

# CPR2007

Concepto para la integración de Energías Renovables No Convencionales  
y medidas de Eficiencia Energética en Ciudad Parque Bicentenario

gtz






# CPR2007

Concepto para la integración de Energías Renovables No Convencionales  
y medidas de Eficiencia Energética en Ciudad Parque Bicentenario

gtz





Concepto para la integración de Energías Renovables  
No Convencionales y de medidas de Eficiencia Energética  
en el proyecto

**Ciudad Parque Bicentenario**

**Para:**

Ciudad Parque Bicentenario (CPB)  
Av. Pedro de Aguirre, Cerda 6100, Cerrillos, Santiago, Chile  
[www.ciudadparquebicentenario.cl](http://www.ciudadparquebicentenario.cl)

Comisión Nacional de Energía (CNE)  
Teatinos 120, Piso 7, Santiago, Chile  
[www.cne.cl](http://www.cne.cl)

Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH  
Federico Froebel 1776/78, Providencia, Santiago, Chile  
[www.gtz.de](http://www.gtz.de)

**Coordinación:**

Mario Reyes, CPB  
Christian Santana, CNE  
Trudy Könemund, GTZ

**Preparado por:**

Christoph Zimmermann  
Hector Miranda

UTEC GmbH  
Bremen, Alemania  
[www.utec-bremen.de](http://www.utec-bremen.de)

**Diseño y diagramación: PMC Comunicaciones Ltda.**

Santiago, noviembre de 2007

## Aclaración

El presente diagnóstico fue preparado por encargo de Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH en el marco de un convenio entre Ciudad Parque Bicentenario y el proyecto “Energías Renovables No Convencionales”, implementado por la Comisión Nacional de Energía (CNE) y GTZ en Chile. Este proyecto forma parte de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. Sin perjuicio de ello, las conclusiones, opiniones y recomendaciones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GTZ. De igual forma, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar no constituye en ningún caso una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GTZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando se cite la fuente de referencia.

A c l a r a c i ó n

gtz



# 04 Index

<b>ABREVIACIONES</b>		<b>08</b>
<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b>	<b>11</b>
<b>3.</b>	<b>INFORMACIÓN BASE</b>	<b>12</b>
3.1	Superficies	12
3.2	Consumos	13
3.2.1	Macrolotes con aptitud para viviendas con densidad baja unifamiliar (Z3U), baja multifamiliar (Z3M), media densidad (Z2) y alta densidad (Z1)	13
3.2.2	Macrolotes con aptitud mixta (ZM)	13
3.2.3	Macrolotes con aptitud para educación (ZE)	14
3.2.4	Macrolotes con aptitud para comercio y oficinas (ZCO)	14
3.2.5	Macrolotes con aptitud para oficinas públicas (ZOP)	14
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>15</b>
4.1	Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad	15
4.1.1	Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad	15
4.1.2	Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad	15
4.2	Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para viviendas con media densidad	16
4.2.1	Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con media densidad	16
4.2.2	Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud para viviendas con media densidad	16
4.3	Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad	17
4.3.1	Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad	17
4.3.2	Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad	17
4.4	Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud mixta	18
4.4.1	Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud mixta	18
4.4.2	Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud mixta	18
4.5	Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para construcción de escuelas	19
4.5.1	Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud educacional	19
4.5.2	Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud educacional	19
4.6	Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para comercio y oficinas	20

4.6.1	Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para comercio y oficinas	20
4.6.2	Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud para comercio y oficinas	20
4.7	Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para oficinas públicas	21
4.7.1	Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para oficinas públicas	21
4.7.2	Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud para oficinas públicas	21
4.8	Resumen del consumo energético para macrolotes	23

## 5. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES DISPONIBLES A APLICAR EN EL ÁREA DE CPB 23

5.1	Solar	23
5.2	Biomasa húmeda	24
5.3	Biomasa seca	24
5.4	Eólica	24
5.5	Geotérmica	24
5.6	Energía hidráulica	24

## 6. ANÁLISIS DEL POTENCIAL 25

6.1	Solar	25
6.1.1	Colectores solares	25
6.1.2	Celdas fotovoltaicas	26
6.2	Biomasa húmeda (transformación anaeróbica de materia orgánica)	27
6.2.1	Información base	27
6.2.2	Potencial energético de los desechos orgánicos	28
6.3	Ahorro de energía por medio de mejoramientos constructivos	28
6.3.1	Aislación térmica	28
6.3.2	Sombreado de fachadas	29
6.4	Otras medidas que llevan al ahorro de energía	29
6.4.1	Utilización de refrigeradores eficientes energéticamente	29
6.4.2	Ampolletas alta eficiencia	29
6.4.3	Aire acondicionado	30
6.5	Resumen del potencial de ahorro energético	30
6.5.1	Gas licuado	30
6.5.2	Electricidad	32
6.5.3	Potencial de ahorro total	34
6.6	Ahorro de emisiones de CO2	35



<b>7.</b>	<b>FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS ANALIZADAS</b>	<b>35</b>
7.1	Termosolar	35
7.1.1	Costos de inversión	35
7.1.2	Costos de operación y mantenimiento	36
7.1.3	Ingresos	36
7.1.4	Resultados	37
7.2	Fotovoltaica	37
7.2.1	Costos de inversión	37
7.2.2	Costos de operación	38
7.2.3	Ingresos	39
7.2.4	Resultados	39
7.3	Biogás	40
7.3.1	Costos de inversión	40
7.3.2	Costos de operación	40
7.3.3	Ingresos	40
7.3.4	Resultados	41
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
8.1	Utilización del potencial solar	41
8.1.1	Edificios modelos demostrativos	41
8.1.2	Incorporación de medidas de mejoras en la construcción de edificios públicos y privados	41
8.1.3	Central de carga solar e implementación de un parque automotriz eléctrico para la administración del parque	42
8.1.4	Visualización de las ventajas logradas por la implementación de ERNC en CPB	42
8.2	Trabajo de difusión	43
8.3	Capacitación	44
8.4	Programas de fomento	44
8.5	Futuros estudios a ser desarrollados por CPB	44
<b>9.</b>	<b>ATLAS ENÉRGICO</b>	<b>45</b>

# 08 Abreviaciones

---

## Abreviaciones

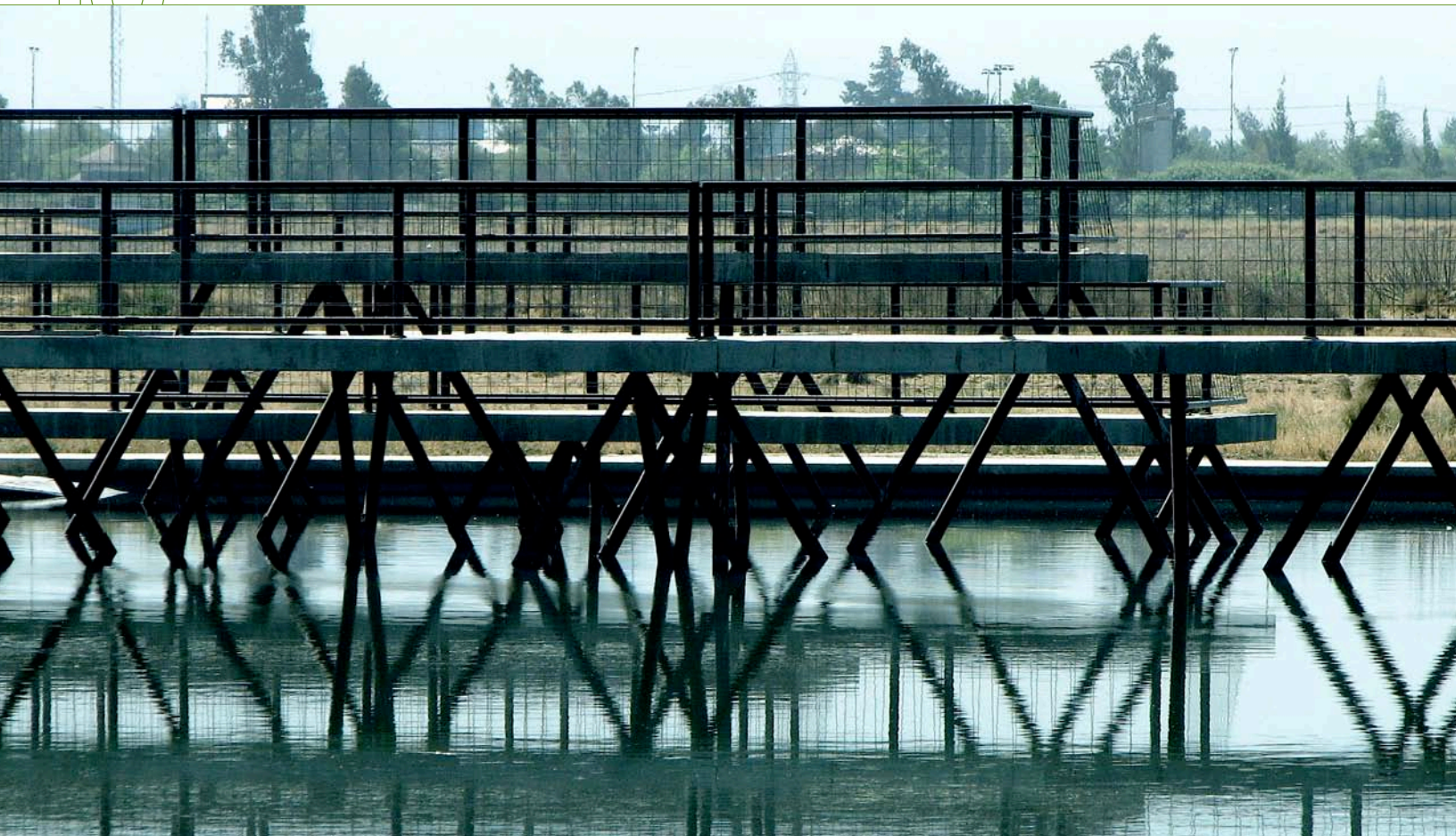
<b>CLP</b>	:	Denominación internacional para el peso chileno
<b>CNE</b>	:	Comisión Nacional de Energía
<b>CPB</b>	:	Ciudad Parque Bicentenario
<b>GTZ</b>	:	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH (Cooperación técnica alemana)
<b>ERNC</b>	:	Energías Renovables No Convencionales
<b>EE</b>	:	Eficiencia Energética
<b>kWh</b>	:	kilowatt hora
<b>kWh/a</b>	:	kilowatt hora por año
<b>kWh/d</b>	:	kilowatt hora por día
<b>MINVU</b>	:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
<b>SERVIU</b>	:	Servicio de Vivienda y Urbanización Región Metropolitana

Abreviaciones

gtz



10





## 1. ANTECEDENTES GENERALES

La Comisión Nacional de Energía (CNE) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, en el marco de un Convenio de Cooperación, con el servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU) de la Región Metropolitana, están asesorando al proyecto Ciudad Parque Bicentenario (CPB) en el análisis de alternativas de suministro energético a partir de energías renovables no convencionales (ERNC) y de eficiencia energética (EE) en los componentes públicos y privados del proyecto urbano. Con esto, se quiere contribuir a los objetivos ambientales del proyecto Ciudad Parque Bicentenario que contemplan la aplicación de criterios de sustentabilidad ambiental y la reducción de consumo energético en los principales componentes públicos y privados del proyecto.

