viviendas en un edificio y al mismo tiempo las grandes superficies de parques alrededor ofrecen un ahorro en el espacio a construir. Además, esta misma cantidad de viviendas en edificios más pequeños requeriría de mucho más espacio. También la construcción modular permite una reducción del coste de la edificación y, en este caso, del coste de la renovación.

## 8. Cálculo de ahorro energético para un piso de referencia

Todos los cálculos están hechos basados en el consumo energético real del año 2010 de un piso modelo de 60 m<sup>2</sup> que es el tamaño promedio de los pisos en este barrio. Los cálculos están hechos teniendo en cuenta sólo el precio de los kWh de energía. El resto de los gastos son fijos y consisten en:

PRECIO DE LOS GASTOS FIJOS (€/año)

Energía eléctrica	cargo de medición y servicios	39,60	69,99
	IVA (23%)	30,38	
Energía térmica	Gasto fijo de la fuerza (kW)	116,76	191,20
	IVA (23%)	74,43	

### 8.1 Cálculo de ahorro de la energía térmica

#### 8.1.1 Fase 1 – instalación de los calorímetros y las válvulas con termostato

Con esta medida es posible ahorrar 30% de energía térmica (véase el capítulo 7.4.2)

#### 8.1.2 Fase 2 - Cambio de la fachada

Para calcular el ahorro energético con esta medida hemos hecho el cálculo de U de la fachada original y de la nueva fachada. Como en este caso las pérdidas de calor solo influyen la fachada, es decir U de la fachada, podemos decir que el porcentaje de mejorado de U de la nueva fachada es equivalente al porcentaje de ahorro energético.

COMPARACION DE LAS “U” DE LAS FACHADAS

Tipo de fachada	U W/m <sup>2</sup> K	Mejorando %
Fachada original	1,40	-
Fachada nueva	0,72	48,44
Fach. normal según legislación	0,96	31,61

Tabla 5

U en esta tabla está calculada como la suma de valores de U de cada parte de la fachada, incluido el suelo y la cubierta, multiplicado con el porcentaje de la superficie de cada parte de fachada. (Véase el apéndice cálculo 1).

De esta tabla se desprende que con una fachada normal según la legislación vigente es posible ahorrar ~30% de energía y con la fachada nueva que tiene mejores propiedades es posible ahorrar ~50% de energía.

**CAPAS DE LAS FACHADAS**

Fachada original	D cm	U (W/m <sup>2</sup> K)	Fachada nueva	D cm	U (W/m <sup>2</sup> K)	Fachada normal según legislación	D cm	U (W/m <sup>2</sup> K)
- placa de madera	2,00	0,71	- placa de cartón-yeso	2,50	0,22	- placa de cartón-yeso	2,50	0,32
- aislamiento térmico lana de madera	7,00		- aislamiento térmico poliestireno	15,00		- aislamiento térmico poliestireno	10,00	
- Vidrio	0,40		- placa de cemento	0,90		- placa de cemento	0,90	
Ventana			Ventana			Ventana		
- dos vidrios		3,50	- Low E vidrio doble		1,80	- doble vidrio		2,50
Caja de persianas			Caja de persianas			Caja de persianas		
		0,70			0,70			0,28

**Tabla 6**

**8.1.3 Fase 3 – instalación de colectores solares**

Con esta medida es posible ahorrar ~50% de la energía térmica (véase 4.4.3)

**8.1.4 Cálculo**

Para hacer el cálculo primero es necesario dividir el consumo total en consumo para calefacción de espacio y para ACS

**FACTURAS CALEFACCIÓN POR AÑO 2010**

Agua caliente sanitaria		Calentamiento de espacio		Gasto TOTAL	
kWh	€	kWh	€	kWh	€
3.744,00	61,55	8.841,00	145,33	12.585,00	206,88

**Tabla 7**

Ahora es posible reducir el consumo por cada medida de ahorro. En las siguientes tablas aparecen los valores de ahorro energético y su precio para cada fase del año. En la fase 1 el ahorro es de 30% del calentamiento del espacio, en la fase 2 el ahorro es del 50% de la fase 1 y en la fase 3 el ahorro es del 50% de ACS.

**AHORRO POR CADA FASE DEL AÑO**

Ahorro	FASE 1		Ahorro	FASE 2		Ahorro	FASE 3	
	kWh	€		kWh	€		kWh	€
	2652,30	43,60		3094,35	50,87		1872,00	30,77

Ahorro TOTAL	FASE 1 + FASE 2			Ahorro TOTAL	FASE 1 + FASE 2 + FASE 3		
	kWh	%	€		kWh	%	€
	5.746,65	45,66	94,47		7.618,65	60,54	125,24

El cálculo completo se puede ver en el Apéndice I 3.1 pág. 70

## 8.2 Cálculo de ahorro de la energía eléctrica

La energía eléctrica en el piso se puede dividir en la energía para los electrodomésticos y para la iluminación. Según mis cálculos de un piso, en iluminación se consume ~20% de la energía eléctrica total y en electrodomésticos el 80% (véase

Tabla 8).

Según otras fuentes, este dato varía un poco, afirmando que en iluminación se gasta entre un 10 y un 15% de energía. (37) (40)

GASTO TOTAL DE ELECTRICIDAD (Electrodomésticos + luz)  
Piso representativo de los edificios socialistas  
barrio de Zapruđe (Zagreb, Croacia) – valores reales de año 2010

El consumo en:	%	kWh/año	€
Electrodomésticos	76,46	1.191,47	111,36
Luz	23,54	366,91	31,19
TOTAL	100,00	1.558,38	142,55

Tabla 8

### 8.2.1 Ahorro de energía en electrodomésticos

Según el cálculo, sólo con el uso de la nevera y el horno con etiqueta energética A++ en vez de C es posible ahorrar el 23.35% de energía.

AHORRO DE LOS ELECTRODOMÉSTICOS

kWh	%	€
284,24	23,35	26,00

Tabla 9

Para el cálculo detallado véase el Apéndice I 2.3. pág. 67

### 8.2.2 Ahorro de energía para iluminación

Según el cálculo, si cambiamos las bombillas por unas de bajo consumo es posible ahorrar el 64.96% de energía.

AHORRO EN ILUMINACIÓN

kWh	%	€
221,50	64,96	20,26

**Tabla 10**

Para el cálculo detallado véase el Apéndice I 2.3 pág. 67

### 8.3 Ahorro energético total del piso de referencia

En la siguiente tabla son visibles todos los gastos y todos los ahorros de cada medida tomada para el ahorro energético.

**LOS GASTOS Y LOS AHORROS TOTALES DEL PISO MODELO**

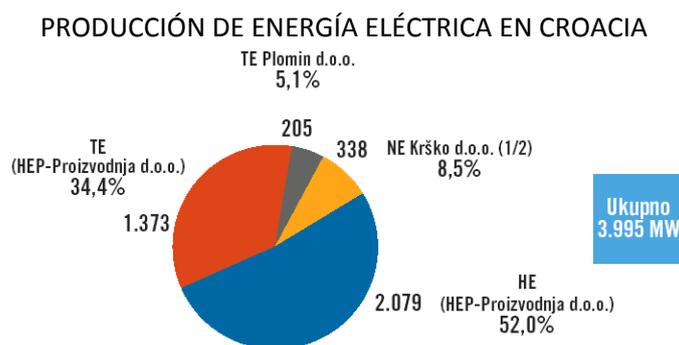
Energía	Medidas para ahorro energético	Consumo	Precio de energía	Consumo con ahorro	Precio de energía con ahorro	Ahorro	Ahorro	Suma dinero ahorrado
		kWh	€	kWh	€	kWh	%	€
Eléctrica	Electrodomésticos	1217,42	111,36	933,17	85,36	284,24	23,35	26,00
	Luz	340,97	31,19	119,46	10,93	221,50	64,96	20,26
	<b>Total</b>	<b>1.558,38</b>	<b>142,55</b>	<b>1.052,64</b>	<b>96,29</b>	<b>505,75</b>	<b>32,45</b>	<b>46,26</b>
Térmica	Calefacción (Fase 1 + Fase 2)	8.841,00	145,33	3.094,35	50,87	5.746,65	46,00	94,47
	ACS	3.744,00	61,55	1.872,00	30,77	1.872,00	50,00	30,77
	<b>Total</b>	<b>12.585,00</b>	<b>206,88</b>	<b>4.966,35</b>	<b>81,64</b>	<b>7.618,65</b>	<b>60,54</b>	<b>125,24</b>
<b>Total</b>		<b>14.143,38</b>	<b>349,43</b>	<b>6.018,99</b>	<b>177,93</b>	<b>8.124,40</b>	<b>57,44</b>	<b>171,50</b>

**Tabla 11**

Con las medidas aplicadas podemos ahorrar cerca del 60% de energía consumida, lo que reduce los gastos y las emisiones de CO<sub>2</sub>. En el siguiente capítulo vamos a calcular la reducción de CO<sub>2</sub> para todo el edificio y el barrio, y la cantidad de dinero que vale este CO<sub>2</sub> en el mercado de carbono.

## 9. Cálculo de la reducción de CO<sub>2</sub> y rentabilidad de las medidas

Para calcular la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> es necesario saber cuántos kg de CO<sub>2</sub> produce un kWh de una fuente de energía. En nuestro caso nos interesa la cantidad de CO<sub>2</sub> que produce un kWh de gas natural y un kWh de electricidad. La energía eléctrica no produce CO<sub>2</sub> y se considera una energía limpia pero para su producción se necesita energía la térmica del gas natural o el carbón. En Croacia un 39.5% de la energía eléctrica se produce en las centrales termoeléctricas, un 52% en las hidroeléctricas y el 8.5% en las nucleares (en Eslovenia, siendo el 50% de propiedad croata)



**Gráfico 13 (41)**

Por eso, en el caso de Croacia para producción de la energía eléctrica no se emite mucho CO<sub>2</sub>, ya que el 60% de producción no lo emite.

En la siguiente tabla se puede ver cuánto CO<sub>2</sub> produce un kWh de diferentes fuentes energéticas:

Conversion to CO <sub>2</sub> e (gross CV basis)		
Energy source*	Units	Kg CO <sub>2</sub> e per unit
Grid electricity	kWh	0.54522
Natural gas	kWh	0.18523
LPG	kWh litres	0.21445 1.49200
Gas oil	kWh litres	0.27533 3.02120
Fuel oil	kWh tonnes	0.26592 3219.70000
Burning oil	kWh tonnes	0.24683 3164.90000
Diesel	kWh litres	0.25301 2.67200
Petrol	kWh litres	0.24176 2.32200
Industrial coal	kWh	0.32227
Wood pellets	tonnes	2336.50000
	kWh	0.03895
	tonnes	183.93000

**Tabla 12 (42)**

En nuestro cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> usamos los valores de esta tabla.

\*Puede ser que para la electricidad, en el caso de Croacia, el valor no sea exactamente correcta pero el error es probablemente inapreciable.

### 9.1 Cálculo del CO<sub>2</sub> producido por las medidas aplicadas

Antes de calcular cuánto CO<sub>2</sub> hemos reducido con nuestras medidas es importante saber cuánto CO<sub>2</sub> hemos producido con las medidas aplicadas y cuánto cuestan estas medidas. De esta manera es posible calcular la rentabilidad de las medidas.

Podemos considerar medidas para el ahorro energético de electricidad las medidas que van a tener lugar sólo con la educación de la gente y por eso se considera que no tienen precio ni emiten CO<sub>2</sub>. El precio de esta medida se incluye en el coste de la vida diaria.

#### PRECIO Y EMISIONES DE LAS MEDIDAS PARA UN EDIFICIO DE 178 PISOS (y para un piso)

Medida aplicada		Elementos aplicados	Un edificio de 178 pisos		Un piso	
			CO <sub>2</sub> t	Precio €	CO <sub>2</sub> t	Precio €
Fachada + carpintería	Carpintería	PVC marcos Vidrio 4+12+6	1.279,31	849.375,26	7,19	4.771,77
	Fachada	aislamiento 2x10cm cartón yeso placa de cemento construcción de fachada				
ACS		Captadores solares	219,13	253.816,11	1,23	1.425,93
Instalación de Calorímetros		Válvula con termostato Calorímetros*	15,25	60.520,00	0,09	340,00
Total			234,38	314.336,11	1,32	1.765,93

Tabla 13

\*Véase el cálculo completo en Apéndice I 4.1 pág. 72

El coste de las medidas es 1.5 veces más alto que la renovación normal de la fachada.

#### LA DIFERENCIA ENTRE EL COSTE DE LAS MEDIDAS Y EL COSTE DE RENOVACION NORMAL

Tipo de obras	Un edificio de 178 pisos		Un piso	
	CO <sub>2</sub>	Precio	CO <sub>2</sub>	Precio
	t	€	t	€
Renovación normal de la fachada	1.208,04	455.226,00	6,79	2.557,45
Las medidas	1.513,69	1.163.711,37	8,50	6.537,70
La diferencia	305,65	708.485,37	1,72	3.980,25
Medidas comparadas con la renovación normal	25,30%	155,63%	25,30%	155,63%

## 9.2 Calculo de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

En la siguiente tabla se pueden ver las emisiones de CO<sub>2</sub> por piso y la reducción de CO<sub>2</sub> después de la aplicación de las medidas. También se puede ver la comparación del ahorro y las emisiones reducidas de un año con las emisiones y el coste de las medidas.

CÁLCULO DEL AHORRO Y LAS EMISIONES EN UN AÑO COMPARADOS CON LAS EMISIONES Y EL COSTE DE LAS MEDIDAS

CONSUMO Y AHORRO ENERGÉTICO kWh					EMISIONES Y REDUCCIONES DE CO <sub>2</sub>				GANANCIA TOTAL En un año	PRECIO Y EMISIONES DE LAS MEDIDAS	
Energía	Medidas para ahorro energético	Consumo  kWh	Ahorro  kWh	Suma de dinero ahorrado  €	Emisiones		Reducciones			ahorro de kWh + ahorro de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub> por medida
					CO <sub>2</sub> por kWh  Kg/kWh	CO <sub>2</sub>  t	CO <sub>2</sub>  t	CO <sub>2</sub> reducido 1t=11€  €			
Eléctrica	Electrod.	1.217,42	284,24	26,00	0,5452	0,66	0,15	1,70	27,71	-	-
	Luz	340,97	221,50	20,26		0,19	0,12	1,33	21,59	-	-
	total	1.558,38	505,75	46,26		0,85	0,28	3,03	49,29	0,00	0,00
Térmica	Calefacción (Fase 1 + Fase 2)	8.841,00	5.746,65	94,47	0,1852		1,06	11,71	106,17	7,19	4.771,77
	ACS	3.744,00	1.872,00	30,77			0,35	3,81	34,59	1,23	1.425,93
	Total	12.585,00	7.618,65	125,24		2,33	1,41	15,52	140,76	8,42	6.197,70
Total		14.143,38	8.124,40	171,50		3,18	1,69	18,56	190,06	8,42	6.197,70

Por supuesto, no es posible ahorrar en un año tanto dinero como para que las medidas sean rentables. En el siguiente paso está el cálculo de rentabilidad para un largo periodo de tiempo.