Ciudad Parque Bicentenario es un proyecto urbano impulsado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en el sector sur-poniente de Santiago que consiste en la reutilización para usos urbanos de un terreno de 250 ha al interior del anillo Américo Vespucio, correspondiente al ex aeródromo de Cerrillos

## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo principal del estudio es la evaluación de alternativas para la incorporación de fuentes de energías renovables y de medidas de eficiencia energética en Ciudad Parque Bicentenario, con el fin de contribuir a la generación de energía y de reducir el consumo de los componentes públicos principales, tales como el parque central, el centro cívico, el parque tecnológico y de las edificaciones desarrolladas por privados.

Los objetivos específicos de la consultoría son:

- Contar con un análisis de la demanda energética de los principales componentes públicos del proyecto y una caracterización de la demanda energética de los distintos tipos de vivienda según tipología (edificios de alta, mediana y baja densidad) y de los principales recintos como centros educacionales, centros de salud, comercios (supermercados, almacenes, cafés, restaurantes, farmacias, mall, etc.).
- Contar con una propuesta para la generación de energía en el área del proyecto CPB en base a ERNC.
- Contar con una propuesta de medidas de ahorro de energía y/o eficiencia energética para reducir el consumo energético de la ciudad planificada.
- Mejorar las capacidades técnicas de los expertos del proyecto CPB (SERVIU) en aspectos relacionados con la planificación de medidas de ERNC y EE en proyectos urbanos.



## 3. INFORMACIÓN BASE

### 3.1 Superficies

Macrolotes con aptitud para viviendas con baja, media y alta densidad:

- Macrolotes, superficie bruta, neta y cedida: Las informaciones al respecto se obtuvieron de CPB y de informaciones de libre acceso que se encuentran en la página web de CPB.
- Tipo de vivienda, número de pisos, superficie por departamentos, número de departamentos por piso, número de habitantes por departamento: Esta clasificación fue fijada de común acuerdo con CPB.
- El coeficiente de constructibilidad<sup>1</sup> para macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad es 30%, para media densidad es 30%, y para alta densidad es 40%.

Macrolotes con aptitud mixta (oficinas/administración/viviendas):

- Se consideraron edificios de 4 pisos.
- El coeficiente de constructibilidad para macrolotes con aptitud mixta es del 30 a un 80%.
- La superficie de cada oficina se estimó en 60 m<sup>2</sup>.
- Se consideró que en cada oficina trabajaban 6 personas con un promedio de 10 m<sup>2</sup> por lugar de trabajo.

Macrolotes con aptitud educacional:

- Se consideraron edificios de 2 pisos.
- El coeficiente de constructibilidad para macrolotes con aptitud educacional es de 40 a 50%.
- La superficie de cada sala de clase se estimó en 50 m<sup>2</sup>.
- Se consideró que cada sala de clase alberga a 35 alumnos.

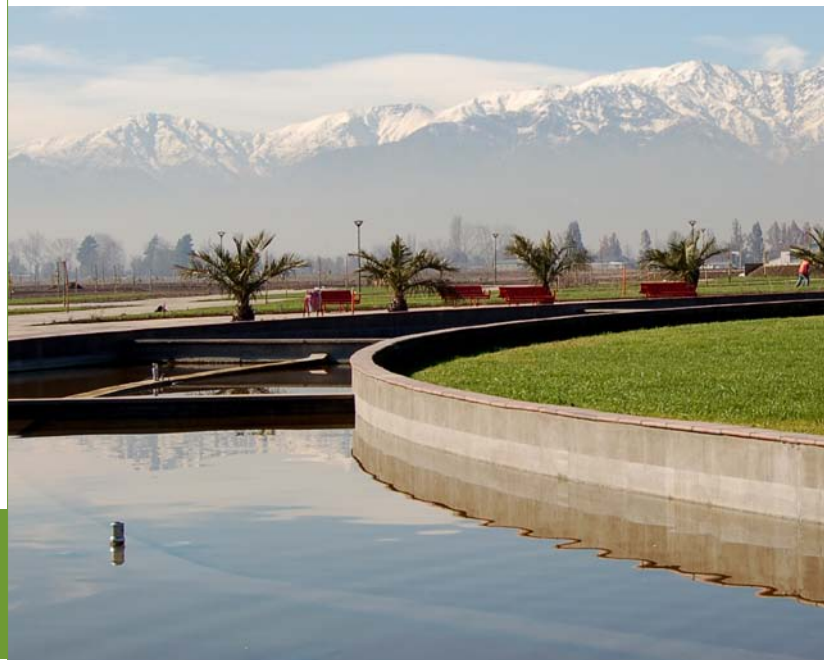
Macrolotes con aptitud para comercio y oficinas:

- Se consideraron edificios de 2 pisos.
- El coeficiente de constructibilidad para macrolotes con aptitud para comercio y oficinas es del 60%.
- La superficie de cada área para oficina o comercio se estimó en 100 m<sup>2</sup>.
- Se consideró que cada oficina alberga a 10 personas.
- No se considera consumo de gas licuado para cocinar o aseo personal.

Macrolotes con aptitud para oficinas públicas:

- Se consideraron edificios de 2 pisos.
- El coeficiente de constructibilidad para macrolotes con aptitud para oficinas públicas es del 60 a un 100%.
- La superficie de cada oficina pública se estimó en 200m<sup>2</sup>.
- Se consideró que cada oficina pública alberga 20 funcionarios.

12



<sup>1</sup>“Coeficiente de constructibilidad”: número que multiplicado por la superficie total del predio, descontadas de esta última las áreas declaradas de utilidad pública, fija el máximo de metros cuadrados posibles de construir sobre el terreno.

## 3.2 Consumos

### 3.2.1 Macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad (Z1), media densidad (Z2), densidad baja unifamiliar (Z3U) y baja multifamiliar (Z3M)

- Gas licuado: Consideró que un alto porcentaje de la población utiliza gas licuado para cubrir las necesidades de cocinar (91,6%) y agua caliente (77,2%), por la presencia en sus hogares de cocina y calefont<sup>2</sup>.
  - » Cocinar: Para la acción de cocinar se asumió el comportamiento y consumo de una familia alemana de cuatro miembros. Este consumo energético es de 400 kWh/año.
  - » Calefont: Para realizar la acción de aseo corporal se consideró la necesidad de contar diariamente con 28 litros de agua caliente por persona. Para cubrir este consumo de agua se necesitan 511 kWh/año/persona.
- Electricidad: Se considera que la demanda de electricidad está dada por la necesidad de iluminación y por el consumo ocasionado por los artículos eléctricos que se encuentran en el hogar. El consumo anual eléctrico se cuantificó en un promedio de 2.000 kWh<sup>3</sup> para una familia de cuatro integrantes y se caracterizó por el uso de ampolletas para iluminación (27,3%), refrigeradores (32,3%), calentamiento de agua (4,3%) y artículos de hogar y cocina (36,1%)<sup>4</sup>. Además se considera un consumo eléctrico para la iluminación de pasillos y escaleras de 400 W/piso durante 3.500 horas/año para viviendas construidas en macrolotes con aptitud alta, media y baja unifamiliar, y de 100 W/piso durante 1.000 horas/año para viviendas construidas en macrolotes con aptitud baja multifamiliar.

<sup>2</sup> Comisión Nacional de Energía: Comportamiento del consumidor residencial y su disposición a incorporar aspectos de eficiencia energética en sus decisiones y hábitos. Santiago 2005, cuadro 25

<sup>3</sup> Idem, página 33

<sup>4</sup> Idem, gráfico 11

- El consumo por concepto de calefacción en una vivienda tipo fué estimado en 180kWh/m<sup>2</sup>/a (resultado arrojado por la modelación estática con el programa PHPP -Passivhaus Projektienungs Paket). Se considero en el estudio que este consumo será cubierto utilizando energía eléctrica, además se considero que solo el 50% de la superficie de la vivienda será calefaccionada y también solo el 50% del total de viviendas serán calefaccionadas

### 3.2.2 Macrolotes con aptitud mixta (ZM)

- Mixta-vivienda: En los macrolotes con aptitud mixta-vivienda se adoptaron los mismos criterios de consumo de gas licuado y electricidad que en los macolotes con aptitud para viviendas de baja, media y alta densidad.
- Mixta-comercio y oficinas: Se consideran los siguientes consumos.
- Gas licuado:
  - » Cocinar: Se considera el consumo energético en un casino/comedor para la alimentación de cada persona de 100 kWh/año.
  - » Calefont: No se considera el consumo energético por concepto de agua caliente para aseo personal.
  - » Electricidad: Se considera un consumo eléctrico para iluminación de 700 kWh/año/oficina, iluminación de pasillos y escaleras 1.000 W/piso durante 500 h/año, aire acondicionado 2.700 kWh/año/oficina, calefacción 1.800 kWh/año/oficina y el funcionamiento de diversos artículos eléctricos y el que se desprende de la operación de un casino para el personal de las oficinas de 300 kWh/año/persona.

### 3.2.3 Macrolotes con aptitud para educación (ZE)

- Gas licuado:
  - » Cocinar: Se considera el consumo energético en un casino/comedor para la alimentación de cada persona de 200 kWh/año.
  - » Calefont: Se considera el consumo energético por concepto de agua caliente para aseo personal de 153 kWh/año/persona.
- Electricidad: Se considera el consumo eléctrico para iluminación de las salas de clase de 720 kWh/año/sala clase, iluminación de pasillos y escaleras 1.500 W/piso durante 500 h/año, y el que se desprende de la operación de un casino para los alumnos de la escuela en jornada completa de 300 kWh/año/persona.

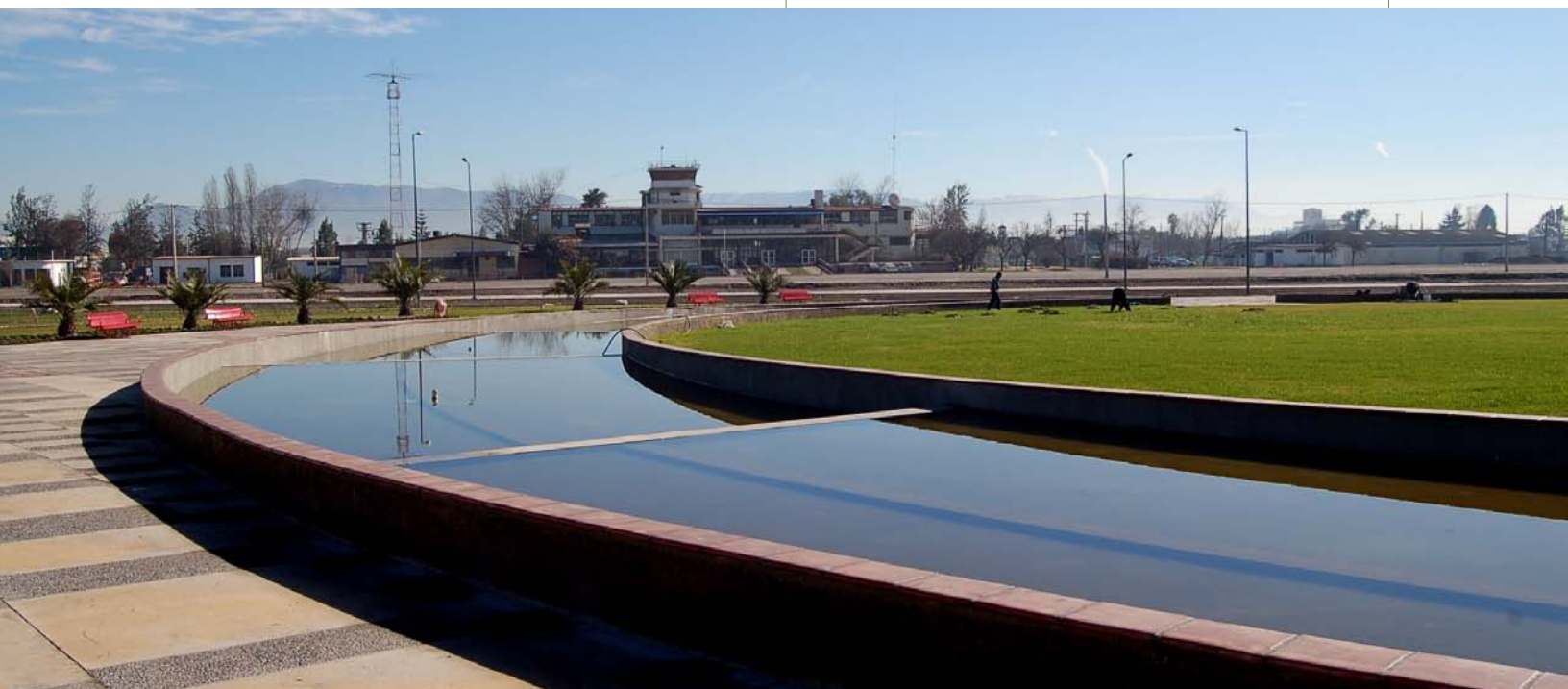
### 3.2.4 Macrolotes con aptitud para comercio y oficinas (ZCO)

- Gas licuado:
  - » Cocinar: Se considera el consumo energético en un casino/comedor para la alimentación de cada persona de 100 kWh/año.
  - » Calefont: No se considera el consumo energético por concepto de agua caliente para aseo personal.

- Electricidad: Se considera el consumo eléctrico para iluminación de las dependencias de 700 kWh/año/dependencia, iluminación de pasillos y escaleras 1.000 W/piso durante 500 h/año, aire acondicionado 2.700 kWh/año/oficina, calefacción 1.800 kWh/año/oficina y para el funcionamiento de diversos artículos eléctricos, y el que se desprende de la operación de un casino para el personal de las oficinas de 300 kWh/año/persona.

### 3.2.5 Macrolotes con aptitud para oficinas públicas (ZOP)

- Gas licuado:
  - » Cocinar: Se considera el consumo energético en un casino/comedor para la alimentación de cada persona de 100 kWh/año.
  - » Calefont: No se considera el consumo energético por concepto de agua caliente para aseo personal.
- Electricidad: Se considera el consumo eléctrico para iluminación de oficinas de 700 kWh/año/oficina, iluminación de pasillos y escaleras 1.000 W/piso durante 5.000 h/año, aire acondicionado 2.700 kWh/año/oficina, calefacción 1.800 kWh/año/oficina y para el funcionamiento de diversos artículos eléctricos, y el que se desprende de la operación de un casino para el personal de las oficinas de 300 kWh/año/persona.





## 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN



### 4.1 Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad (Z1)

Macrolotes	Aptitud	Superficie bruta (m <sup>2</sup> )	Tipo de edificio	Número de pisos	Superficie por piso	Viviendas por piso	Superficie por vivienda	Personas por vivienda	Total de personas	Personas por hectárea
ML Z1	Alta Densidad	177.300	Multi familiar	12 - 18	565	6	65	4	25.000	1.410

Tabla 1: Datos de origen con respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad

#### 4.1.1 Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad

Superficie bruta	:	177.299 m <sup>2</sup>
Tipo de edificio	:	Multifamiliar
Total de edificios tipo	:	69
Total de viviendas	:	6.250
Total de personas	:	25.000

#### 4.1.2 Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud para viviendas con alta densidad

##### Gas licuado

Total anual de gas licuado(kg)	:	1.142.925
Total de energía necesitada para cocinar (kWh/a)	:	2.500.668
Total de energía necesitada por el calefont (kWh/a)	:	12.243.068

##### Electricidad

Total de energía eléctrica (kWh/a)	:	41.625.697
------------------------------------	---	------------

## 4.2 Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud para viviendas con media densidad (Z2)



• Tabla 2: Datos de origen respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con media densidad

16

### 4.2.1 Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con media densidad

- Superficie bruta : 488.506 m<sup>2</sup>
- Tipo de edificio : Multifamiliar
- Total de edificios tipo : 80
- Total de viviendas : 4.750
- Total de personas : 19.000

### 4.2.2 Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud para viviendas con media densidad

#### Gas licuado

- Total anual de gas licuado(kg) : 868.557
- Total de energía necesaria para cocinar (kWh/a) : 1.900.362
- Total de energía necesaria por el calefont (kWh/a) : 9.304.018

#### Electricidad

- Total de energía eléctrica (kWh/a) : 31.098.627

### 4.3 Respeto de las superficies en los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad (Z3U / Z3M)

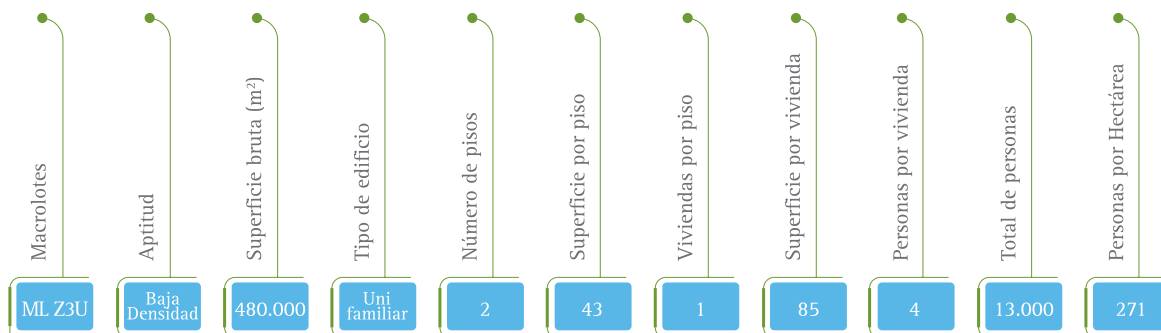


Tabla 3: Datos de origen respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad (unifamiliar)

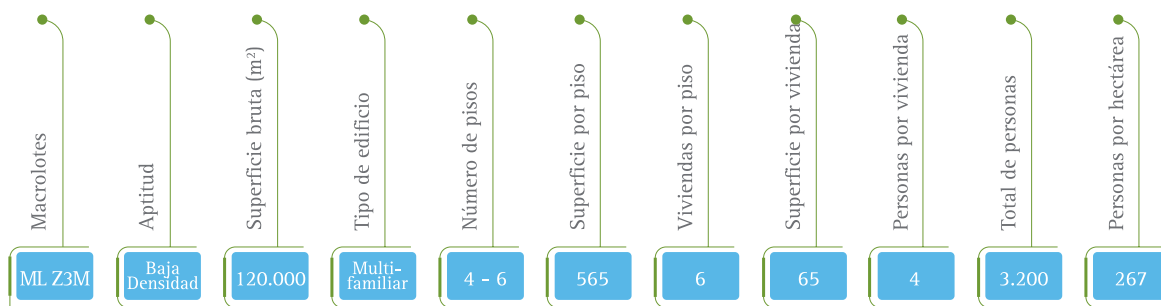


Tabla 4: Datos de origen respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad (multifamiliar)

#### 4.3.1 Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad

- Superficie bruta : 600.000 m<sup>2</sup>
- Tipo de edificio : Unif. y Multif.
- Total de viviendas unif. : 3.250
- Total de viviendas multif. : 800
- Total de personas (unif. y Multif). : 16.200

#### 4.3.2 Respeto del consumo total en los macrolotes con aptitud para viviendas con baja densidad

##### Baja densidad unifamiliar Gas licuado

- Total anual de gas licuado(kg) : 591.768
- Total de energía necesaria para cocinar (kWh/a) : 1.294.800
- Total de energía necesaria por el calefont (kWh/a) : 6.339.237

##### Electricidad

- Total de energía eléctrica (kWh/a) : 20.129.400

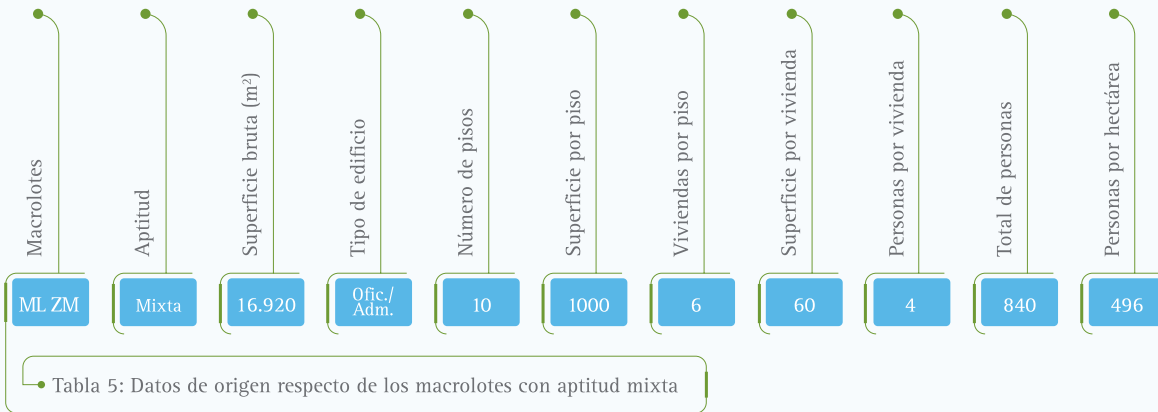
Baja densidad multifamiliar •  
Gas licuado