## 9.3 Escenario de ahorro energético a largo plazo

Para calcular el ahorro energético y la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la ganancia de dinero según este ahorro y reducción, es necesario hacer los supuestos de subida de precios en el futuro. En los siguientes gráficos se muestra la subida de precios de la electricidad y el gas natural. Los gráficos están basados a los gráficos de precios reales en los últimos años. Se supone que el precio de la energía térmica va a subir proporcionalmente a la subida del precio del gas natural. El precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> es difícil de predecir ya que depende sólo del mercado de carbono y además no existe suficiente tiempo para que se puedan apreciar las tendencias de cambio de precio en el futuro. Por estas razones en el cálculo se ha supuesto que el precio va a subir gradualmente, tal y como lo sugiere el IPCC.

*“The IPCC analyses suggest that carbon prices of \$20 to \$80 per ton CO<sub>2</sub>-eq, sustained or increased over decades, could eliminate most carbon emissions from power generation and make many mitigation strategies attractive.”*

*“Lower carbon price ranges (\$5 to \$65 per ton CO<sub>2</sub>-eq in 2030, and \$15 to \$130 per ton CO<sub>2</sub>-eq in 2050) may achieve the same stabilization levels if policies that induce technological advances are implemented.” (17)*

LOS PRECIOS DEL GAS NATURAL US\$/MILION BTU

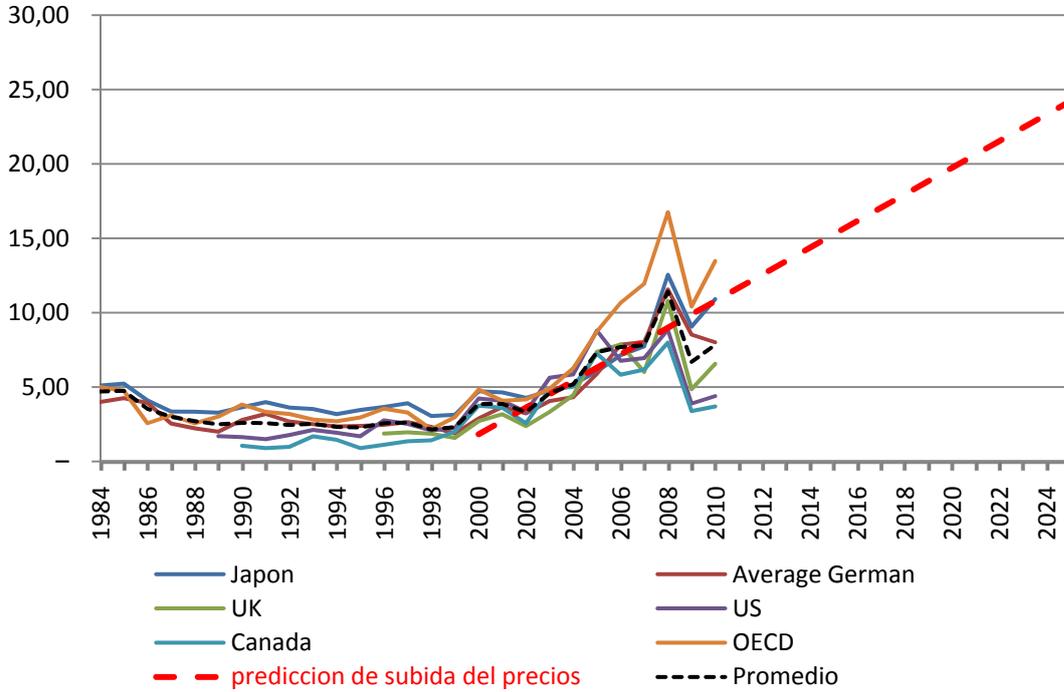


Gráfico 14 – (datos extraídos de BP) (43)

ÍNDICE COMPARATIVO DE PRECIOS DE LA ENERGÍA PARA LOS HOGARES E ÍNDICE DEL COSTE TOTAL DE LA VIDA  
CON PROYECCIÓN DE LOS PRECIOS FUTUROS DE LA ELECTRICIDAD. (1994 = 100)

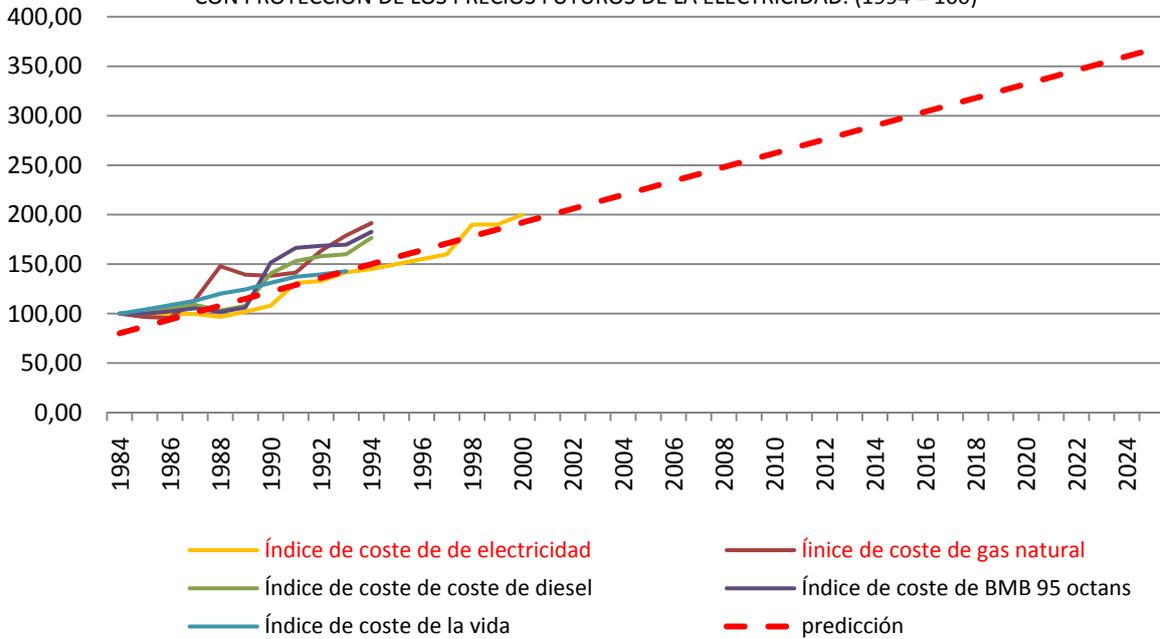


Tabla 14– (datos extraídos de “Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu“) (41)

AHORRO ENERGÉTICO Y REDUCCIÓN DE CO<sub>2</sub> EN LOS PRÓXIMOS 30 AÑOS (para un edificio de 178 pisos)

Energía	Medidas	Emisiones de CO <sub>2</sub> por medida	Precio de medida	Energía ahorrada	Dinero ahorrado por kWh	Porcentaje de ahorro/reducción	Reducción de CO <sub>2</sub>	Dinero ahorrado de CO <sub>2</sub>	Porcentaje del dinero ahorrado de CO <sub>2</sub>	Suma de dinero ganado (kWh+CO <sub>2</sub> )	Diferencia entre coste de medida y ganancia a 30 años	Diferencia entre emisiones de medida y ahorro a 30 años
		t	€	kWh	€	%	t	€	€	€	€	T
Electricidad	Electrodomésticos	0,00	0,00	1.517.858,10	262.912,61	56,20%	827,57	35.502,61	56,20%	298.415,21	298.415,21	827,57
	Luz	0,00	0,00	1.182.831,26	204.881,64	43,80%	644,90	27.666,35	43,80%	232.547,99	232.547,99	644,90
	Total	0,00	0,00	2.700.689,36	467.794,24	26,97%	1.472,47	63.168,96	16,35%	530.963,20	530.963,20	1.472,47
Calefacción	Calefacción (Fase 1 + Fase 2)	1.279,31	849.375,26	30.687.111,00	928.684,46	75,43%	5.684,17	243.851,05	75,43%	1.172.535,51	323.160,24	4.404,86
	ACS	219,13	253.816,11	9.996.480,00	302.523,61	24,57%	1.851,65	79.435,70	24,57%	381.959,31	128.143,20	1.632,52
	Ttotal	1.498,44	1.103.191,37	40.683.591,00	1.231.208,07	73,03%	7.535,82	323.286,74	83,65%	1.554.494,82	451.303,45	6.037,38
Total		1.498,44	1.103.191,37	43.384.280,36	1.699.002,31	100,00%	9.008,29	386.455,70	100,00%	2.085.458,01	982.266,64	7.509,85
Un piso		0,05	6197,70	206599,71	8421,22		43,73	1876,03		10297,26	4099,55	35,31

Tabla 15

#### 9.4 Ahorro energético de todo el barrio

En el barrio existen 2.730 pisos en el mismo tipo de edificios. El cálculo de ahorro energético y de reducción de CO<sub>2</sub> total es sólo para los pisos del mismo tipo de edificio.

AHORRO ENERGETICO Y REDUCCION DE CO2 EN PROXIMOS 30 AÑOS PARA PARTE DEL BARRIO DE LA MISMO TIPO DE EDIFICACIÓN (2.730 PISOS)

Energía	Medidas	Emisiones de CO <sub>2</sub> por medida	Precio de medida	Energía ahorrada	Dinero ahorrado por kWh	Porcentaje de ahorro/reducción	Reducción de CO <sub>2</sub>	Dinero ahorrado de CO <sub>2</sub>	Porcentaje del dinero ahorrado de CO <sub>2</sub>	Suma de dinero ganado (kWh+CO2)	Diferencia entre coste de medida y ganancia a 30 años	Diferencia entre emisiones de medida y ahorro a 30 años
		t	€	kWh	€	%	t	€	€	€	€	t
Electricidad	Electro.	0,00	0,00	23.279.509,01	3.006.638,71	56,20%	12.692,45	395.581,48	56,20	3.402.220,19	3.402.220,19	12.692,45
	Luz	0,00	0,00	18.141.176,12	2.343.003,12	43,80%	9.890,93	308.267,38	43,80	2.651.270,51	2.651.270,51	9.890,93
	total	0,00	0,00	41.420.685,13	5.349.641,83	26,97%	18.819,49	703.848,86	16,35	6.053.490,69	6.053.490,69	18.819,49
Calefacción	Calefacción (Fase 1+Fase 2)	19.620,90	13.026.935,21	470.650.635,00	14.243.306,61	75,43%	87.178,62	3.739.962,67	75,43	17.983.269,29	4.956.334,07	67.557,72
	ACS	3.360,83	3.892.797,59	153.316.800,00	4.639.828,42	24,57%	28.398,87	1.218.311,56	24,57	5.858.139,98	1.965.342,39	25.038,04
	total	22.981,73	16.919.732,81	623.967.435,00	10.605.736,90	73,03%	96.314,57	3.602.165,04	83,65	14.207.901,94	-2.711.830,87	73.332,85
Total		22.981,73	16.919.732,81	665.388.120,13	15.955.378,73	100,00%	115.134,06	4.306.013,90	100,00	20.261.392,63	3.341.659,82	92.152,33

Tabla 16

### **9.5 Rentabilidad de inversion**

Después de 25 años la ganancia total es un poco más alta que el coste inicial (217.881,12€), por eso es previsible esperar que la ganancia vaya a superar el coste inicial de las medidas después de 25 años. También depende de la forma de financiar la inversión. Si está financiada con el crédito a interés bancario el tiempo de viabilidad se va a prolongar.

Es obvio que esta inversión puede ser rentable pero a largo plazo, con el supuesto que los precios de los energentes van a subir durante todo ese periodo de tiempo y más allá. Con estas predicciones y como los créditos de bancos no pueden ser muy predictibles, nos encontramos ante una inversión de riesgo.

Con un crédito con intereses de 5% el coste de las medidas después de 30 años es 2.5 veces más alto (2.757.978,42€) y el ganancia es el 75,65% del coste. La medida con este tipo de crédito es rentable tras 40 años.

Para que sea rentable después de 30 años los intereses del crédito no deberían ser superiores al 3%. En este caso, después de 30 años el proyecto sería rentable. Estas condiciones son difíciles de conseguir. Un crédito a 30 años y con intereses tan bajos no parece una situación muy realista. Tal vez con ayudas del estado este tipo de proyectos podría ser más atractivos, de otra manera poca gente elegiría pagar tanto dinero para obtener un provecho sólo después de 40 años.

### **9.6 Motivacion para el ahorro energético**

Es difícil decidirse por unas medidas de este tipo sabiendo que los beneficios que se pueden esperar serán a 30 años vista o más. Poca gente querría invertir su dinero en un ahorro que sólo se va a conseguir después de tanto tiempo pagando más de lo normal. Por estas razones la motivación del ahorro energético es muy importante. Una de las formas para motivar a la gente para aplicar las medidas de ahorro debería ser el aumento del nivel de estándar de las viviendas – algo que provocará que la gente tenga beneficios durante todo el tiempo del periodo del pago. Este tipo de motivacion es especialmente atractivo en estos edificios antiguos donde los pisos a menudo son demasiado pequeños para el número de personas que viven en ellos. En cada caso, un espacio adicional es algo siempre bienvenido.

### **9.7 La propuesta de motivacion para el ahorro energético**

Los edificios socialistas en el barrio Zapruđe en Zagreb no cuentan con balcones o logias, que son espacios que pueden ayudar a mejorar la calidad de vida. Además, pueden servir como espacios de aplicación de otras medidas sostenibles (reciclado, compostaje o horticultura urbana) que no están directamente relacionadas con la reducción de CO<sub>2</sub> o el ahorro energético.

La idea es añadir un espacio nuevo y útil a cada piso. Una logia con una serie de ventanas practicables plegables que ofrezcan una transformación del espacio en espacio exterior (ventanas abiertas) o un invernadero (ventanas cerradas). Esto significaría que los edificios tendrían una doble piel de vidrio que durante invierno podría proteger del frío y durante el verano, cuando estaría abierta, junto con el resguardo solar, protegería de la ganancia solar dentro del espacio interior.

Por supuesto, esta propuesta representa también una mayor inversión económica y de emisiones de CO<sub>2</sub>, porque incluye una construcción añadida (las logias) y otra piel de ventanas. Este problema de coste añadido y de emisiones de CO<sub>2</sub> se puede resolver parcialmente escogiendo la madera como material principal. Hoy existen sistemas de construcción de madera –como el sistema KLH– que pueden llegar fácilmente hasta las 8 plantas de altura (44), especialmente cuando se trata de una construcción añadida a otra de hormigón. El coste

de este tipo de construcción puede ser un 15% inferior al del hormigón y además el peso es menor y por eso el coste de transporte es menor (45).

Para reducir el coste de la piel de las ventanas (vidrio) es posible reciclar la fachada vieja y utilizar todos los materiales útiles. Como la fachada original tiene revestimiento del vidrio armado y estaño, esa parte se puede utilizar para barandilla de la galería (vidrio armado) y para el revestimiento de la construcción de madera.

En el próximo dibujo se explica el sistema de reutilización de la fachada original.

#### VISUALIZACIÓN DE LA FACHADA ANTES Y DESPUES DE RENOVACIÓN

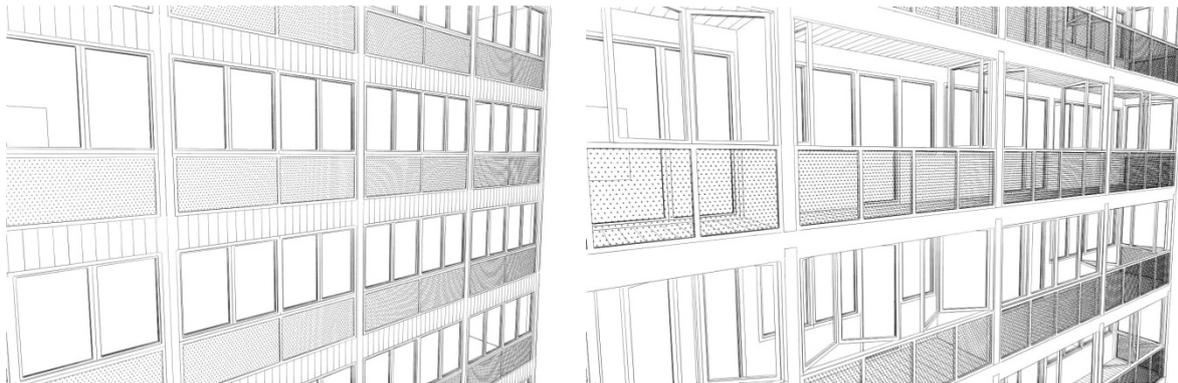


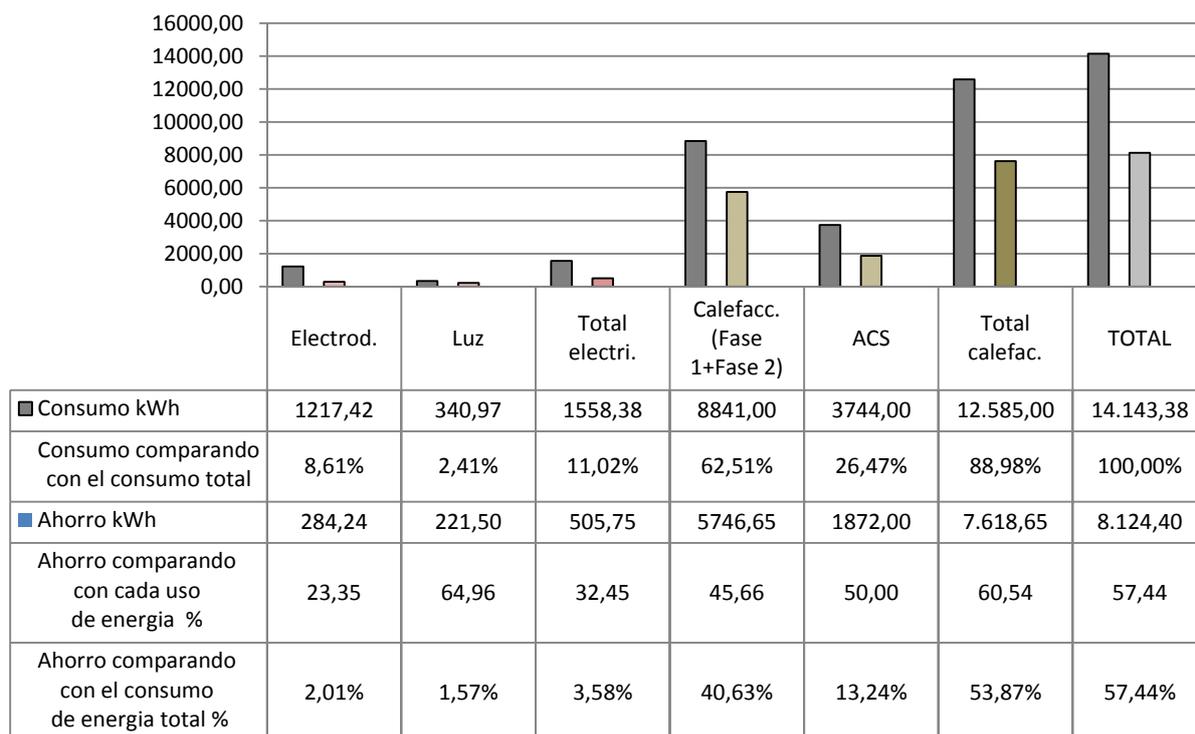
Imagen 11

De esta forma se reduce la basura que se generaría normalmente y se reduce el consumo energético para la fabricación de nuevos elementos.

El coste total de esta solución seguramente será mucho más elevado que la solución sin galerías pero con las galerías crece el confort del piso y, con esto, su valor. Cada piso ganaría espacio adicional, con lo cual el precio de mercado superaría el precio de construcción. Usualmente, el precio de la construcción de un m<sup>2</sup> es de alrededor de un 85% del precio de un m<sup>2</sup> de mercado –el coste de un m<sup>2</sup> de construcción con todos los impuestos y la documentación es de 1.600€ y el coste en el mercado es de alrededor de 1.800€) (46).

Con este dato del coste de construcción podemos apreciar que la primera propuesta para un edificio sin galerías costaría como un edificio común de 680 m<sup>2</sup> o con aproximadamente 10 pisos. Por eso, como la renovación incluye 178 pisos, ésta es mucho más rentable que la construcción de un edificio nuevo.

Como hemos visto en la Tabla 11 el ahorro total de un piso es casi del 60% (57.44%). En la tabla inferior se recoge la comparación de ahorro con cada uso de energía y con el uso total de energía. Se observa que con las medidas se puede ahorrar sólo alrededor de un 32% de la electricidad y el 54% de la calefacción.



Si finalmente queremos aplicar el sistema de ventilación con recuperación de calor podríamos ahorrar 1.680kWh en un año/piso (si la eficiencia del sistema fuera del 70%), es decir, el ahorro total sería del 69.32%.

El resto de energía que no pudiéramos disminuir con las medidas aplicadas deberíamos conseguirla de fuentes de energía renovable. La electricidad podría obtenerse de placas fotovoltaicas puestas en los techos de los edificios públicos dentro del barrio. La superficie de los techos es 24.795 m<sup>2</sup> en la cual se podrían instalar alrededor de 8.500 placas fotovoltaicas de 1,5m<sup>2</sup> (1,5x1m) de superficie.

Con 8.500 placas fotovoltaicas se podrían producir 2.108.000,00 kWh de energía eléctrica, que representan sólo el 12% de la demanda que restante después del ahorro de las medidas aplicadas -16.431.836,93kWh

\*Véase el cálculo completo en Apéndice I 2.4 pág. 69

Está claro que con el nivel de consumo de electricidad existente y con tan bajo rendimiento de las placas fotovoltaicas es difícil satisfacer la demanda de energía eléctrica. Podemos esperar que en el futuro el consumo vaya a disminuir, tras la concienciación de los usuarios y tras el uso de electrodomésticos de consumo energético mucho más bajo, y con una tecnología que nos ofrezca un rendimiento mucho más alto.

En este caso podríamos tener un barrio con producción de electricidad propia de los fuentes renovables (autosuficiente).

## **9.8 Conclusiones**

De este cálculo se observa que las medidas aplicadas pueden reducir el consumo energético significativamente, pero el coste de aplicación es todavía demasiado alto para que estas medidas resulten rentables. Un periodo de 30 años es mucho tiempo para una inversión que no aporta muchos beneficios económicos. Resultaría interesante realizar una encuesta para conocer la opinión de la gente y qué porcentaje de esa estaría en buena predisposición para realizar esta inversión.

Ahora sólo podemos concluir que estas medidas no son muy rentables y además son bastante inseguras porque dependen de los precios del mercado de la energía que es muy difícil de predecir. Es decir, que podrán ser muy rentables o no dependiendo de los precios del CO<sub>2</sub> y la energía en el futuro.

## 10. Conclusiones

En esta tesina hemos tratado de encontrar respuestas a las preguntas básicas sobre el calentamiento global y lo que podemos hacer nosotros para proteger el medio ambiente. Hemos visto que desde la teoría del calentamiento global hasta las soluciones recogidas en el Protocolo de Kyoto para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> existen muchas contraversas. Podemos resumir los principales argumentos de esta investigación en los siguientes puntos:

- ***Consenso entre los científicos sobre la teoría del calentamiento global antropogénico es discutible.***

Está claro que la climatología está todavía en desarrollo y que en realidad todavía es difícil determinar la causa principal por calentamiento global. De hecho existen diferentes investigaciones con resultados opuestos y es necesario más tiempo para que podamos concluir con seguridad las causas de calentamiento global.

- ***Los resultados de los mecanismos del Protocolo de Kyoto para la reducción de CO<sub>2</sub> son cuestionables.***

En muchos casos no promueven el uso de energía limpia sino que están centrados en la ganancia de créditos de carbono de la manera económicamente más rentable. Es decir, que la mayoría de los créditos obtenidos mediante estos mecanismos no promueven el desarrollo limpio y no protegen el medio ambiente sino que sirven como justificación para seguir contaminando.

- ***Los mecanismos de reducción de GEI no deberían estar basados en el mercado.***

Estos mecanismos, basados en el mercado, dependen del desarrollo económico que está basado, a su vez, en el aumento de la producción y, por lo tanto, en el crecimiento del uso de recursos naturales.

- ***Los proyectos de MDL tienen grandes dificultades de aplicación en el sector de la construcción.***

Como mecanismos basados en la economía no pueden ser eficientemente aplicados en el sector de la construcción donde el valor de CERs obtenidos es mucho más bajo que el valor del proyecto. Además, es necesario mucho tiempo para que el valor de CER supere el valor de inversión.

- ***El ahorro energético es una de las formas en que se puede contribuir a la protección del medio ambiente desde la arquitectura.***

Con proyectos pensados para estar en armonía con la naturaleza, con el uso de materiales naturales y, finalmente, con el ahorro energético en los edificios podemos reducir la contaminación significativamente.

- ***La edificación socialista representa una buena base para la renovación, con grandes posibilidades de ahorro energético.***

En nuestro caso las medidas de ahorro pueden reducir hasta un 60% el consumo de energía.

- **La rentabilidad de las renovaciones para conseguir ahorro aún no es muy alta.**

La rentabilidad de estas medidas es muy baja y no existe mucha motivación para hacer estos tipos de proyectos. Hemos intentado proponer una alternativa a la renovación para conseguir ahorro, de tal forma que los beneficios no sean sólo económicos sino también de confort o calidad de vida.

En conclusión, la lucha contra el calentamiento global no debería ser la lucha contra las emisiones de CO<sub>2</sub> sino la lucha contra la contaminación. Debemos eliminar las emisiones de GEI, tengan o no influencia en el cambio climático, pero también sus fuentes de emisiones. En el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> nos referiríamos al consumo energético de combustibles fósiles como fuente de emisión. Por lo tanto, la manera más eficiente para reducirlas sería reducir la producción de energía de estas fuentes. El ahorro energético, contrario a los mecanismos basados en el mercado, es seguramente un camino en esa dirección.