- Total anual de gas licuado(kg) : 148.084
- Total de energía necesaria para cocinar (kWh/a) : 324.000
- Total de energía necesaria por el calefont (kWh/a) : 1.586.278

Electricidad •

- Total de energía eléctrica (kWh/a) : 5.690.250

#### 4.4 Respecto de las superficies en los macrolotes con aptitud mixta (ZM)



##### 4.4.1 Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud mixta

- Superficie bruta : 16.920 m<sup>2</sup>
- Tipo de edificio : Oficinas  
Administración  
Exposiciones
- Total de edificios tipo  
Oficinas / Administración : 4  
Exposiciones : 2

##### 4.4.2 Respecto del consumo total en los macrolotes con aptitud mixta

Gas licuado •

- Total anual de gas licuado(kg) : 28.087
- Total de energía necesaria para cocinar (kWh/a) : 70.920
- Total de energía necesaria para el calefont (kWh/a) : 291.405

Electricidad •

- Total de energía eléctrica (kWh/a) : 1.596.220

#### 4.5 Respetto de las superficies en los macrolotes con aptitud para construcción de escuelas (ZE)

acrolotes	Aptitud	Superficie Bruta (m <sup>2</sup> )	Tipo de Edificio	Número de pisos	Superficie por piso	Salas por piso	Superficie por Sala	Personas por Sala	Total de personas
ML ZC	Educa-cional	25.590	Colegio	2	2.100	16	50	35	4.500

Tabla 6: Datos de origen respecto de los macrolotes con aptitud para Escuelas

##### 4.5.1 Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud educacional

- Superficie bruta : 25.990 m<sup>2</sup>
- Tipo de edificio : Educacional
- Total de edificios tipo : 3
- Total de Salas de clase : 96
- Total de personas : 4.500

##### 4.5.2 Respetto del consumo total en los macrolotes con aptitud educacional

###### Gas licuado

- Total anual de gas licuado(kg) : 68.041
- Total de energía necesitada para cocinar (kWh/a) : 215.842
- Total de energía necesitada por el calefont (kWh/a) : 661.890

###### Electricidad

- Total de energía eléctrica (kWh/a): 79.669

#### 4.6 Respeto de las superficies en los macrolotes con aptitud para comercio y oficina (ZCO)

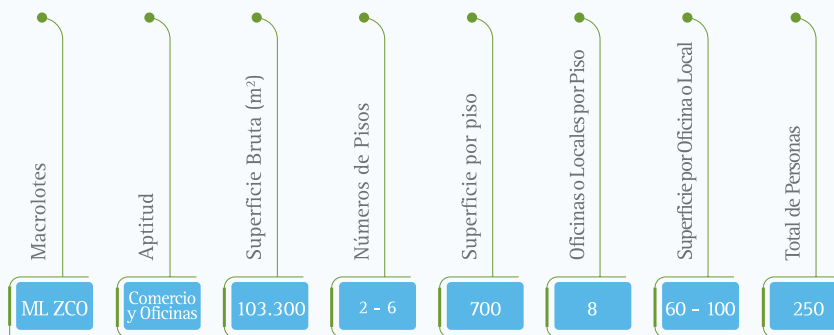


Tabla 7: Datos de origen respecto de los macrolotes con aptitud para Comercio y Oficinas

##### 4.6.1 Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para comercio y oficinas

- Superficie bruta : 103.300 m<sup>2</sup>
- Tipo de edificio : Comercios y oficinas
- Total de edificios tipo : 2
- Total de personas : 250

##### 4.6.2 Respeto del consumo total en los macrolotes con aptitud para comercio y oficinas

###### Gas licuado

- Total anual de gas licuado(kg) : 31.699
- Total de energía necesitada para cocinar (kWh/a) : 408.920

###### Electricidad

- Total de energía eléctrica (kWh/a) : 831.700

#### 4.7 Respeto de las superficies en los macrolotes con aptitud para oficinas públicas (ZOP)

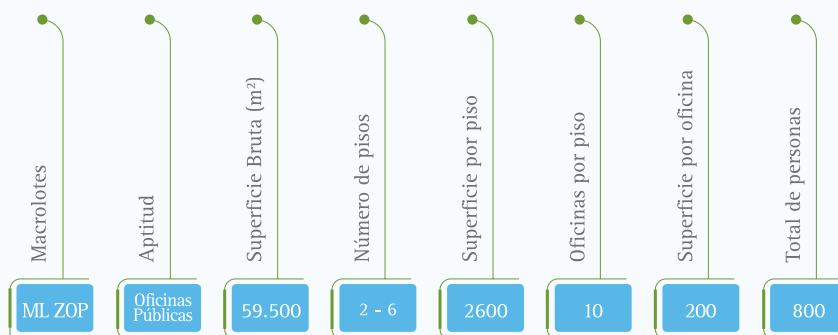


Tabla 8: Datos de origen respecto de los macrolotes con aptitud para oficinas públicas

##### 4.7.1 Resumen de informaciones de superficies respecto de los macrolotes con aptitud para oficinas públicas

- Superficie bruta : 59.500 m<sup>2</sup>
- Tipo de edificio : Oficinas públicas
- Total de edificios tipo : 5
- Total de personas : 800

##### 4.7.2 Respeto del consumo total en los macrolotes de con aptitud para oficinas públicas

###### Gas licuado

- Total anual de gas licuado(kg) : 1.670
- Total de energía necesitada para cocinar (kWh/a) : 21.600

###### Electricidad

- Total de energía eléctrica (kWh/a): 2.905.200



22



#### 4.8 Resumen del consumo energético por macrolotes.

Tabla 9: Resumen del consumo energético, gas licuado y electricidad.

Macrolote	Gas Licuado			Electricidad KWh/a
	Total anual kg	Cocinar KWh/a	Calefont KWh/a	
Z1	1.142.925	2.500.668	12.243.103	41.625.697
Z2	868.557	1.900.362	9.304.018	31.098.627
Z3U	591.786	1.294.800	6.339.237	20.129.400
Z3M	148.084	324.000	1.586.278	5.690.250
ZM	28.087	70.920	291.405	1.596.220
ZC	68.041	215.842	661.890	79.669
ZCO	31.699	408.920		839.700
ZOP	1.670	21.600		2.905.200
Parque Central				1.097.000
Calles				300.000
Total	2.880.849	6.737.112	30.425.897	105.361.763



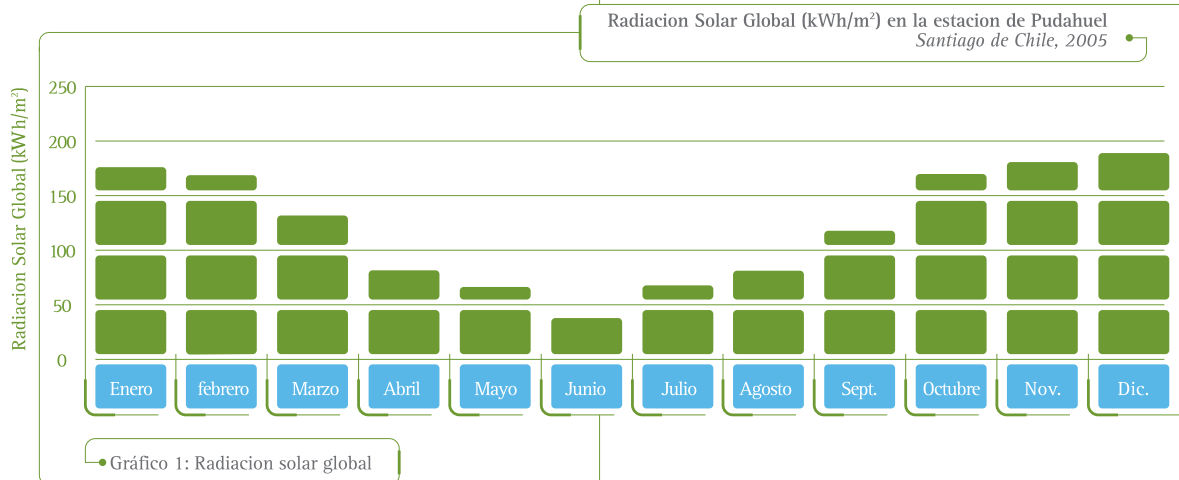
## 5. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES DISPONIBLES A APLICAR EN EL ÁREA DE CPB

Como energías renovables no convencionales se consideran la eólica, la solar, la geotérmica y la de los océanos. Además, existe una amplia gama de procesos de aprovechamiento de la energía de la biomasa que pueden ser catalogados como ERNC. De igual manera, el aprovechamiento de la energía hidráulica en pequeña escala se suele clasificar en esta categoría.

Las ERNC a analizar en el estudio son las siguientes: solar, biomasa húmeda, biomasa seca, eólica, geotérmica y pequeña hidráulica.

### 5.1 Solar

Solar (equipos fotovoltaicos y colectores solares): La aplicación de esta forma de ERNC está dada por el potencial solar (radiación solar) que presenta la zona de Santiago. Según informaciones presentadas por CPB la radiación solar global, medida en la estación de Pudahuel, alcanza el total anual de 1.427 kWh/m<sup>2</sup>, con un promedio mensual de 122,25 kWh/m<sup>2</sup>.



## 5.2 Biomasa húmeda

Se analizará en este estudio el aprovechamiento energético de la biomasa húmeda, por el potencial de obtener desechos orgánicos en la CPB.

## 5.3 Biomasa seca

El potencial teórico determinado por la cantidad total de biomasa seca que es producida o generada en forma de residuos, provenientes del manejo y de la cosecha del bosque no es aportado por CPB.