---

## Bibliografía:

---

1. **Wikipedia.** Fossil Fuel. [En línea] [Citado el: 23 de 8 de 2011.]  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Fossil\\_fuel#cite\\_note-18](http://en.wikipedia.org/wiki/Fossil_fuel#cite_note-18).
2. **Wikipedia.** Carbon Capture and Storage. *Wikipedia*. [En línea] [Citado el: 30 de 8 de 2011.]  
[http://wiki.dickinson.edu/index.php/Carbon\\_Capture\\_and\\_Storage](http://wiki.dickinson.edu/index.php/Carbon_Capture_and_Storage).
3. **desmoglobin.** [En línea] <http://www.desmoglobin.com>.
4. **Pietrasik, Tom.** Tom Pietrasik photography. *THE REALITY OF MINING IN INDIA*. [En línea] [Citado el: 31 de 8 de 2011.] <http://www.tompiertrasik.com/2010/03/07/coal-mining-jharkhand-india/>.
5. **Pica, Erich.** Huff green post The Attempted Corporate Greenwash of Canada's Dirty Tar Sands. *Huff green post*. [En línea] [Citado el: 31 de 8 de 2011.] [http://www.huffingtonpost.com/erich-pica/the-attempted-corporate-g\\_b\\_480888.html](http://www.huffingtonpost.com/erich-pica/the-attempted-corporate-g_b_480888.html).
6. **Wikipedia.** Air pollution. [En línea] [Citado el: 24 de 8 de 2011.]  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_pollution](http://en.wikipedia.org/wiki/Air_pollution).
7. **Wikipedia.** Soil contamination. [En línea] [Citado el: 24 de 8 de 2011.]  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Soil\\_contamination](http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_contamination).
8. **Taylor, Peter.** *Chill*. s.l. : Clairview, 2009. pág. 404. ISBN 978 1 905570 19 5.
9. **Paleoclimate and CO2.** [En línea] [Citado el: 30 de 8 de 2011.]  
<http://www.brighton73.freemove.co.uk/gw/paleo/400000yrfig.htm>.
10. **Eric Monnin; Andreas Indermühle; André Dällenbach; Jacqueline Flückiger; Bernhard Stauffer; Thomas F. Stocker; Dominique Raynaud; Jean-Marc Barnola.** *Atmospheric CO2 Concentrations over the Last Glacial Termination*. s.l. : Science; Vol. 291 no. 5501 pp. 112-114, 2000. <http://www.sciencemag.org/content/291/5501/112.abstract>. DOI: 10.1126/science.291.5501.112 .
11. **William J. D'Andrea, Yongsong Huang, Sherilyn C. Fritz, N. John Anderson.** *Abrupt Holocene climate change as an important factor for human migration in West Greenland*. s.l. : PNAS, April 2011. <http://www.pnas.org/content/early/2011/05/23/1101708108.abstract>.
12. **IPCC.** *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Working Group I to the Third Assessment Report, IPCC. s.l. : Cambridge University press, 2001.  
[http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/pdf/WG1\\_TAR-FRONT.PDF](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf/WG1_TAR-FRONT.PDF). ISBN 0521 80767 0.
13. **UNFCCC.** UNFCCC - Status of Ratification of the Kyoto Protocol. *Status of Ratification of the Kyoto Protocol*. [Online] [Cited: 8 1, 2011.]  
[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/status\\_of\\_ratification/items/2613.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php).
14. **Cheng, C., Pouffary, S., Svenningsen, N., Callaway.** *The Kyoto Protocol, The Clean Development Mechanism and the Building and Construction Sector – A Report for the UNEP Sustainable Buildings and Construction Initiative*. s.l. : United Nations Environment Programme, Paris, France, 2008. pág. 11.
15. **UNFCCC.** UNFCCC. [En línea] [Citado el: 1 de 8 de 2011.] <http://unfccc.int/>.
16. **IPCC.** *IPCC Special Report - Carbon Dioxide Capture and Storage*. A Special Report of Working Group III of IPCC. Montreal, Canada : IPCC, September 2005.
17. **IPCC.** *Findings of the IPCC Fourth Assessment Report*. s.l. : Union of Concerned Scientists, 2007.  
[http://www.ucsusa.org/global\\_warming/science\\_and\\_impacts/science/findings-of-the-ipcc-fourth-2.html](http://www.ucsusa.org/global_warming/science_and_impacts/science/findings-of-the-ipcc-fourth-2.html).
18. **Fenhann, Jørgen.** *CDM Pipeline spreadsheet*. UNEP Risø Centre. s.l. : UNEP Risø Centre, 2011. 1st August 2011.

19. **Wysham, Daphne.** Grist Magazine. *Critics question World Bank's role as carbon trader, fossil-fuel funder.* [En línea] 25 de 5 de 2005. [Citado el: 5 de 8 de 2011.] <http://www.grist.org/article/wysham>.
20. **Carbon trade watch.** *Key Arguments Against Reducing Emissions from Deforestation and Degradation (REDD+).* s.l. : Carbon trade watch, Global justice ecology project; Indigenous Environmental network, June 2011. [www.carbontradewatch.com](http://www.carbontradewatch.com).
21. **Lang, Chris.** REDD will fail with the current definition of "forest". *redd-monitor.org.* [En línea] 8 de September de 2009. [Citado el: 31 de 8 de 2011.] <http://www.redd-monitor.org/2009/09/08/redd-will-fail-with-the-current-definition-of-forest/>.
22. **Hallowell, Billy.** The Blaze. *Australia May Pay Camel Killers in an Effort to Combat...Climate Change?* [En línea] 9 de 6 de 2011. [Citado el: 5 de 8 de 2011.] <http://www.theblaze.com/stories/australia-may-hand-out-cash-for-camel-killing-in-effort-to-combat-climate-change/>.
23. **CDM-rulebook.** CDM roolbook. [En línea] [Citado el: 5 de 8 de 2011.] <http://www.cdmrulebook.org/84>.
24. **Harsh Chopra, Sahil Garg.** *Clean Development Mechanism.* Univesity Institute of Legal Studies, Panjab University Chandigarh. s.l. : Bocconi School of Law Student-edited Papers, 2010. 2010-14/EN.
25. **Yan, Katy.** International Rivers. [En línea] 19 de 7 de 2011. [Citado el: 8 de 8 de 2011.] <http://www.internationalrivers.org/en/blog/katy-yan/2011-7-19/crunching-hydro-numbers-2011-first-half-cdm-update>.
26. **Lary Karp; Xuemei Liu.** *The clean Development Mechanism and its Contraversis.* s.l. : Postprints, UC Barkeley, 2000. pág. 20. <http://escholarship.org/uc/item/7h93z3b9>.
27. **MacWhinney, Ross.** *Reducing HFC-23: A Crucial Component of the Battle against Global Warming.* New York : Evolution markets, 2007. pág. 2.
28. **Pearson, Ben.** *Market failure: whz Clean Development Mechanism wont promote clean development.* s.l. : Jurnal of Cleaner Produccion, 2005.
29. **Airlie, Catherine.** Carbon Market to Grow 15% This Year, Bloomberg New Energy Finance Predicts. *bloomberg.* [En línea] 6 de 1 de 2011. [Citado el: 1 de 9 de 2011.] <http://www.bloomberg.com/news/2011-01-06/carbon-market-to-grow-15-this-year-bloomberg-new-energy-finance-predicts.html>.
30. **Wikipedia.** Clean Development Mechanism. *Wikipedia.* [En línea] [Citado el: 5 de 9 de 2011.] [http://en.wikipedia.org/wiki/Clean\\_Development\\_Mechanism](http://en.wikipedia.org/wiki/Clean_Development_Mechanism).
31. *Worst ever carbon emissions leave climate on the brink.* **Harvey, Fiona.** Sunday 29 May 2011, May 2011, guardian.co.uk. <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/may/29/carbon-emissions-nuclearpower>.
32. **Ivan Mlinar, Krunoslav Šmit.** *Urbanistièki pokazatelj zagrebaèkih stambenih naselja Zapruđe i Sopnica-Jelkovec.* Urbanistièko i prostorno planiranje, Sveuèilište u Zagrebu Arhitektonski fakultet. Zagreb : PROSTOR, 2008. pág. 11. UDK 711.4:728(497.5 Zagreb)"19/20".
33. **TI-SAN d.o.o.** TI-SAN d.o.o. [En línea] [Citado el: 1 de 8 de 2011.] <http://www.ti-san.hr>.
34. **www.heatrecoveryni.co.uk.** [En línea] [Citado el: 17 de 8 de 2011.] <http://www.heatrecoveryni.co.uk/heatrecovery.htm>.
35. **Händel, Claus.** *Ventilation with heat recovery is a necessity in "nearly zero" energy buildings.* European Ventilation Industry Association (EVIA). Brussels : REHVA Journal, May 2011. pág. 5. [www.evia-ventilation.eu](http://www.evia-ventilation.eu).

36. **Serra, Rafael.** *Architectura y climas*. ISBN 84-252-1767-9. Barcelona : Graficas 92, SA rubi (Barcelona), 1999. pág. 94. Depósito legal: B. 582-1999.
37. **dr.sc. Vlasta Zanki, Vanja Lokas, Sanja Horvat, Boris Sučić, Iva Nekić, Petra Gjurić.** *200 EE Savjeta*. (UNDP). Zagreb : Nacionalni EE Info centar, 2009. Projekt - Poticanje energetske efikasnosti u Hrvatskoj. [www.energetska-efikasnost.undp.hr](http://www.energetska-efikasnost.undp.hr). ISBN- 978-953-7429-15-7.
38. **Onda, Mx.** Lámparas de bajo consumo. [En línea] [Citado el: 16 de 8 de 2011.] [http://www.mxonda.es/media/documentos/%282%29Lamparas\\_bajo\\_consumo\\_G.pdf](http://www.mxonda.es/media/documentos/%282%29Lamparas_bajo_consumo_G.pdf).
39. **Convergence, Tech.** The Pedal-A-Watt Stationary Bike Power Generator. [En línea] [Citado el: 16 de 8 de 2011.] <http://www.econvergence.net/electro.htm>.
40. **Energysavingsnut.** LIGHTING & ELECTRICITY. [En línea] [Citado el: 17 de 8 de 2011.] <http://www.energysavingsnut.com/electricity-and-lighting-saving-tips.html#IndoorLighting>.
41. **Prof. dr. sc. Vladimir Čavrak, Mr. sc. Tomislav Gelo, Dominik Pripužić, dipl. oec. POLITIKA CIJENA U ENERGETSKOM SEKTORU I UTJECAJ CIJENA ENERGENATA NA GOSPODARSKI RAZVOJ REPUBLIKE HRVATSKE.** Zagreb : Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 2006.
42. **DERFA.** Carbon Trust. *Resources - conversion factors*. [En línea] 2010. [Citado el: 5 de 7 de 2011.] <http://www.carbontrust.co.uk/cut-carbon-reduce-costs/calculate/carbon-footprinting/pages/conversion-factors.aspx>.
43. **BP.** *BP Statistical Review of World Energy June 2011 - Natural gas*. s.l. : British Petroleum, june 2011. [bp.com/statisticalreview](http://bp.com/statisticalreview).
44. **KLH.** KLH uk. [En línea] [Citado el: 25 de 8 de 2011.] <http://www.klhuk.com/>.
45. **Ward, Roxane.** Going to New Heights. [En línea] August, 2009. [Citado el: 20 de 8 de 2011.] <http://www.structuremag.org/article.aspx?articleID=947>.
46. **Mauser, Davor.** *La construccion en Zagreb*. [entrev.] Darko Vlahovic (ADB d.o.o.). Zagreb, 20 de 8 de 2011.
47. **Environment, UNEP Collaborating Centre on Energy and.** *Introduction to the CDM*. Risø National Laboratory. Roskilde, Denmark : UNEP. ISBN: 87-550-386-6.
48. **Arcelor Mittal.** *Reserch permit request for the storage of CO2 in the Lorriaine Region*. Luxembourg : ULCOS, 11 June 2010. pág. 2. <http://www.ulcos.org/en/>.
49. **Worldtravels.** Worldtravels. *Zagreb Climate and Weather*. [En línea] [Citado el: 20 de 4 de 2011.] <http://www.wordtravels.com/Cities/Croatia/Zagreb/Climate>.
50. **Windfinder.** Windfinder - Wind & weather statistic Zagreb-Pleso. [En línea] [Citado el: 20 de 4 de 2011.] [http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic\\_zagreb-pleso.htm#](http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_zagreb-pleso.htm#).
51. **Lukšić, Ivo.** *Vlažnost zraka u Zagreu (prilog poznavanju klime grada Zagreba II)*. Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske. 1983. [http://geofizika-journal.gfz.hr/Vol\\_01/01-01-luksic.pdf](http://geofizika-journal.gfz.hr/Vol_01/01-01-luksic.pdf). UDK 551.571.
52. **DHMZ.** Državni hidrometeorološki zavod. [En línea] [Citado el: 14 de 4 de 2011.] <http://klima.hr/klima.php?id=mjes&param=12>.
53. **Google.** google maps. [En línea] [Citado el: 1 de 5 de 2011.] <http://maps.google.com/>.
54. **desmogblog.** The Facts Are In, The Tar Sands Are Dirty, But Industry Spin Campaign Continues. [En línea] [Citado el: 31 de 8 de 2011.] <http://www.desmogblog.com/facts-are-tar-sands-are-dirty-and-have-their-sights-set-fighting-against-greener-europe>.
55. **Wikipedia.** Greenhouse gas. *Greenhouse gas*. [En línea] [Citado el: 30 de 8 de 2011.] [http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse\\_gas](http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas).

# APÉNDICE I

---

## CÁLCULOS

**1. Cálculo del valor "U" de las fachadas**

**1.1 Cálculo del valor "U" de la fachada original**

CÁLCULO DE TRANSMISIONES TÉRMICAS "U"

ORIENTACIÓN	TIPOLOGÍA	CAPAS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	GROSOR	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK)	Rsi (m <sup>2</sup> K/W)	Rse (m <sup>2</sup> K/W)	R parcial (m <sup>2</sup> K/W)	R total cerramiento	U (1/R) (W/m <sup>2</sup> K)	U referencia Normativa	volúmen (m <sup>3</sup> )	densidad (kg/m <sup>3</sup> )	calor específico (J/°C Kg)	masa (J/°Cm <sup>3</sup> ) x0,6/Vh	peso (kg/m <sup>2</sup> )	peso (kg/m <sup>2</sup> )
<b>SUELO</b>	OPACO	Forhado de hormigon armado	1352,00	0,160	2,60	0,13	0,04	0,06	1,82	<b>0,55</b>		216,32	2500	1000		400	<b>519,75</b>
		aislamiento termico	1352,00	0,050	0,036			1,39				67,6	20	1000		1	
		mortero de cemento	1352,00	0,050	1,60			0,03				67,6	2100	840	2261,538462	105	
		parquet	1352,00	0,025	0,15			0,17				33,8	550	2000	705,1282051	13,75	
<b>ESTE Fachada</b>	OPACO	placa de madera	1152,60	0,02	0,13	0,13	0,04	0,15	1,40	<b>0,71</b>	0,35	23,052	500	1000	218,5935366	10	<b>46,4</b>
		aislamiento termico lana de madera	1152,60	0,07	0,065			1,08				80,682	360	1470		25,2	
		Vidrio 4 mm	1152,60	0,004	1,4			0,00				4,6104	2800	1005		11,2	
	OPACO	Persiana	264,60							<b>0,70</b>						7	<b>7</b>
	TRANSPARENTE	Ventanas	1234,80	0,008							<b>3,50</b>	1,7	9,8784	2700	833	421,3607465	21,6
<b>OESTE Fachada</b>	OPACO	placa de madera	1152,60	0,02	0,13	0,13	0,04	0,15	1,40	<b>0,71</b>	0,35	23,052	500	1000	218,5935366	10	<b>46,4</b>
		aislamiento termico lana de madera	1152,60	0,07	0,065			1,08				80,682	360	1470		25,2	
		Vidrio 4 mm	1152,60	0,004	1,4			0,00				4,6104	2800	1005		11,2	
	OPACO	Persiana	264,60							<b>0,70</b>						7	<b>7</b>
	TRANSPARENTE	Ventanas	1234,80	0,008							<b>3,50</b>	1,7	9,8784	2700	833	421,3607465	21,6
<b>NORTE</b>	OPACO	Yeso	331,50	0,01	1,6	0,13	0,04	0,01	2,74	<b>0,37</b>		3,315	1800	1000	113,1656805	18	<b>199,8</b>
		hormigon armado	331,50	0,160	2,60			0,06				53,04	1100	1000	1106,508876	176	
		aislamiento termico lana mineral	331,50	0,1	0,04			2,50				33,15	30	800		3	
		Aluminium 1mm	331,50	0,001	160			0,00				0,3315	2800	1005		2,8	
<b>SUR</b>	OPACO	Yeso	331,50	0,01	1,6	0,13	0,04	0,01	2,74	<b>0,37</b>		3,315	1800	1000	113,1656805	18	<b>199,8</b>
		hormigon armado	331,50	0,160	2,60			0,06				53,04	1100	1000	1106,508876	176	
		aislamiento termico lana mineral	331,50	0,1	0,04			2,50				33,15	30	800		3	
		Aluminium 1mm	331,50	0,001	160			0,00				0,3315	2800	1005		2,8	
<b>TECHO</b>	OPACO	Forhado de hormigon armado	1352,00	0,160	2,60	0,13	0,04	0,06	2,70	<b>0,37</b>		216,32	2500	1000	10256,41026	400	<b>531,35</b>
		aislamiento termico lana mineral	1352,00	0,080	0,036			2,22				108,16	20	1000		1,6	
		mortero de cemento	1352,00	0,050	1,60			0,03				67,6	2100	840		105	
		impermeabilización (tela asfaltica)	1352,00	0,010	0,23			0,04				13,52	1100	1000		11	
		placas de hormigon 4 cm	1352,00	0,025	0,15			0,17				33,8	550	2000		13,75	
masa térmica unitaria															<b>16942,3346</b>	<b>1600,7</b>	

Dimensiones de la fachada			
	Ancho	Alto	Superficie
Fachada total	104	25,5	2652
Ventana	3,5	1,4	4,9
Persiana	3,5	0,3	1,05
Fachada norte sur	13	25,5	331,5
techo suelo	13	104	1352

Numero de ventanas	252
--------------------	-----

1.2 Cálculo del valor "U" de la fachada nueva

TRANSMISIONES TERMICAS "U"

ORIENTACIÓN	TIPOLOGÍA	CAPAS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	GROSOR	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK)	Rsi (m <sup>2</sup> K/W)	Rse (m <sup>2</sup> K/W)	R parcial (m <sup>2</sup> K/W)	R total cerramiento	U (1/R) (W/m <sup>2</sup> K)	U referencia Normativa	volúmen (m <sup>3</sup> )	densidad (kg/m <sup>3</sup> )	calor específico (J/°C Kg)	masa (J/°Cm <sup>3</sup> ) x0,6/Vh	peso (kg/m <sup>2</sup> )	peso (kg/m <sup>2</sup> )	
<b>SUELO</b>	OPACO	Forhado de hormigon armado	1352,00	0,160	2,60	0,13	0,04	0,06	1,82	<b>0,55</b>		216,32	2500	1000		400	<b>519,75</b>	
		aislamiento termico	1352,00	0,050	0,036			1,39				67,6	20	1000		1		
		mortero de cemento	1352,00	0,050	1,60			0,03				67,6	2100	840		2261,538462		105
		parquet	1352,00	0,025	0,15			0,17				33,8	550	2000		705,1282051		13,75
<b>ESTE Fachada</b>	OPACO	placa de madera	1152,60	0,02	0,13	0,13	0,04	0,15	1,40	<b>0,71</b>	0,35	23,052	500	1000	218,5935366	10	<b>46,4</b>	
		aislamiento termico lana de madera	1152,60	0,07	0,065			1,08				80,682	360	1470		25,2		
		Vidrio 4 mm	1152,60	0,004	1,4			0,00				4,6104	2800	1005		11,2		
	OPACO	Persiana	264,60						<b>0,70</b>						7	<b>7</b>		
	TRANSPARENTE	Ventanas	1234,80	0,008						<b>3,50</b>	1,7	9,8784	2700	833	421,3607465	21,6	<b>21,6</b>	
<b>OESTE Fachada</b>	OPACO	placa de madera	1152,60	0,02	0,13	0,13	0,04	0,15	1,40	<b>0,71</b>	0,35	23,052	500	1000	218,5935366	10	<b>46,4</b>	
		aislamiento termico lana de madera	1152,60	0,07	0,065			1,08				80,682	360	1470		25,2		
		Vidrio 4 mm	1152,60	0,004	1,4			0,00				4,6104	2800	1005		11,2		
	OPACO	Persiana	264,60						<b>0,70</b>						7	<b>7</b>		
	TRANSPARENTE	Ventanas	1234,80	0,008						<b>3,50</b>	1,7	9,8784	2700	833	421,3607465	21,6	<b>21,6</b>	
<b>NORTE</b>	OPACO	Yeso	331,50	0,01	1,6	0,13	0,04	0,01	2,74	<b>0,37</b>		3,315	1800	1000	113,1656805	18	<b>199,8</b>	
		hormigon armado	331,50	0,160	2,60			0,06				53,04	1100	1000		1106,508876		176
		aislamiento termico lana mineral	331,50	0,1	0,04			2,50				33,15	30	800				3
		Aluminium 1mm	331,50	0,001	160			0,00				0,3315	2800	1005				2,8
<b>SUR</b>	OPACO	Yeso	331,50	0,01	1,6	0,13	0,04	0,01	2,74	<b>0,37</b>		3,315	1800	1000	113,1656805	18	<b>199,8</b>	
		hormigon armado	331,50	0,160	2,60			0,06				53,04	1100	1000		1106,508876		176
		aislamiento termico lana mineral	331,50	0,1	0,04			2,50				33,15	30	800				3
		Aluminium 1mm	331,50	0,001	160			0,00				0,3315	2800	1005				2,8
<b>TECHO</b>	OPACO	Forhado de hormigon armado	1352,00	0,160	2,60	0,13	0,04	0,06	2,70	<b>0,37</b>		216,32	2500	1000	10256,41026	400	<b>531,35</b>	
		aislamiento termico lana mineral	1352,00	0,080	0,036			2,22				108,16	20	1000		1,6		
		mortero de cemento	1352,00	0,050	1,60			0,03				67,6	2100	840		105		
		impermeabilización (tela asfaltica)	1352,00	0,010	0,23			0,04				13,52	1100	1000		11		
		placas de hormigon 4 cm	1352,00	0,025	0,15			0,17				33,8	550	2000		13,75		
masa térmica unitaria															<b>16942,3346</b>	<b>1600,7</b>		

Dimensiones de la fachada			
	Ancho	Alto	Superficie
Fachada total	104	25,5	2652
Ventana	3,5	1,4	4,9
Persiana	3,5	0,3	1,05
Fachada norte sur	13	25,5	331,5
techo suelo	13	104	1352

Numero de ventanas	252
--------------------	-----

**1.3 Cálculo del valor "U" de la fachada nueva según la legislativa presente**

TRANSMISIONES TERMICAS "U"

ORIENTACIÓN	TIPOLOGÍA	CAPAS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	GROSOR	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK)	Rsi (m <sup>2</sup> K/W)	Rse (m <sup>2</sup> K/W)	R parcial (m <sup>2</sup> K/W)	R total cerramiento	U (1/R) (W/m <sup>2</sup> K)	U referencia Normativa	volúmen (m <sup>3</sup> )	densidad (kg/m <sup>3</sup> )	calor específico (J/°C Kg)	masa (J/°Cm <sup>3</sup> )	peso (kg/m <sup>2</sup> )	peso (kg/m <sup>2</sup> )		
<b>SUELO</b>	OPACO	Forhado de hormigon armado	1352,00	0,160	2,60	0,13	0,04	0,06	1,82	<b>0,55</b>		216,32	2500	1000		400	<b>519,75</b>		
		aislamiento termico	1352,00	0,050	0,036			1,39				67,6	20	1000		1			
		mortero de cemento	1352,00	0,050	1,60			0,03				67,6	2100	840	2261,538462	105			
		parquet	1352,00	0,025	0,15			0,17				33,8	550	2000	705,1282051	13,75			
<b>ESTE Fachada</b>	OPACO	placa de carton-yeso	1240,80	0,025	0,25	0,13	0,04	0,10	3,13	<b>0,319</b>	0,35	31,02	500	1000	294,1511152	12,5	<b>40,7</b>		
		aislamiento termico	1240,80	0,1	0,035			2,86				124,08	30	800		3			
		camera de aire	1240,80	0	0,091			0,00				0	1	800					
		placa de cemento	1240,80	0,009	1,4			0,01				11,1672	2800	1005		25,2			
	OPACO	Persiana	176,40								<b>0,280</b>							7	<b>7</b>
	TRANSPARENT E	Ventanas	1234,80	0,008								<b>2,500</b>	1,7	9,8784	2700	833	421,3607465	21,6	<b>21,6</b>
<b>OESTE Fachada</b>	OPACO	placa de carton-yeso	1240,80	0,025	0,25	0,13	0,04	0,10	3,13	<b>0,319</b>	0,35	31,02	500	1000	294,1511152	12,5	<b>40,7</b>		
		aislamiento termico	1240,80	0,1	0,035			2,86				124,08	30	800		3			
		placa de cemento	1240,80	0,009	1,4			0,01				11,1672	2800	1005		25,2			
		OPACO	Persiana	176,40											<b>0,280</b>				
	TRANSPARENT E	Ventanas	1234,80	0,008								<b>2,500</b>	1,7	9,8784	2700	833	421,3607465	21,6	<b>21,6</b>
	<b>NORTE</b>	OPACO	Yeso	331,50	0,01			1,6	0,13	0,04	0,01	3,09	<b>0,32</b>		3,315	1800	1000	113,1656805	18
hormigon armado			331,50	0,160	2,60	0,06	53,04	1100			1000				1106,508876	176			
aislamiento termico polistireno			331,50	0,1	0,035	2,86	33,15	30			800					3			
camera de aire			331,50	0	0,091	0,00													
placa de cemento			331,50	0,009	160	0,00	2,9835	2800			1005					25,2			
<b>SUR</b>	OPACO	Yeso	331,50	0,01	1,6	0,13	0,04	0,01	3,09	<b>0,32</b>		3,315	1800	1000	113,1656805	18	<b>222,2</b>		
		hormigon armado	331,50	0,160	2,60			0,06				53,04	1100	1000	1106,508876	176			
		aislamiento termico	331,50	0,1	0,035			2,86				33,15	30	800		3			
		placa de cemento	331,50	0,009	160			0,00				2,9835	2800	1005		25,2			
		<b>TECHO</b>	OPACO	Forhado de hormigon armado	1352,00			0,160				2,60	0,13	0,04	0,06	4,76		<b>0,21</b>	
mortero de cemento	1352,00			0,050	1,60	0,03	67,6	2100	840	2261,538462	105								
aislamiento termico polistireno	1352,00			0,150	0,035	4,29	202,8	20	1000		3								
impermeabilización (tela asfaltica)	1352,00			0,010	0,23	0,04	13,52	1100	1000		11								
placas de hormigon 4 cm	1352,00			0,025	0,15	0,17	33,8	550	2000		13,75								
masa térmica unitaria															<b>19354,98822</b>		<b>1635,5</b>		

Dimensiones de la fachada			
	Ancho	Alto	Superficie
Fachada total	104	25,5	2652
Ventana	3,5	1,4	4,9
Muro trombe	0	2,3	0
Persiana	3,5	0,2	0,7
Fachada norte sur	13	25,5	331,5
techo suelo	13	104	1352

Numero de ventanas	252
--------------------	-----

### 1.4 Calculo de "U" global del edificio

LA FACHADA ORIGINAL

Parte de superficie	Superficie	Numero de superficie	Superficie Total	%
Fachada E/O	1152,60	2	2305,2	0,27
Caja	264,60	2	529,2	0,06
Ventana	1234,80	2	2469,6	0,28
Fachada S/N	331,50	2	663	0,08
Techo	1352,00	1	1352	0,16
Suelo	1352,00	1	1352	0,16
<b>TOTAL</b>			<b>8671,00</b>	<b>1,00</b>

Valores	Fachada E/O	Caja E/O	Ventana E/O	Fachada S/N	Techo	Suelo	U total
Porcentaje %	0,27	0,06	0,28	0,08	0,16	0,16	
U (W/m <sup>2</sup> K)	0,71	0,70	3,50	0,37	0,37	0,55	
% x U	0,19	0,04	1,00	0,03	0,06	0,09	1,40

LA FACHADA NUEVA

Parte de superficie	Superficie	Numero de superficie	Superficie Total	%
Fachada E/O	1240,80	2	2481,6	0,29
Caja	176,40	2	352,8	0,04
Ventana	1234,80	2	2469,6	0,28
Fachada S/N	331,50	2	663	0,08
Techo	1352,00	1	1352	0,16
Suelo	1352,00	1	1352	0,16
<b>TOTAL</b>			<b>8671,00</b>	<b>1,00</b>

Valores	Fachada E/O	Caja E/O	Ventana E/O	Fachada S/N	Techo	Suelo	U total
Porcentaje %	0,29	0,04	0,28	0,08	0,16	0,16	
U (W/m <sup>2</sup> K)	0,219	0,280	1,80	0,22	0,21	0,55	
% x U	0,06	0,01	0,51	0,02	0,03	0,09	0,72

LA FACHADA NUEVA SEGÚN LA LEGISLATIVA PRESENTE

Valores	Fachada E/O	Caja E/O	Ventana E/O	Fachada S/N	Techo	Suelo	U total
Porcentaje %	0,29	0,04	0,28	0,08	0,16	0,16	
U (W/m <sup>2</sup> K)	0,319	0,280	2,50	0,32	0,21	0,55	
% x U	0,09	0,01	0,71	0,02	0,03	0,09	0,96

### 1.5 Comparacion de los "U" de las fachadas

COMPARACIÓN DEL U DE LAS FACHADAS NUEVAS CON LA FACHADA ORIGINAL

La fachada	U (W/m <sup>2</sup> K)	porcentaje %	Mejorando %
Fachada Original	1,40	1,00	
Fachada nueva	0,72	0,5157	48,43222646
Fachada nueva segun legislativa	0,96	0,6840	31,59750039