## 5.4 Eólica

Por los impactos ambientales a ocasionar por un parque eólico que se construya en los terrenos de CPB, queda el análisis de esta forma de aprovechar el recurso “viento” fuera de consideración. Los impactos ambientales a considerar son:

- Alteración del paisaje
- Emisión de ruidos
- Proyección de sombras

## 5.5 Geotérmica

La implementación de esta forma de ERNC no será analizada, ya que se es de la opinión que los criterios de forma y sentido no están dados. Para pensar en generar energía geotérmica se tiene que tener, como elemento principal, un receptor de energía térmica continuo durante todo el día, lo cual no está dado por CPB y también las dimensiones de una planta de estas características no se pueden acondicionar a las posibilidades de espacio disponible en CPB.

## 5.6 Energía hidráulica

Pequeña hidráulica: No existe el recurso en CPB.



## 6. ANÁLISIS DEL POTENCIAL



El potencial de ahorro energético resulta de la implementación de ERNC, así como también de la implementación de medidas de eficiencia energética.

### 6.1 Solar

El potencial teórico y disponible del recurso solar está dado por la radiación solar reinante en la zona y las superficies que se generan en la edificación para la implementación de la técnica.

#### 6.1.1 Colectores solares

En Santiago se obtiene una radiación solar global de aproximadamente 1.370 kWh/año, considerando el promedio anual de los últimos 6 años obtenidos en la estación meteorológica de Quinta Normal en Santiago.

La intensidad de la radiación solar promedio diaria representativa de un mes, fluctúa durante el año entre 6,42 kWh/m<sup>2</sup>/d en los meses cálidos y 1,22 kWh/m<sup>2</sup>/d en los meses fríos.

Para obtener un mejor grado de eficiencia en los meses de invierno se recomienda instalar los colectores solares con una inclinación de 48° hacia el norte, así se podrán obtener mejoras en el aprovechamiento de la intensidad solar.

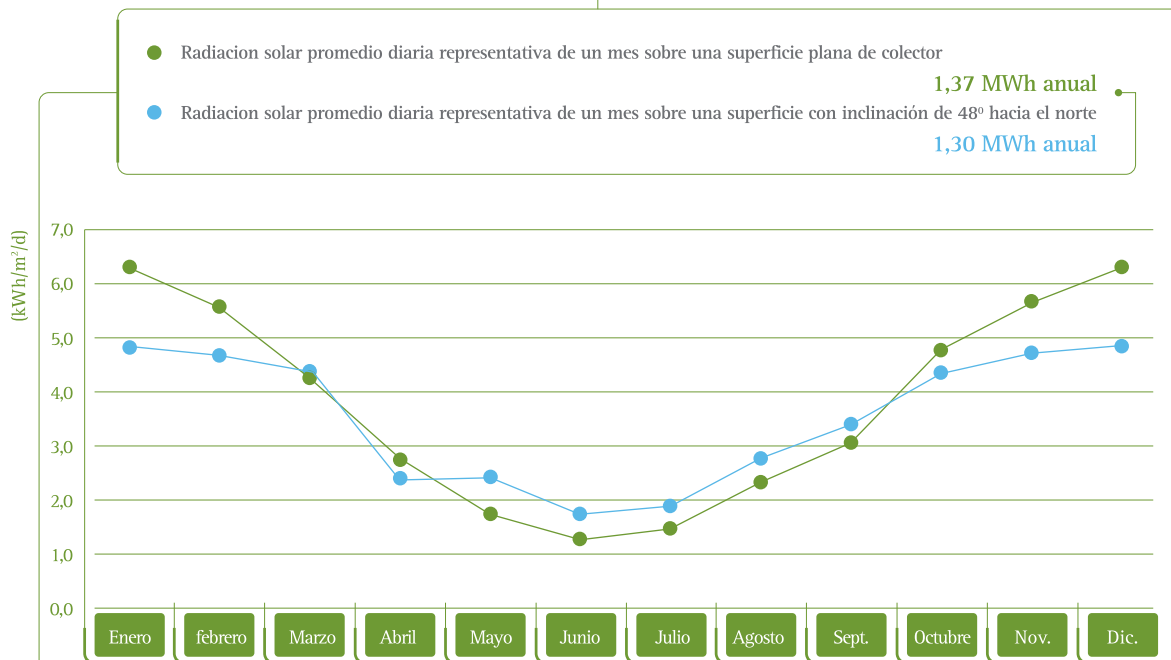


Gráfico 2: Radiación Solar Promedio

## Grado de cobertura y eficiencia

Debido a la fluctuación en la intensidad de la radiación solar durante el año y la influencia que ésta tiene en el dimensionamiento de la infraestructura e implementación, se ha determinado que el valor promedio a cubrir en la necesidad de agua caliente, por medio de colectores solares, es del 80%, constante durante el año.

Considerando la radiación solar promedio anual, las pérdidas en el sistema y el grado de eficiencia a lograr, se obtiene una superficie de 1,18 m<sup>2</sup> por persona de colectores solares para cubrir el 80% de la necesidad de agua caliente.

## 6.1.2 Celdas fotovoltaicas

En Santiago se obtiene una radiación solar global de aproximadamente 1.370 kWh /año, considerando el promedio anual de los últimos 6 años obtenidos en la estación meteorológica de Quinta Normal en Santiago.

La intensidad de la radiación solar promedio diaria representativa de un mes, fluctúa durante el año entre 6,42 kWh/m<sup>2</sup>/d en los meses cálidos y 1,22 kWh/m<sup>2</sup>/d en los meses fríos.

Para obtener un mejor grado de eficiencia en los meses de invierno se recomienda instalar las celdas fotovoltaicas con una inclinación respecto del horizonte de 33,5° hacia el norte, así se podrán obtener mejoras en el aprovechamiento de la intensidad solar.

Aptitud	Superficie solar neta (m <sup>2</sup> )	Superficie para colectores solares (m <sup>2</sup> )	Potencial energético MWh/a	Porcentaje del consumo a cubrir por medio de colectores solares (80%)
Alta Densidad	30.046	28.758	10.225	104%
Media Densidad	35.628	21.854	7.770	163%
Baja Densidad				
Unifamiliar	83.772	13.595	5.294	613%
Multifamiliar	9.998	3.726	1.325	268%
Mixto	12.537	1.340	243	204%
Educación	3.263	4.964	348	66%
Oficinas Públicas	8.446	994	17	850%
Total			25.222	

Tabla 10: Posible Grado de cobertura en la producción de agua caliente via colectores solares

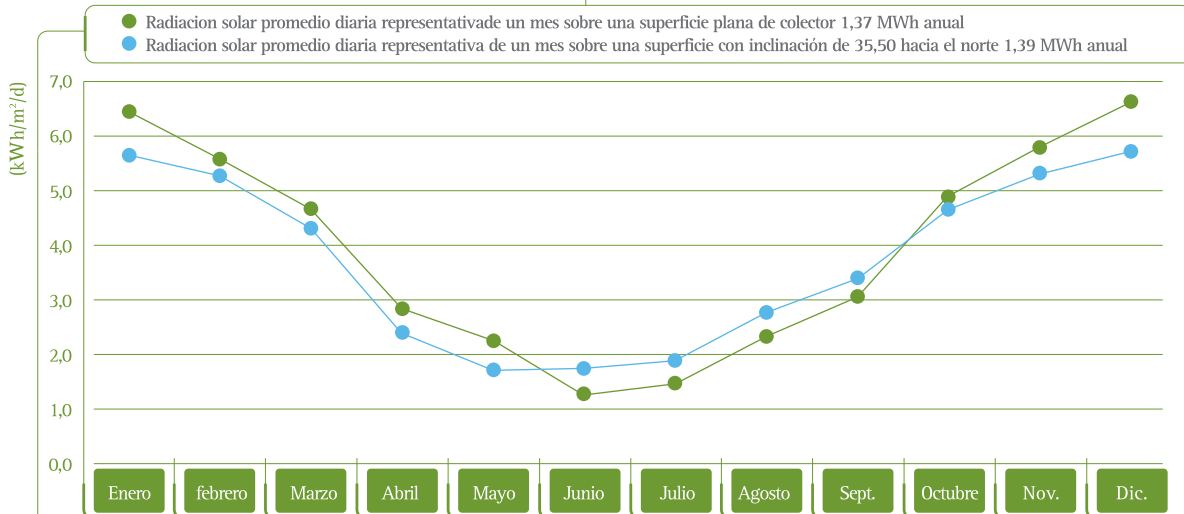


Gráfico 3: Radiación Solar Promedio

## Grado de cobertura y eficiencia

Particularmente por el alto coeficiente de pérdidas de transformación de las celdas fotovoltaicas se aprovecha finalmente un 10,6% de la radiación solar en forma de electricidad. Se asume que toda la instalación va a estar conectada a la red, así se opera en forma eficiente la instalación, evitando las pérdidas por marcha en vacío.

Considerando el consumo anual de electricidad por persona de 500 kWh sería necesaria una superficie de 3,2 m<sup>2</sup> por módulo y por persona para cubrir este consumo.

Aptitud	Necesidad de superficie de celdas fotovoltaicas para cubrir 100% del consumo eléctrico (m <sup>2</sup> )	Superficie de disposición para la instalación de celdas fotovoltaicas (m <sup>2</sup> )	Potencial Energético MWh/a	Porcentaje del consumo a cubrir por medio de celdas fotovoltaicas
Alta Densidad	211.596	30.046	4.651	14%
Media Densidad	157.797	35.628	5.512	23%
Baja Densidad				
Unifamiliar	100.137	83.772	12.968	84%
Multifamiliar	29.085	9.998	1.548	34%
Mixto	8.035	12.537	1.941	156%
Educación	231	3.263	505	1412%
Oficinas Públicas	15.474	8.446	1.307	55%
Total			28.432	

Tabla 11: Producción de electricidad vía celdas fotovoltaicas

## 6.2 Biomasa húmeda (transformación anaeróbica de materia orgánica)

El potencial teórico, disponible y técnico de producción de energía a base de biomasa húmeda está dado por la utilización energética de los desechos orgánicos domiciliarios y por el uso de los desechos provenientes de la conservación y administración de las áreas verdes (desechos de poda y corte de césped) del parque central y las previstas al interior de los macrolotes.

### 6.2.1 Información base

#### Desechos orgánicos domiciliarios

Se realizó una estimación de los desechos orgánicos domiciliarios a base de la información recibida por CPB<sup>5</sup>. Esta estimación considera un componente orgánico del 50% en los desechos orgánicos domiciliarios, los cuales se cuantifican en 10 kg por persona por mes.

Aptitud	Desechos orgánicos domiciliarios (Ton/a)
Alta Densidad	3.001
Media Densidad	2.280
Baja Densidad	1.943
Mixto	80
Educación	65
Comercio y Oficinas	37
Oficinas Públicas	13
Parque Central	0
<b>Suma</b>	<b>7.419</b>

Tabla 12: Posible cantidad total de desechos orgánicos domiciliarios

<sup>5</sup> La cantidad de residuos por persona al mes son de 10 kg aprox., en la cual el porcentaje de residuos orgánicos son diferentes según estratos sociales. Valor promedio: 49.3%; estrato social alto: 48.8%; estrato social medio-alto: 41.8%; estrato social medio-bajo: 54.7%; estrato social bajo: 56.4%.

## Desechos de las áreas verdes

Para obtener una estimación de la cantidad de residuos generados por las áreas verdes, al no existir datos sobre la cuantificación de estos residuos y optando por un cálculo conservador, se consideró que solo el 50% de esta área verde será la superficie que expende la biomasa, en la cantidad de 0,05 toneladas/m<sup>2</sup>/año. La superficie de las áreas verdes que contemplan el parque central se consideró que el 100% de la superficie expende biomasa.

Aptitud	Áreas verdes que extienden Biomasa (m <sup>2</sup> )	Desechos poda y corte de césped (Ton/ a)
Alta Densidad	7.101	355
Media Densidad	17.127	856
Baja Densidad	72.491	3.624
Mixto	582	29
Educación	850	42
Comercio y Oficinas	21.960	1.098
Oficinas Públicas	2.075	104
Parque Central	234.766	11.738
<b>Suma</b>	<b>356.952</b>	<b>17.846</b>

• Tabla 13: Posible cantidad total de desechos provenientes de la operación del parque

### 6.2.2 Potencial energético de los desechos orgánicos

- Producción anual de biogás : 4.453.618 m<sup>3</sup>
- Porcentaje de metano : 56%
- Potencia a instalar : 1.133 kW
- Energía eléctrica anual a producir : 8.934 MWh
- Energía térmica anual a producir : 9.604 MWh

## 6.3 Ahorro de energía por medio de mejoramientos constructivos

Con la implementación de medidas constructivas simples se puede lograr un ahorro de energía considerable, estas medidas pueden ser:



### 6.3.1 Aislación térmica

Si el recinto (pared y techo) está mal aislado en invierno, se pierde el calor generado por cualquier sistema de calefacción y, en el verano, el calor proveniente del sol entrará aunque estén cerradas todas las puertas y ventanas. En cambio, si el recinto (pared y techo) está bien aislado, en invierno se requerirá de menos calefacción y, en verano, manteniendo apagados los artefactos que no se están usando y controlando la entrada del calor exterior, se reduce la necesidad de utilizar equipos de aire acondicionado y ventiladores.

Al momento de diseñar una casa, es necesario distribuir las ventanas de manera que el aire circule y que entre más luz y calor en invierno que en verano. Este diseño, entonces, debería apuntar hacia la arquitectura bioclimática.

## Ventanas con vidrio panel:

Los vidrios dejan escapar gran cantidad del calor generado por sistemas de calefacción en invierno y, dejan entrar el calor proveniente del sol en verano. Para regular estas variaciones, se deben construir las ventanas teniendo en cuenta la orientación de la vivienda. Las ventanas grandes deben quedar hacia el norte, permitiendo recibir luz y calor en invierno; y las más chicas en el oeste y en el sur, para evitar el exceso de sol y las fugas de calor. En verano, el sol está más alto y no entra directamente por las ventanas; pero si en algunos lugares del país ello no fuera suficiente para bloquear el sol, poner aleros o achicar las ventanas del lado poniente es la mejor opción.

Los mejoramientos constructivos que se pueden aplicar a una vivienda para generar un ahorro de energía son variados. Como ejemplo para este estudio hemos escogido realizar un mejoramiento de las ventanas de las viviendas y se ha calculado el potencial de ahorro de energía que puede traer consigo este mejoramiento.

La consideración de utilizar ventanas con poder de aislación (con vidrio panel) en áreas o salas que son temperadas o enfriadas constantemente, lleva a un ahorro de energía importante. Esto se recrea en el siguiente ejemplo:

Pisos	10
Relación de la superficie de ventanas respecto de la superficie construida	16%
Ventanas utilizadas en los departamentos	Aluminio, vidrio simple
Ventanas a implementar	Perfil de PVC, vidrios panel con gas argón

Tabla 14: Edificio habitacional modelo, media densidad

Las nuevas ventanas a implementar evitan una pérdida de energía de hasta un 13% con respecto a las ventanas instaladas en un principio. Es decir, a través de esta mejora constructiva se logra disminuir la necesidad de energía térmica, según la modelación realizada, para temperar el ambiente interno de la vivienda, de un promedio de 184 kWh/m<sup>2</sup>/año a 160 kWh/m<sup>2</sup>/año.

### 6.3.2 Sombreado de fachadas

Debe ser analizada la opción de plantar árboles de hojas caducas en las cercanías de los edificios y casas que ayuden a regular, con su ciclo natural de caída de follaje, la temperatura de las edificaciones. Con esta medida, se protegen los muros del calor y se refresca el interior de la casa en verano y, en invierno, se caen las hojas, dejando que la luz y el calor puedan entrar libremente a las edificaciones.

## 6.4 Otras medidas que llevan al ahorro de energía

### 6.4.1 Utilización de refrigeradores eficientes energéticamente

A través del uso de refrigeradores energéticamente eficientes en el hogar, se puede llegar a un ahorro importante de energía. Este ahorro de energía podría llegar hasta un 40%.

### 6.4.2 Ampolletas alta eficiencia

El empleo de ampolletas alta eficiencia lleva a un ahorro de energía aproximado de un 80% respecto de las ampolletas convencionales. Además, a través de un comportamiento educado o guiado del consumidor, se podría elevar la vida útil de estas ampolletas y ahorrar energía eléctrica mediante el uso racional de esta.

Suponiendo que aprox. el 60% de la población futura de CPB implementará inmediatamente en su vivienda ampolletas de alta eficiencia, esto equivaldría a un ahorro anual de energía eléctrica de 5.166 MWh.

El ahorro supuesto esperado es del 60% en las viviendas y 25% en la iluminación del parque. En la iluminación de las calles ya se ha considerado la implementación de luminarias con ampolletas de alta eficiencia.

Los resultados de ahorro de energía en CPB, respecto del consumo de energía por iluminación (viviendas y parque), por el uso de ampolletas alta eficiencia son del 54%, equivalente a 5.440 MWh anuales.

Se asume que la suma de las medidas a aplicar pueda llevar a un ahorro de hasta un 20% en energía eléctrica, por el concepto de generar aire acondicionado.

Ya que el uso de aparatos de generación de aire acondicionado no es de uso común en los hogares, estos no fueron considerados en el potencial de ahorro.

### 6.4.3 Aire acondicionado

El consumo de energía que demanda el uso de aparatos eléctricos para generar aire acondicionado en oficinas y comercio, puede ser disminuido implementando medidas simples como la introducción del uso de interruptores horarios, para el control de apagado y encendido automático de los aparatos, como así también educando al consumidor, a través de capacitaciones del uso eficiente de estos equipos, campañas de información, etc.

## 6.5 Resumen del potencial de ahorro energético

### 6.5.1 Gas licuado

La siguiente tabla muestra la demanda total y el potencial de ahorro de gas licuado en macrolotes con diferentes aptitudes:

Aptitud	Agua caliente MWh/a	Cocinar MWh/a	Consumo de gas licuado en MWh/a	Potencial de ahorro energético MWh/a (Colectores solares)	Ahorro de gas licuado en Kg/a	Ahorro de gas licuado en porcentaje
Alta Densidad	12.243	2.501	14.744	9.794	759.000	66%
Media Densidad	9.340	1.900	11.204	7.443	577.000	66%
Baja Densidad Unifamiliar	6.339	1.295	7.634	5.071	393.000	66%
Baja Densidad Multifamiliar	1.586	324	1.910	1.269	98.000	66%
Mixta	291	71	362	233	18.000	64%
Educación	662	216	878	348	27.000	40%
Comercio y Oficinas	0	409	409	0	0	0%
Oficinas Públicas	0	22	22	0	0	0%
<b>Suma</b>	<b>30.461</b>	<b>6.738</b>	<b>37.163</b>	<b>24.158</b>	<b>1.872.000</b>	<b>65%</b>

• Tabla 15: Demanda y potencial de ahorro de gas licuado



El ahorro de gas licuado calculado por concepto de la implementación del calentamiento de agua vía colectores solares es del 65%.

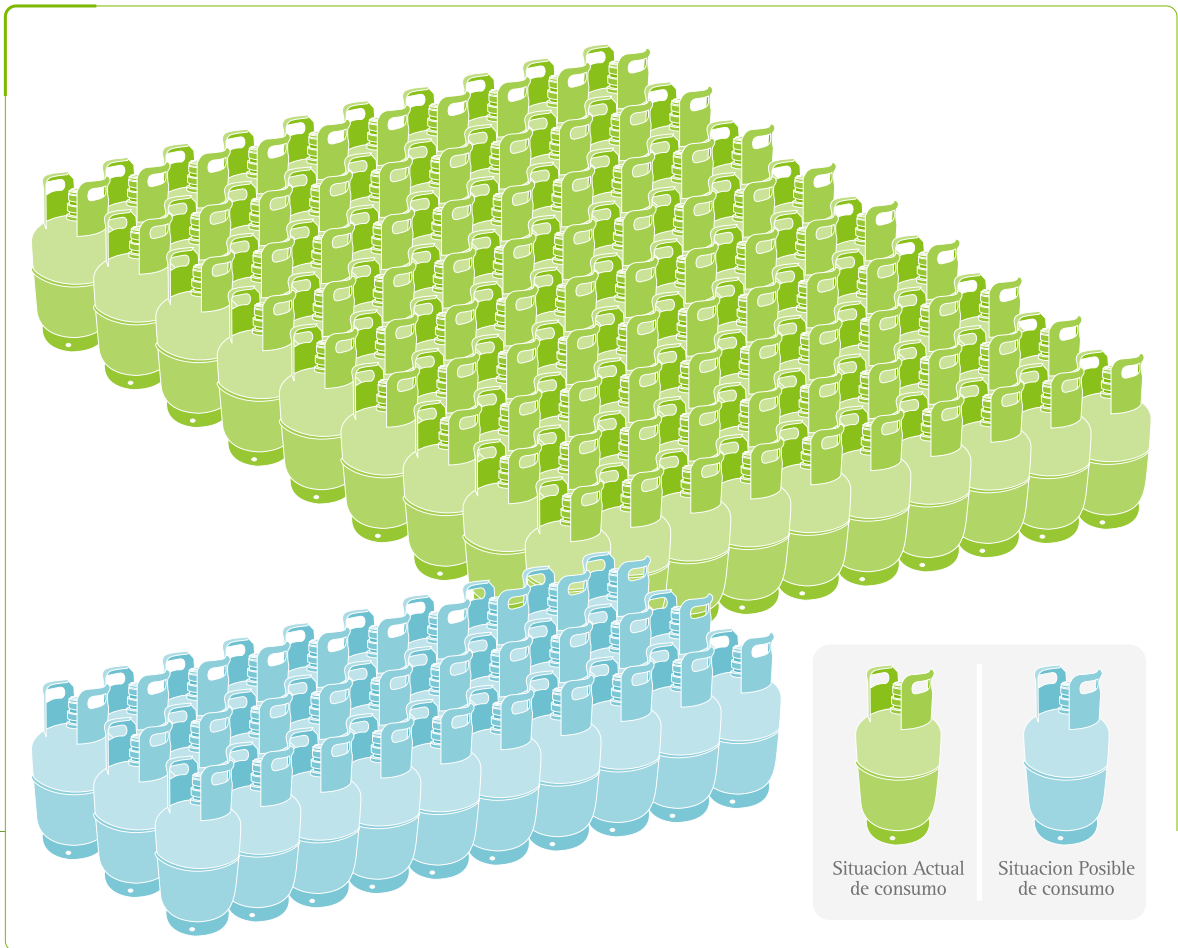


Gráfico 4: Potencial de ahorro de gas licuado

## 6.5.2 Electricidad

Las siguientes tablas muestran la demanda (Tabla 16) y el potencial de ahorro (Tabla 17) de electricidad esperada en CPB. Esta demanda