## 2. Cálculo del consumo energético de electricidad

### 2.1 Análisis de la factura de electricidad para el piso referente

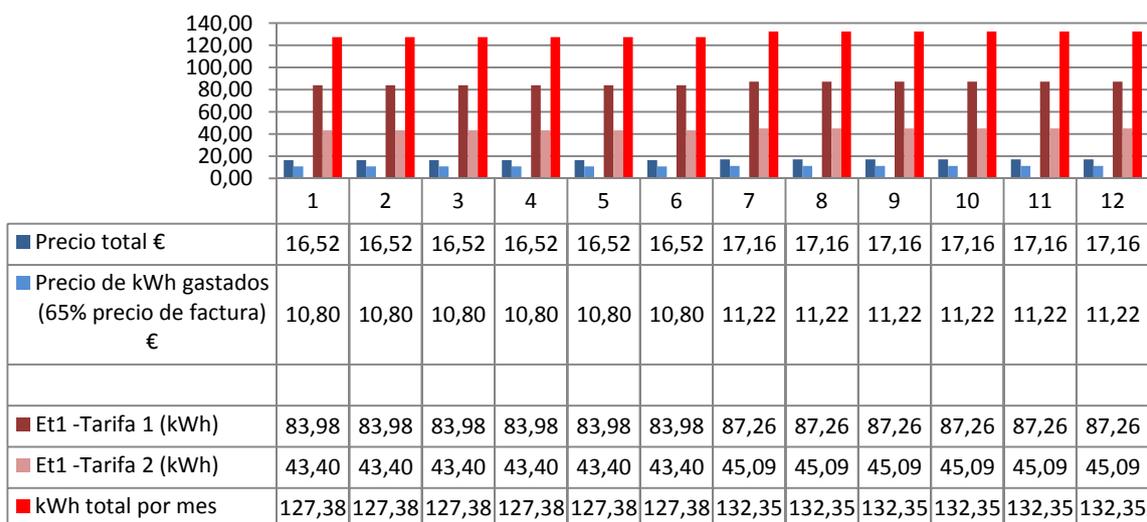
#### ANÁLISIS DE LA FACTURA

CUENTA PARA ELECTRICIDAD de 8.6.2010 - 15.12.2010				
descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio de unidad KN	Precio
Energía electrica Tarifa 1 (cara)	kWh	387	0,10190411	39,44
Energía electrica Tarifa 2 (barata)	kWh	200	0,051630137	10,33
cargo de medición y servicios	mes	5,35	2,191780822	11,73
<b>Cantidad de electricidad</b>				<b>61,49</b>
la tasa para estimular la producción de electricidad.	kWh	587	0,000684932	0,40
<b>Total</b>				<b>61,89</b>
IVA 23%				14,23
<b>Total de factura</b>				<b>76,13</b>

#### Análisis de factura (porque en otras facturas hay solo dato de precio Total)

Precio total	Kn	76,13
Precio de electricidad (solo kWh gastados)	Kn	49,76
Porcentaje de gastados de el. en una factura (kWh)	%	65
Consumoo total	kWh	587
Porcentaje Tarifa 1 de precio total	% HRK	79
Porcentaje Tarifa 2 de precio total	% HRK	21
Precio kWh tarifa 1	HRK	0,1019041
Precio kWh tarifa 2	HRK	0,0516301

#### LA TABLA DEL COSTE Y CONSUMO ENERGÉTICO POR MESES DEL AÑO 2010



#### EL PRECIO DE UN kWh DE ELECTRICIDAD

	%	Precio/kWh	promedio un kWh 0,0915
<b>Tarifa T1</b>	0,79	0,10190411	
<b>Tarifa T2</b>	0,21	0,051630137	

## 2.2 Cálculo de consumo energético basado al supuesto uso de los electrodomesticos y iluminacion

En siguientes tablas están los supuestos datos del tiempo de uso para los electrodomésticos y las lamparas. Estos datos necesitamos para calcular porcentaje del uso de energía para los electrodomésticos y para la iluminación.

CONSUMO DE ENERGIA POR Electrodomésticos EN UN AÑO / kWh

Espacio	Electrodomestico	marka	cuanto gasta kW	meses		meses		meses		Oras en uso en un año	Consumo total un año
				Invierno	5	Verano	3	otoño/primavera	4		
				Tiempo en uso horas por semana h/7dias	kWh por Invierno	Tiempo en uso horas por semana h/7dias	kWh por Verano	Tiempo en uso horas por semana h/7dias	kWh por primavera		
<b>Cocina</b>	nevera	GORENJE "C" *	0,055	168,00	200,97	168,00	120,58	168,00	160,78	8769,6	482,33
	horno	GORENJE "C"	1,57	2,00	68,12	2,00	40,87	2,00	54,50	104,4	163,49
	batidora	SEB	0,45	0,08	0,78	0,08	0,47	0,08	0,63	4,176	1,88
	plancha	TEFAL	2,4	1,00	52,20	1,00	31,32	1,00	41,76	52,2	125,28
	campana	GORENJE	1,3	2,00	56,55	2,00	33,93	2,00	45,24	104,4	135,72
	aspirador	ROWENTA	1,8	0,80	31,32	0,80	18,79	0,80	25,06	41,76	75,17
<b>Salon</b>	TV		0,05	30,00	32,63	30,00	19,58	30,00	26,10	1566	78,30
	reproductor de DVD		0,02	7,00	3,05	7,00	1,83	7,00	2,44	365,4	7,31
	WiFi		0,01	168,00	36,54	168,00	21,92	168,00	29,23	8769,6	87,70
<b>Habitacion 2</b>	ordenador	HP	0,2	40,00	174,00	40,00	104,40	40,00	139,20	2088	417,60
<b>Baño 1</b>	secador de pelo	PHILIPS	1,4	1,00	30,45	1,00	18,27	1,00	24,36	52,2	73,08
	estufa	ROWENTA	2	3,00	130,50	0,00	0,00	1,00	34,80	82,65	165,30
	lavadora	ELECTROLUX	2,1	3,00	137,03	3,00	82,22	3,00	109,62	156,6	328,86
<b>TOTAL</b>					<b>954,13</b>		<b>494,18</b>		<b>693,70</b>		<b>2142,01</b>

CONSUMO DE ENERGIA POR LUZ EN UN AÑO / kWh

CONSUMO DE ENERGIA POR LUZ EN UN AÑO / kWh					meses		meses		meses			
					Invierno 4	Verano 4	otoño/primavera 4					
Espacio	Lampara	cantidad	cuanto gasta  W	Tiempo en uso horas por semana	kWh por Invierno 3 meses	Tiempo en uso horas por semana 70% de invierno	kWh por Verano 3 meses	Tiempo en uso horas por semana 85% de invierno	kWh por primavera 6 meses	Oras en uso en un año	Gasto total un año	
				h/7dias	kWh	h/7dias	kWh	h/7dias	kWh			
Cocina	LP 1 - incandescente	1	100	25	43,50	17,5	30,45	21,25	36,98	1109,25	110,93	
	LP 2 - inc. Linestra	1	35	9	5,48	6,3	3,84	7,65	4,66	399,33	13,98	
Salon	LP 1 - incandescente	1	100	11	19,14	7,7	13,40	9,35	16,27	488,07	48,81	
	LP 2- incandescente	1	60	17	17,75	11,9	12,42	14,45	15,09	754,29	45,26	
Hab. 1	LP 1 - incandescente	1	100	6	10,44	4,2	7,31	5,1	8,87	266,22	26,62	
	LP 2 - incandescente	2	40	6	8,35	4,2	5,85	5,1	7,10	266,22	21,30	
Baño 1	LP 1 - incandescente	1	100	14	24,36	15	26,10	15	26,10	765,60	76,56	
	LP 2 - incandescente	2	40	14	19,49	15	20,88	15	20,88	765,60	61,25	
Comedor	LP 1 - incandescente	1	100	18	31,32	12,6	21,92	15,3	26,62	798,66	79,87	
Pasillo	LP 2 - incandescente	2	100	13	45,24	9,1	31,67	11,05	38,45	576,81	115,36	
<b>TOTAL</b>						225,07		173,83		201,02		599,92

GASTOS TOTAL DE ELECTRICIDAD (Electrodomésticos + luz)

GASTOS TOTAL DE ELECTRICIDAD (Electrodomésticos + luz)		Invierno 5 meses kWh	Verano 3 meses kWh	otoño/primavera 4 meses kWh	Total año	%
Electrodomésticos		954,13	494,18	693,70	2142,01	78,12
Luz		225,07	173,83	201,02	599,92	21,88
<b>TOTAL</b>		1179,20	668,01	894,72	2741,93	100,00

## 2.3 Cálculo de consumo energético y ahorro energético real – basado a las facturas

GASTO TOTAL DE ELECTRICIDAD (Electrodomésticos + luz) Piso representativo de los edificios socialistas barrio de Zapruđe (Zagreb, Croacia) – valores reales de año 2010

El consumo en:	%	kWh/año	€
Electrodomésticos	76,46	1.191,47	111,36
Luz	23,54	366,91	31,19
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>1.558,38</b>	<b>142,55</b>

		CONSUMO REAL					AHORROS de electrodomesticos					
Espacio	Electrodomésticos	marca	CORRECCION SEGÚN FACTURA REAL porcentaje año (sin nevera y wifi)	Gasto real un año	Numero de horas real	Precio	marca	cuanto gasta kWh	Numero de horas real	Gasto un año	Ahorro en	Precio
			%	kWh	n°	€		kWh	h	kWh	%	€
<b>Cocina</b>	nevera	GORENJE "C"	-	482,33	8769,60	44,12	GORENJE "A++"	0,026	8769,60	228,01	52,73	20,86
	horno	GORENJE "C"	10,40	67,33	43,00	6,16	GORENJE "A"	0,87	43,00	37,41	44,44	3,42
	batidora	SEB	0,12	0,77	1,72	0,07	SEB	0,45	1,72	0,77	0,00	0,07
	plancha	TEFAL	7,97	51,59	21,50	4,72	TEFAL	2,4	21,50	51,59	0,00	4,72
	campana	GORENJE	8,63	55,89	43,00	5,11	GORENJE	1,3	43,00	55,89	0,00	5,11
	aspirador	ROWENTA	4,78	30,96	17,20	2,83	ROWENTA	1,8	17,20	30,96	0,00	2,83
<b>Salon</b>	TV		4,98	32,25	644,93	2,95		0,05	644,93	32,25	0,00	2,95
	reproductor de DVD		0,46	3,01	150,48	0,28		0,02	150,48	3,01	0,00	0,28
	WiFi		-	87,70	8769,60	8,02		0,01	8769,60	87,70	0,00	8,02
<b>Habitacion 2</b>	ordenador	HP	26,57	171,98	859,90	15,73	HP	0,2	859,90	171,98	0,00	15,73
<b>Baño 1</b>	secador de pelo	PHILIPS	4,65	30,10	21,50	2,75	PHILIPS	1,4	21,50	30,10	0,00	2,75
	estufa	ROWENTA	10,52	68,08	34,04	6,23	ROWENTA	2	34,04	68,08	0,00	6,23
	lavadora	ELECTROLUX	20,92	135,44	64,49	12,39	ELECTROLUX	2,1	64,49	135,44	0,00	12,39
<b>TOTAL</b>			100,00	1217,42		111,36			933,17			85,36

		CONSUMO REAL				AHORROS de iluminación					
Espacio	Lamparas	CORECCION SEGÚN FACTURA REAL porcentaje año sin nevera y wifi %	Gasto real un año kWh	Numero de horas real n°	Precio KN €	marca	cuanto gasta W	Numero de horas real h	Gasto un año kWh	Ahorro %	Precio €
Cocina	LP 1 - incandescente	18,49	63,04	630,45	5,77	LP1 - bajo consumo	23	630,45	14,50	77,00	1,33
	LP 2 - inc. Linestra	2,33	7,94	226,96	0,73	LP2 - bajo consumo	35	226,96	7,94	0,00	0,73
Salon	LP 1 - incandescente	8,14	27,74	277,40	2,54	LP1 - bajo consumo	23	277,40	6,38	77,00	0,58
	LP 2- incandescente	7,54	25,72	428,70	2,35	LP2 - bajo consumo	11	428,70	4,72	81,67	0,43
Hab. 1	LP 1 - incandescente	4,44	15,13	151,31	1,38	LP1 - bajo consumo	23	151,31	3,48	77,00	0,32
	LP 2 - incandescente	3,55	12,10	302,61	1,11	LP2 - bajo consumo	40	302,61	12,10	0,00	1,11
Baño 1	LP 1 - incandescente	12,76	43,51	435,13	3,98	LP1 - bajo consumo	23	435,13	10,01	77,00	0,92
	LP 2 - incandescente	10,21	34,81	870,26	3,18	LP2 - bajo consumo	40	870,26	34,81	0,00	3,18
Comedor	LP 1 - incandescente	13,31	45,39	453,92	4,15	LP1 - bajo consumo	23	453,92	10,44	77,00	0,95
Pasillo	LP 2 - incandescente	19,23	65,57	655,66	6,00	LP1 - bajo consumo	23	655,66	15,08	77,00	1,38
<b>TOTAL</b>		100,00	340,97		31,19				119,46		10,93

RESUMEN

AHORRO DE LOS ELECTRODOMÉSTICOS

AHORRO EN ILUMINACIÓN

kWh	%	€	kWh	%	€
284,24	23,35	26,00	221,50	64,96	20,26

## **2.4 Cálculo de la energía producida por una placa fotovoltaica de 1.5m<sup>2</sup>**

R - Radiación solar en Zagreb a superficie inclinada 30°

Enero 2.3 kwh/m<sup>2</sup> – 9:00h

Junio 6.8 kwh/m<sup>2</sup> – 13:00h

$\alpha$  – rendimiento de placa fotovoltaica = 10%

E – energía producida

S – superficie de placa fotovoltaica

Cálculo de producción eléctrica de 1,5 m<sup>2</sup> en invierno  $E_i = Sx(\alpha \cdot R)$   
 $E_i = 1.5x(0.1x2.3)$   
 $E_i = 0.345 \text{ kWh}$

Cálculo de producción eléctrica de 1,5 m<sup>2</sup> en verano  $E_v = Sx(\alpha \cdot R)$   
 $E_v = 1.5x(0.1x6.8)$   
 $E_v = 1.02 \text{ kWh}$

El promedio de producción de energía de 1,5m<sup>2</sup> de la placa fotovoltaica es 0.68kWh/día

En un año una placa fotovoltaica puede producir 248.00kWh

Con el cálculo de Archisun una placa fotovoltaica puede producir 211.00kWh

### 3. Cálculo del consumo energético de calefacción y ACS

#### 3.1 Gastos por el año 2010 y separación del gastos a gastos fijos y el consumo de energía para ACS y para calefacción