está diferenciada por acciones de usuarios que habitarán en macrolotes con diferentes aptitudes.

Aptitud	Iluminación MWh/a	Iluminación escaleras y pasillos MWh/a	refrigerador MWh/a	Aire acondic. MWh/a	Agua caliente MWh/a	Artículos de hogar y cocina MWh/a	Calefacción MWh/a	Suma Total MWh/a
Alta Densidad	3.413	1.459	4.039	0	538	4.514	27.664	41.626
Media Densidad	2.594	1.109	3.069	0	409	3.430	20.448	31.099
Baja Densidad Unifamiliar	1.767	647	2.091	0	278	2.337	13.008	20.129
Baja Densidad Multifamiliar	442	189	523	0	70	585	3.881	5.690
Mixta	161	46	96	216	13	278	786	1.596
Educación	69	3	0	0	0	0	8	80
Comercio y Oficinas	11	8	0	46	0	744	31	840
Oficinas Públicas	151	11	0	540	0	259	1.944	2.905
Parque Central	1.097	0	0	0	0	0	0	1.097
Calles	300	0	0	0	0	0	0	300
<b>Suma</b>	<b>10.007</b>	<b>3.472</b>	<b>9.818</b>	<b>802</b>	<b>1.307</b>	<b>12.147</b>	<b>67.809</b>	<b>105.362</b>

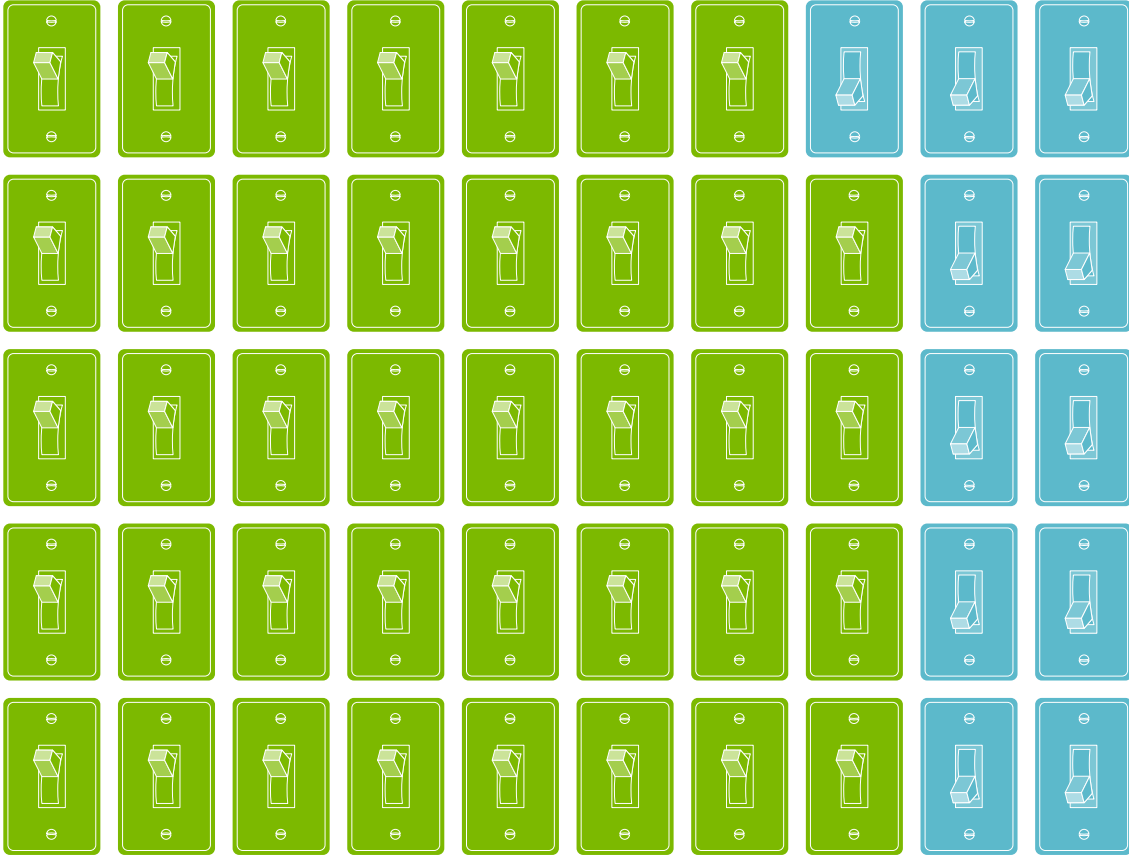
• Tabla 16: Demanda de energía eléctrica (valor actual)

Aptitud	Ahorro en Iluminación MWh/a	Ahorro en Iluminación escaleras y pasillos MWh/a	Ahorro refrigerador MWh/a	Ahorro Aire acondic. MWh/a	Ahorro Agua caliente MWh/a	Ahorro Artículos de hogar y cocina MWh/a	Ahorro por ventanas Calefacción MWh/a (solar Pasivo)	Suma de potencial de ahorro MWh/a	Potencial de ahorro en %
Alta Densidad	2.048	1.459	1.615	0	430	451	3.596	8.871	21
Media Densidad	1.556	1.109	1.228	0	327	343	2.663	6.672	22
Baja Densidad Unifamiliar	1.060	647	836	0	223	234	1.951	4.628	23
Baja Densidad Multifamiliar	265	189	209	0	56	58	505	1.188	21
Mixta	97	46	38	54	10	28	102	352	22
Educación	41	3	0	0	0	0	1	44	55
Comercio y Oficinas	7	8	0	11	0	74	4	101	12
Oficinas Públicas	91	11	0	135	0	26	253	510	18
Parque Central	274	0	0	0	0	0	0	274	25
<b>Suma</b>	<b>5.440</b>	<b>3.472</b>	<b>3.927</b>	<b>200</b>	<b>1.046</b>	<b>1.215</b>	<b>9.075</b>	<b>22.639</b>	<b>22</b>

• Tabla 17: Potencial de ahorro de electricidad



El potencial de ahorro de electricidad asciende a un 22%.



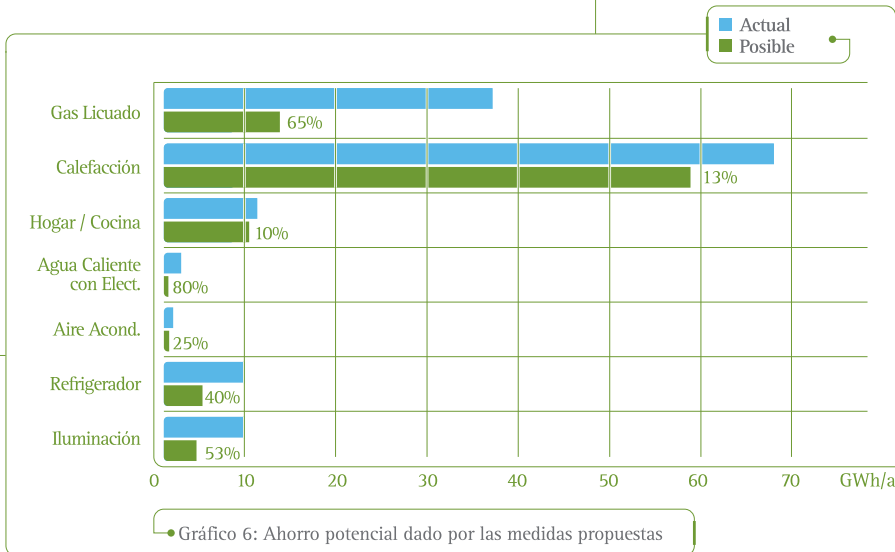
Situación potencial de ahorro

Gráfico 5: Potencial de ahorro de electricidad

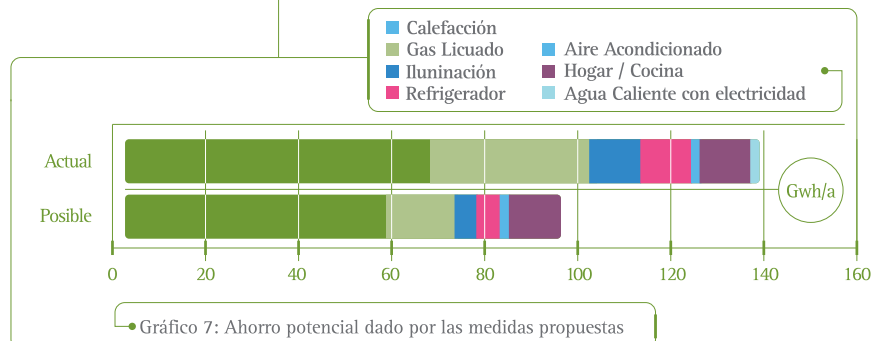
### 6.5.3 Potencial de ahorro total

Las gráficas siguientes (6 y 7) muestran el potencial de ahorro energético total para CPB.

El mayor potencial de ahorro se encuentra en la implementación de colectores solares, a través de los cuales se genera energía térmica utilizada en forma de agua caliente. El segundo mayor efecto de ahorro energético se genera por la implementación de medidas solares pasivas, ventanas termopaneles, lo cual se manifiesta en la disminución de energía requerida para calefaccionar y mantener un ambiente confortable.