FACTURAS CALEFACCIÓN POR AÑO 2010

Año 2010	Gasto TOTAL				Gastos fijos			Agua caliente			Calentamiento de espacio		
	Precio total sin IVA €	Te1 kWh	Precio de un kWh €	Precio de calefaccion €	Te2 kW	Precio de un kW €	Gastos fijos €	Energia para calentar kWh	Precio de un kWh €	Precio de ACS €	Te1 kWh	Precio de un kWh €	Precio de calefaccion €
enero-10	46,82	2256,00	0,016	37,08	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	1944,00	0,016	31,96
febrero-10	42,02	1964,00	0,016	32,28	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	1652,00	0,016	27,16
marzo-10	33,34	1436,00	0,016	23,61	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	1124,00	0,016	18,48
abril-10	21,12	693,00	0,016	11,39	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	381,00	0,016	6,26
mayo-10	19,03	566,00	0,016	9,30	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	254,00	0,016	4,18
junio-10	14,86	312,00	0,016	5,13	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	0,00	0,016	0,00
julio-10	14,86	312,00	0,016	5,13	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	0,00	0,016	0,00
agosto-10	14,86	312,00	0,016	5,13	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	0,00	0,016	0,00
septiembre-10	18,69	545,00	0,016	8,96	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	233,00	0,016	3,83
octubre-10	21,27	702,00	0,016	11,54	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	390,00	0,016	6,41
noviembre-10	34,06	1480,00	0,016	24,33	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	1168,00	0,016	19,20
diciembre-10	42,72	2007,00	0,016	32,99	6,38	1,52	9,73	312,00	0,016	5,13	1695,00	0,016	27,86
<b>Total</b>	<b>323,639</b>	<b>12585,00</b>		<b>206,88</b>			<b>116,76</b>	<b>3744,00</b>		<b>61,55</b>	<b>8841,00</b>		<b>145,33</b>

CONSUMO							AHORRO								
Año 2010	Agua caliente			Calentamiento de espacio			FASE 1 AHORRO CON REGULACIÓN			FASE 2 AHORRO CON EL CAMBIO DE LA FACHADA			FASE 3 AHORRO CON COLECTORES SOLARES		
Mes	Energía para calentar	Precio de un kWh	Precio de ACS	Te1 kWh	Precio de un kWh	Precio de calefacción	Ahorro	Consumo de energía (con ahorros)	precio con ahorros	Ahorro	Consumo de energía (con ahorros)	precio con ahorros	Ahorro	Consumo de energía (con ahorros)	precio con ahorros
	kWh	€	€	kWh	€	€	%	kWh	€	%	kWh	€	%	kWh	€
enero-10	312,00	0,016	5,13	1944,00	0,016	31,96	30	1360,80	22,37	50	680,4	11,18	50	156,00	2,56
febrero-10	312,00	0,016	5,13	1652,00	0,016	27,16	30	1156,40	19,01	50	578,2	9,50	50	156,00	2,56
marzo-10	312,00	0,016	5,13	1124,00	0,016	18,48	30	786,80	12,93	50	393,4	6,47	50	156,00	2,56
abril-10	312,00	0,016	5,13	381,00	0,016	6,26	30	266,70	4,38	50	133,35	2,19	50	156,00	2,56
mayo-10	312,00	0,016	5,13	254,00	0,016	4,18	30	177,80	2,92	50	88,9	1,46	50	156,00	2,56
junio-10	312,00	0,016	5,13	0,00	0,016	0,00	-	-	-	-	-	-	50	156,00	2,56
julio-10	312,00	0,016	5,13	0,00	0,016	0,00	-	-	-	-	-	-	50	156,00	2,56
agosto-10	312,00	0,016	5,13	0,00	0,016	0,00	-	-	-	-	-	-	50	156,00	2,56
septiembre-10	312,00	0,016	5,13	233,00	0,016	3,83	30	163,10	2,68	50	81,55	1,34	50	156,00	2,56
octubre-10	312,00	0,016	5,13	390,00	0,016	6,41	30	273,00	4,49	50	136,5	2,24	50	156,00	2,56
noviembre-10	312,00	0,016	5,13	1168,00	0,016	19,20	30	817,60	13,44	50	408,8	6,72	50	156,00	2,56
diciembre-10	312,00	0,016	5,13	1695,00	0,016	27,86	30	1186,50	19,50	50	593,25	9,75	50	156,00	2,56
<b>Total</b>	<b>3744,00</b>		<b>61,55</b>	<b>8841,00</b>		<b>145,33</b>		<b>6188,7</b>	<b>101,7321</b>		<b>3094,35</b>	<b>50,87</b>		<b>1872</b>	<b>30,7726</b>

AHORRO POR CADA FASE DEL AÑO

Ahorro	FASE 1		Ahorro	FASE 2		Ahorro	FASE 3	
	kWh	€		kWh	€		kWh	€
	2652,3	43,6		3094,3	50,8		1872,0	30,7
0	0	5	7	0	7			

Ahorro TOTAL	FASE 1 + FASE 2			Ahorro TOTAL	FASE 1 + FASE 2 + FASE 3		
	kWh	%	€		kWh	%	€
	5.746,65	45,66	94,47		7.618,65	60,54	125,24

## 4. Cálculo del precio y las emisiones de las medidas

### 4.1 Precio y emisiones de CO2 para la renovación con medidas del ahorro energético

PRECIO Y EMISIONES DE CO2

Elementos y descripción de la obra		POR m <sup>2</sup>			Precio corrigido €	TOTAL EDIFICIO	
		Superficie	CO2	Precio		CO2	Precio
		(m <sup>2</sup> ) n°	kg/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>		t	€
Carpintería	<b>PVC markos</b> Ventana de PVC no plastificado, colocada sobre premarco, con dos hojas correderas, para un hueco de obra aproximado de 180x150 cm, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 5A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C5 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana, guías y persiana de PVC 541,25 € (J,MA)	2822,40	331,68	200,46		936,13	-
	<b>Vidrio 4+12+6</b> Vidrio aislante de dos lunas, con acabado de luna incolora de 6 y 4 mm de espesor y cámara de aire de 12 m	2822,4	27,44	28,89		77,45	-
			359,12	229,35		1.013,58	647.317,44
Fachada	<b>aislamiento 2x10cm</b> Plancha de poliestireno extruido (XPS) UNE-EN 13164 de 100 mm de espesor y resistencia a compresión >= 200 kPa, resistencia térmica entre 3,226 y 2,941 m <sup>2</sup> .K/W, con la superficie lisa y con canto machihembrado	3144,60	67,99	27,735		213,82	87.215,48
	<b>carton yeso</b> Placa de yeso laminado estándar (A) y espesor 12,5 mm, según la norma UNE-EN 520	2481,60	3,41	3,97		8,46	9.851,95
	<b>placa de cemento</b> Aplacado vertical con placa de yeso laminado de estándar (A) y espesor 12,5 mm, colocada sobre perfilera de acero galvanizado con fijaciones mecánicas	2481,60	5,31	11,78		13,18	29.233,25
	<b>construcción de fachada</b> Acero inoxidable austenítico de designación AISI 304, para estructuras, en perfiles conformados tipo L, U, trabajado en taller y colocado en obra	2481,60	12,19	8,88		30,27	22.054,14
	construcción de andamios ( <b>de todo el edificio</b> )	5967,00	0	9		0,00	53.703,00
			88,91	61,37		265,73	202.057,82
Fachada+carpintería						1.279,31	849.375,26

Agua caliente sanitaria (para todo el edificio)	<b>Captadores solares</b> Instalación de sistema de captación solar con <b>15 captadores</b> , según especificaciones del proyecto de instalaciones, incluyendo la base de apoyo sobre tejado. Se incluyen todas las tuberías del campo de colectores de cobre con aislamiento. Se debe asegurar un rendimiento anual mínimo del 30% de suministro de agua caliente sanitaria. Se incluye todo lo necesario para dejar la instalación en correcto funcionamiento, indicaciones del fabricante y de la dirección facultativa, planos, esquemas y memoria de proyecto específico de aprovechamiento solar para producir agua caliente sanitaria.	704,00	311,27	<b>360,53</b>		219,13	253.816,11
			311,27	<b>360,53</b>		219,13	253.816,11
Instalación de Calorímetros	<b>Válvula con termostato</b> Conjunto de valvulería para radiador con sistema bitubular, con detentor, válvula, tapones y purgador de aire manual, acoplado al radiador	10920,00	10,71	25,72	<b>35</b>	116,95	382.200,00
	<b>Calorimeters*</b>	10920,00	10,71	50		116,95	546.000,00
			21,42	75,72		233,91	928.200,00
<b>TOTAL</b>						1.732,35	2.031.391,37

**4.3 Precio y emisiones de CO2 para la renovacion normal (sin medidas de ahorro energetico)**

PRECIO Y EMISIONES DE CO2

		POR m <sup>2</sup>				TOTAL EDIFICIO	
		Superficie	CO2	Precio	Precio corrigido	CO2	Precio
		(m <sup>2</sup> ) n°	kg/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup>		t	€
Carpintería	<b>PVC markos</b> Ventana de PVC no plastificado, colocada sobre premarco, con dos hojas correderas, para un hueco de obra aproximado de 180x150 cm, clasificación mínima 3 de permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación mínima 5A de estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación mínima C5 de resistencia al viento según UNE-EN 12210, con caja de persiana, guías y persiana de PVC 541,25 € (I,MA)	2822,40	331,68	200,46		936,13	-
	<b>Vidrio 4+12+6</b> Vidrio aislante de dos lunas, con acabado de luna incolora de 6 y 4 mm de espesor y cámara de aire de 12 m	2822,4	27,44	28,89		77,45	-
			359,12	229,35	100	1.013,58	282.240,00
Fachada	<b>aislamiento 1x10cm</b> Plancha de poliestireno extruido (XPS) UNE-EN 13164 de 100 mm de espesor y resistencia a compresión >= 200 kPa, resistencia térmica entre 3,226 y 2,941 m2.K/W, con la superficie lisa y con canto machihembrado	3144,60	45,33	18,49		142,54	58.143,65
	<b>carton yeso</b> Placa de yeso laminado estándar (A) y espesor 12,5 mm, según la norma UNE-EN 520	2481,60	3,41	3,97		8,46	9.851,95
	<b>placa de cemento</b> Aplacado vertical con placa de yeso laminado de estándar (A) y espesor 12,5 mm, colocada sobre perfilera de acero galvanizado con fijaciones mecánicas	2481,60	5,31	11,78		13,18	29.233,25
	<b>construccion de fachada</b> Acero inoxidable austenítico de designación AISI 304, para estructuras, en perfiles conformados tipo L, U, trabajado en taller y colocado en obra	2481,60	12,19952	8,887066		30,27	22.054,14
	construcción de andamios ( <b>de todo el edificio</b> )	5967	0	9		0,00	53.703,00
			66,24952	52,12707		194,46	172.986,00
Fachada+carpinteria						1.208,04	455.226,00

## 5. Cálculo de rentabilidad

### 5.1 Cálculo de ahorro energético para un piso, un edificio y un barrio

Numero de pisos	Energia	Medidas para ahorro energetico	Consumo	Precio	Consumo con ahorros	Precio con ahorros	Ahorro	ahorro	Suma de dinero ahorrado	Porcentaje del dinero ahorrado de kWh	CO2	CO2	Reduccion de CO2	Precio de tonelada de CO2 1t=11€	Porcentaje del dinero ahorrado de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO2 por medida	Precio de medida
Nº			kWh	€	kWh	€	kWh	%	€	%	Kg/kWh	t	t	€	%	t	€
1	Electrica	Electrodomesticos	1217,42	111,36	933,17	85,36	284,24	23,35	26,00	56,20	0,5452	0,66	0,15	1,70	56,20	-	-
		Luz	340,97	31,19	119,46	10,93	221,50	64,96	20,26	43,80		0,19	0,12	1,33	43,80	-	-
		total	1558,38	142,55	1052,64	96,29	505,75	32,45	46,26	26,97%		0,85	0,28	3,03	16,35	0,00	0,00
	Termica	Calefacción (Fase 1+Fase 2)	8841,00	145,33	3094,35	50,87	5746,65	45,66	94,47	75,43	0,1852		1,06	11,71	75,43	7,19	4.771,77
		ACS	3744,00	61,55	1872,00	30,77	1872,00	50,00	30,77	24,57			0,35	3,81	24,57	1,23	1.425,93
		total	12.585,00	206,88	4.966,35	81,64	7.618,65	60,54	125,24	73,03			2,33	1,41	15,52	83,65	8,42
Total		14.143,38	349,43	6.018,99	177,93	8.124,40	57,44	171,50	100,00		3,18	1,69	18,56	100,00	8,42	6.197,70	

#### UN EDIFICIO ENTERO

178	Total		2.517.522,52	82.019,74	1.071.379,84	17.465,63	1.446.142,68	57,44	30.526,96	100,00%		566,18	300,28	3.303,04	100,00%	1.498,44	1.103.191,37
-----	-------	--	--------------	-----------	--------------	-----------	--------------	-------	-----------	---------	--	--------	--------	----------	---------	----------	--------------

#### UN BARRIO ENTERO

2730	Total		38.611.440,93	1.257.943,14	16.431.836,93	263.189,88	22.179.604,00	57,44	468.194,44	100,00%		8.683,54	4.605,36	50.658,99	100,00%	22.981,73	16.919.732,81
------	-------	--	---------------	--------------	---------------	------------	---------------	-------	------------	---------	--	----------	----------	-----------	---------	-----------	---------------

\* Las tablas de rentabilidad en 30 años estan en la tesina Tabla 15 pág.48 y Tabla 16 pág. 49

## APÉNDICE II

---

### DATOS CLIMÁTICOS: ZAGREB (CROACIA)

## 1. Ubicación

Ubicación de Zagreb:

Latitud Norte +45° 48' 22.40"

Longitud Este +15° 58' 42.80"

Está situado a una altitud de **122m** por encima del mar.



Imagen 12 (53)

**Zagreb** es la capital y la ciudad más grande de Croacia. Es el centro cultural, científico y económico de la república de Croacia. De acuerdo con la municipalidad de la ciudad, la población de Zagreb en 2008 era de 804,200 (aprox. 1,2 millones en el área metropolitana). La ciudad se ubica a 120 msnm, entre los pies del monte Medvednica y el costado norte del río Sava y se encuentra localizada en la llanura de Panonia que se extiende hasta encontrarse con los Alpes Dináricos, lo que la convierte en un enclave estratégico entre Europa central y el mar Adriático.

La superficie total de la ciudad es de 641,355 km<sup>2</sup>.