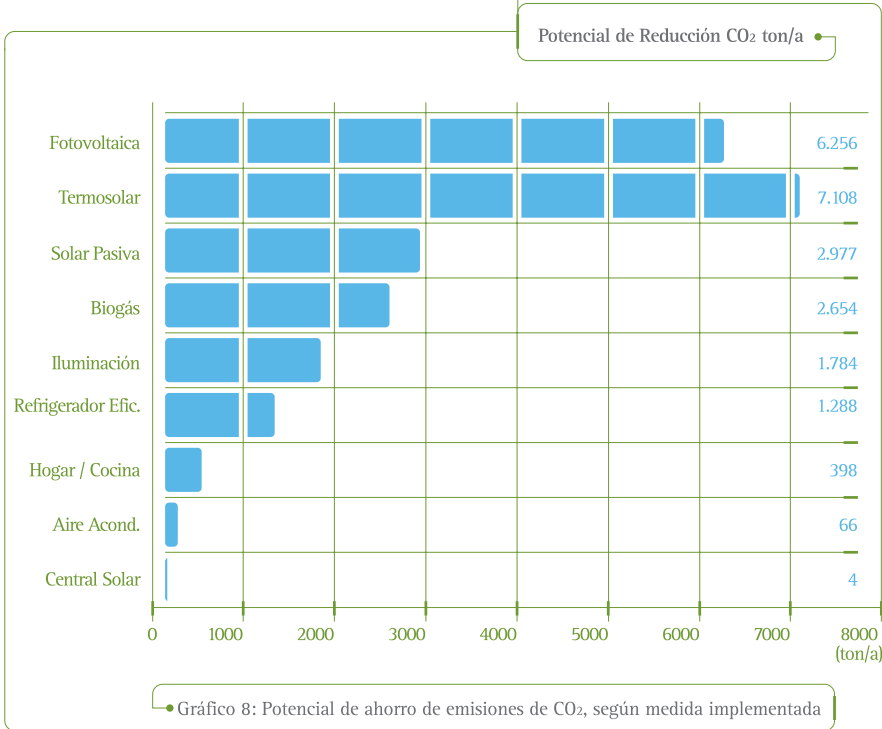


La suma de ahorros de energía induce el consumo energético total anual (electricidad y gas licuado) de 142 GWh a 96 GWh, esto es una reducción equivalente a un 30% (véase gráfico 7)



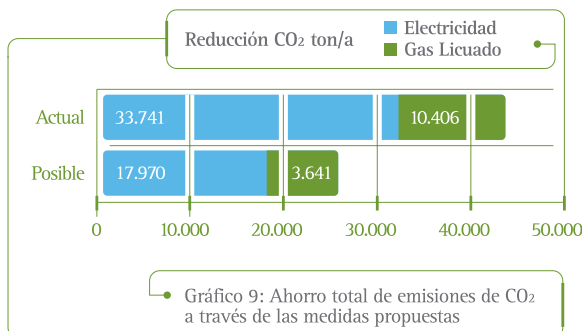
## 6.6 Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>

Las medidas propuestas, tanto de uso eficiente de la energía como la generación de esta, tendrían un efecto directo en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. En el gráfico a continuación se muestran los potenciales ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub>, caracterizado por medida a implementar.



En el gráfico 9 se muestra el impacto que puede tener la energía solar en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, basado en la sustitución de gas licuado.

El potencial de ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> total asciende al 51%.



## 7. FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS ANALIZADAS

### 7.1 Termosolar

#### 7.1.1 Costos de inversión

Para la generación de energía térmica se deben considerar costos de inversión, los cuales son:

- Colectores solares
- Cambiadores térmicos
- Cañerías
- Bomba hidráulica para producir la circulación
- Ingeniería
- Instalación y puesta en operación

Se realizará un cálculo económico para viviendas tipo a construir en macrolotes con aptitud para densidad alta, media, baja unifamiliar y baja multifamiliar. Los costos de inversión se muestran en la siguiente tabla:

	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Energía Solar Utilizable	kWh/m <sup>2</sup>	362	362	362	362
Rendimiento Energético	MWh/a	160	100	50	3
Superficie de Colector	m <sup>2</sup>	442	276	138	8
Precio de Compra	CLP/m <sup>2</sup>	249.434	242.692	252.101	349.125
<b>Suma</b>	<b>CLP</b>	<b>110.250.000</b>	<b>66.938.000</b>	<b>34.790.000</b>	<b>2.793.000</b>

Tabla 18: Termosolar – Costos de Inversión

### 7.1.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación considerados son:

- Reparación y mantenimiento
- Costos de energía
- Repuestos (anticongelante)

Para los cuatro tipos de viviendas seleccionadas se generan los siguientes costos de operación representados en la siguiente tabla.

Actividad	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Reparación y Mantenimiento	CLP / a	147.000	117.600	98.000	22.050
Costos de Energía	CLP / a	245.000	147.000	63.700	0
Repuestos (Anticongelante)	CLP / a	58.800	49.000	24.500	2.940
<b>Suma de los costos de operación</b>	<b>CLP / a</b>	<b>450.800</b>	<b>313.600</b>	<b>186.200</b>	<b>24.990</b>

Tabla 19: Termosolar – Costos de operación

### 7.1.3 Ingresos

Los ingresos resultan del ahorro en gas licuado que se produce. Según el apartado 6.1.1 se calcula que el 80% de la energía térmica necesitada puede ser producida a base de colectores solares.

Se estima un aumento anual en el precio del gas licuado de un 3%, de este aumento resulta un valor promedio, en un horizonte de 20 años, de 1.023 CLP/kg gas licuado.

Ingreso	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Cantidad ahorrada de gas licuado	kg/a	12.403	7.745	3.873	224
<b>Ahorro (1.023 CLP/Kg)</b>	CLP/a	12.688.689	7.923.254	3.961.627	229.660

Tabla 20: Termosolar - Ingresos

## 7.1.4 Resultados

La factibilidad económica fue calculada con el método de anualidad, bajo los siguientes supuestos:

- Interés real (interés de capital menos inflación): 5%
- Vida útil (amortización): 20a

	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Inversión	CLP	110.250.000	66.938.000	34.790.000	2.793.000
Ingresos	CLP/a	12.688.689	7.923.254	3.961.627	229.660
Costos de O&M	CLP/a	450.800	313.600	186.200	7.840
Pago de Capital	CLP/a	3.334.245	2.025.739	1.052.140	84.468
Saldo	CLP/a	8.903.644	5.583.915	2.723.287	120.202
Tiempo de amortización	a	12	12	13	20

Tabla 21: Termosolar - Resultados económicos

La factibilidad económica de implementación de la técnica está dada para todos los casos.

## 7.2 Fotovoltaica

### 7.2.1 Costos de inversión

La implementación de la técnica de producir energía eléctrica con celdas fotovoltaicas arroja los siguientes costos de inversión:

- Módulos fotovoltaicos
- Inversor y periféricos
- Ingeniería
- Instalación y puesta en operación

Se realizará un cálculo económico para viviendas tipo a construir en macrolotes con aptitud para densidad alta, media, baja unifamiliar y baja multifamiliar. Los costos de inversión se muestran en la siguiente tabla:

	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Energía solar utilizable	kWh/m <sup>2</sup>	154	154	154	154
Rendimiento energético	MWh/a	72	69	72	4,16
Sup. Fotovoltaica	m <sup>2</sup>	469	450	470	27
Precio de compra	CLP/m <sup>2</sup>	668.657	705.600	398.255	417.407
Suma de inversiones	CLP	313.600.000	317.520.000	187.180.000	11.270.000

• Tabla 22: Fotovoltaica – Costos de inversión

## 7.2.2 Costos de operación

Los costos de operación considerados son

- Mantenimiento
- Reparaciones y repuestos

Para los cuatro tipos de viviendas seleccionadas se generan los siguientes costos de operación:

	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Mantenimiento	CLP/a	490.000	490.000	441.000	49.000
Reparación y repuestos	CLP/a	490.000	490.000	392.000	31.850
Suma de los costos de operación	CLP/a	980.000	980.000	833.000	80.850

• Tabla 23: Fotovoltaica – Costos de operación



## 7.2.3 Ingresos

Los ingresos resultan de la producción de energía eléctrica. Se considera una sustitución de la energía (precio final por kWh) comprada por el cliente final. Se estima un aumento anual en el

precio de la energía del 5%, resultando en un precio promedio, en un horizonte de 25 años, de 125.134 CLP/MWh con IVA.

	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Electricidad producida	MWh/a	72	69	72	4,16
Ingreso por sustitución	CLP/a	9.037.926	8.671.783	9.057.195	520.307

• Tabla 24: Fotovoltaica - Ingresos

## 7.2.4 Resultados

La factibilidad económica fue calculada con el método de anualidad, bajo los siguientes supuestos:

- Interés real (interés de capital menos inflación): 5%
- Vida útil (amortización): 25 a

La factibilidad económica de la implementación de la técnica no está dada en los casos mencionados

ya que el tiempo de amortización de los costos de inversión se acerca al tiempo de vida útil de las celdas fotovoltaicas. Sería necesario un aumento anual del 15% en el precio de la energía eléctrica para obtener un saldo positivo. Si bien es cierto que este aumento se dio en el curso del precio de la energía en Chile entre 2000 y 2005, proyectar este aumento anual en un horizonte de 25 años cae en el plano de la especulación.

	Unidad	Z1 Multifamiliar	Z2 Multifamiliar	Z3M Multifamiliar	Z3U Unifamiliar
Inversión	CLP	313.600.000	317.520.000	187.180.000	11.270.000
Ingresos	CLP/a	9.037.926	8.671.783	9.057.195	520.307
Costos de O&M	CLP/a	980.000	980.000	833.000	80.850
Saldo	CLP/a	8.057.926	7.691.783	8.224.195	439.457
Pago de Capital	CLP/a	22.250.691	22.528.824	13.280.881	799.634
Tiempo de amortización	a	22	23	16	17

• Tabla 25: Fotovoltaica - Resultados económicos

## 7.3 Biogás

### 7.3.1 Costos de inversión

• Biodigestores	(35%)
• Técnica de conducción del sustrato y biogás	(15%)
• Motor a biogás	(20%)
• Conexión a la red y trabajos eléctricos	(10%)
• Varios	(05%)
• Ingeniería y puesta en operación	(15%)

Para la planta de biogás descritas en el apartado 6.2 se demanda un costo de inversión de 1.732 millones CLP

### 7.3.2 Costos de operación

Los costos de operación considerados son:

• Energía necesitada (autoconsumo)	10 Millones