El clima es **continental**. Tiene así **cuatro estaciones del año bien marcadas**. Los veranos son **calientes y los inviernos fríos**, sin una clara estación seca. La temperatura promedio en **invierno es 1º C** y en **verano alcanza los 20ºC**. Particularmente, a fines de mayo, las temperaturas aumentan bastante, alcanzando incluso sobre los 30º. Las nevadas son comunes en los meses de invierno, desde diciembre hasta marzo, y la lluvia y la niebla son comunes en otoño.<sup>1</sup> La temperatura más alta medida ha sido de 40.4ºC, en julio de 1950, mientras que la más baja fue de -27.3ºC, en febrero de 1956.

## 2. Temperatura

Temperaturas promedio del aire:

– Enero 1,00°C

– Agosto 20,0 °C

PARÁMETROS CLIMÁTICOS PROMEDIO DE ZAGREB

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
Temperatura registrada (°C)	máxima	19.4	22	26	29.4	33.4	37.6	40.4	39.8	32.8	28.3	25.4	22.5	40.4
Temperatura diaria (°C)	máxima	3	5	11	14	20	23	26	25	22	15	8	3	15
Temperatura diaria (°C)	mínima	-4	-3	1	5	9	13	14	11	6	2	-2	5	
Temperatura registrada (°C)	mínima	-24.3	-27.3	-18.3	-4.4	-1.8	2.5	5.4	3.7	-0.6	-5.6	-13.5	-19.8	-27.3
<b>Precipitación total (mm)</b>		53	48	56	69	84	94	79	79	94	86	66	884	
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)		7	6	9	13	13	13	11	10	10	11	9	122	

Tabla 17 (49)

TEMPERATURA

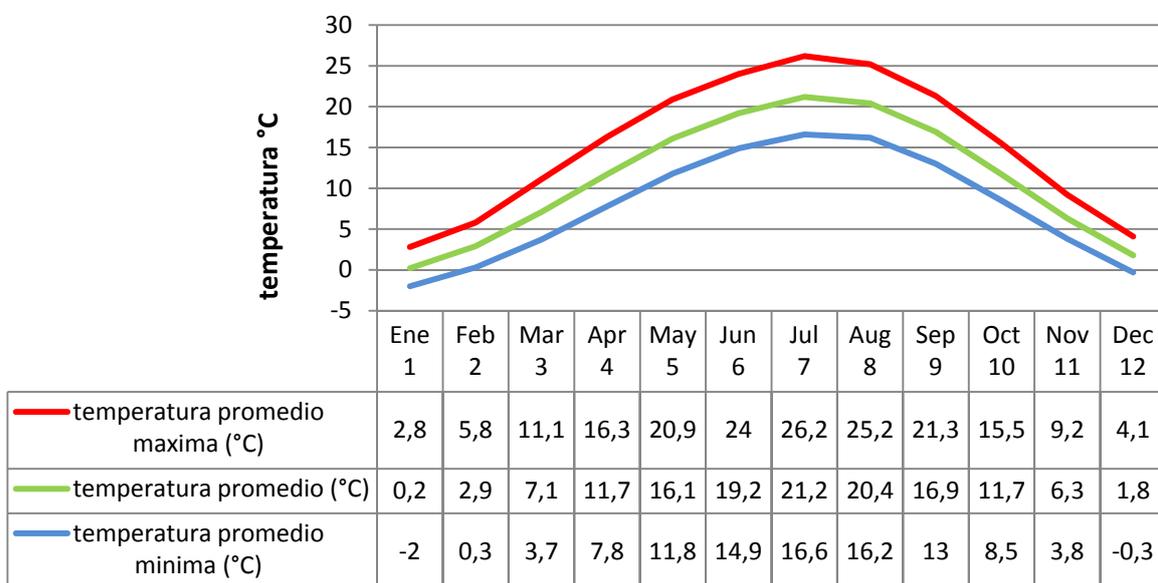


Tabla 18 (49)

Gráfico de la temperatura en Zagreb (datos de diferentes fuentes)

### 3. Precipitaciones

PRECIPITACIÓN POR MES

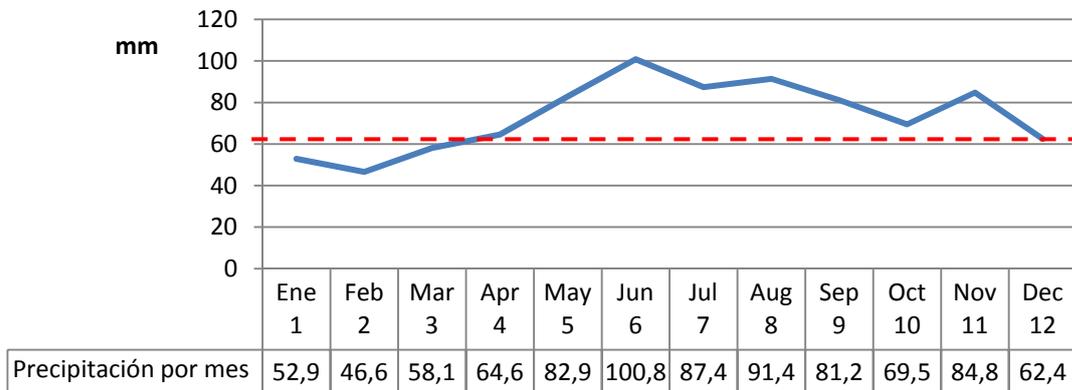


Tabla 19 (52)

Gráfico de precipitaciones (diferentes fuentes)

NÚMERO DE DÍAS CON TEMPERATURAS SUPERIORES A 25 (°C)

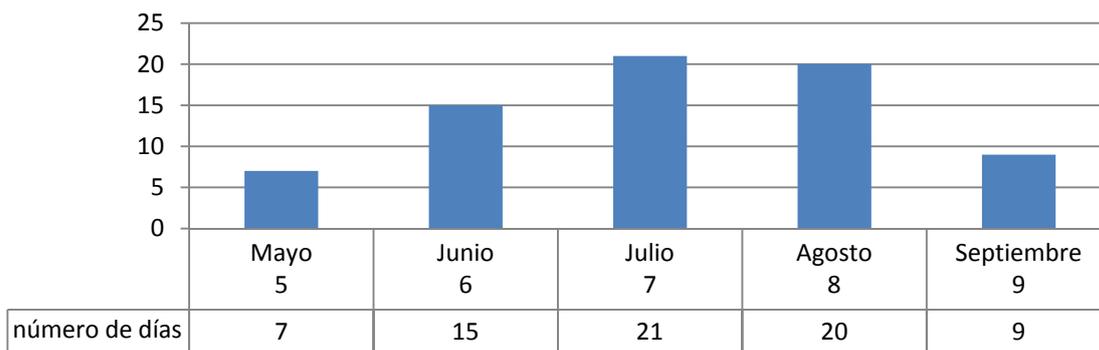


Tabla 20

La temperatura promedio es 20°C en verano y 1°C en invierno. Hay 71 días durante el año con temperatura superior a 25°C. Las precipitaciones son más frecuentes entre mayo y septiembre.

En un año hay más de 1.880 horas de sol.

## 4. Humedad

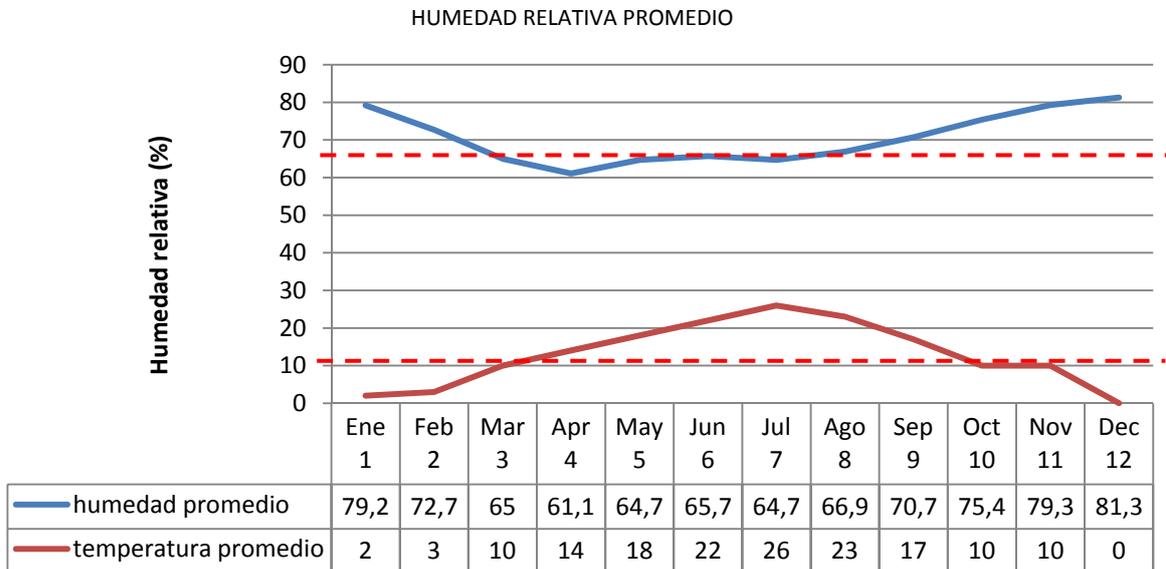


Tabla 21 (51)

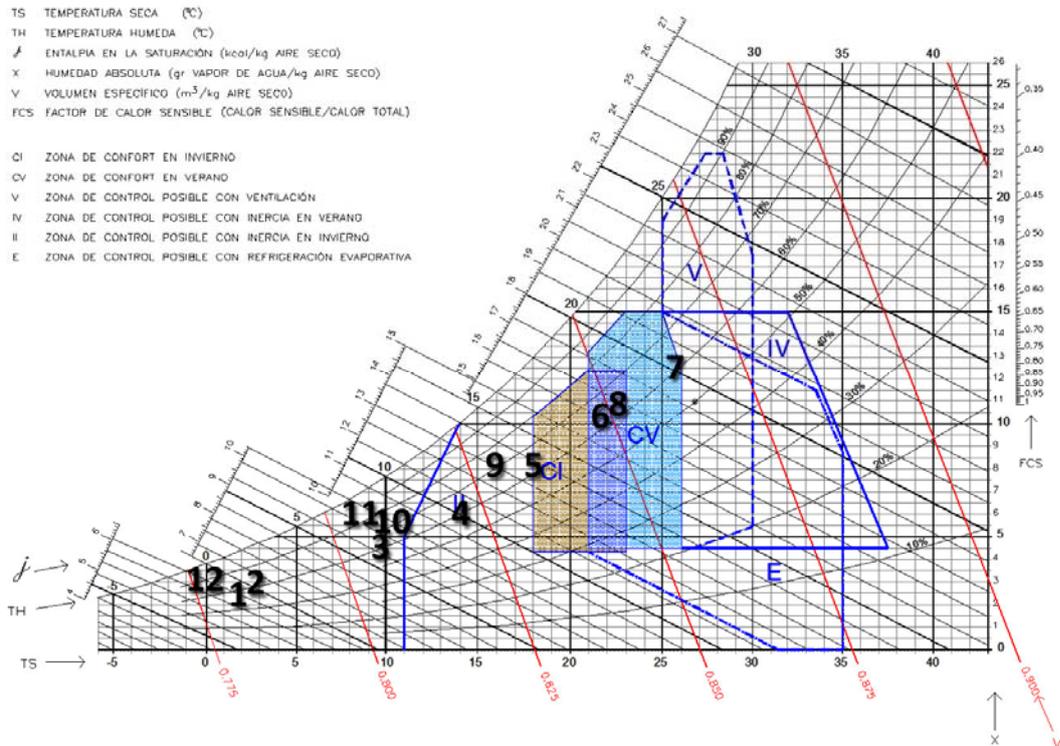


Gráfico 15

Con la temperatura promedio y la humedad relativa los meses mayo, junio, julio y agosto entran en zona de confort.

## 5. Viento

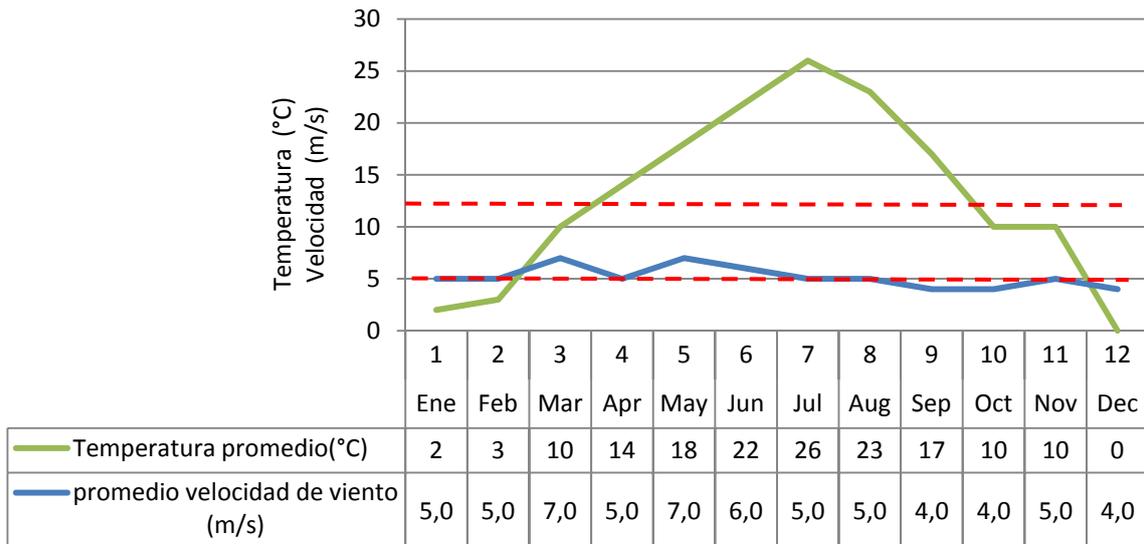


Tabla 22 (50)

DIRECCIONES PREDOMINANTES DEL VIENTO DURANTE EL AÑO

Mes	Ene	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Año
Dirección	↗	↗	↘	↗	↘	↖	↘	↘	↗	↗	↘	↘	↗
	NE	NE	SO	NE	O	N	O	O	NE	NE	SO	O	NE

Tabla 23 (50)

Las direcciones predominantes de los vientos en Zagreb son de Sur-Oeste y Norte-Este como lo refleja la siguiente rosa de los vientos:

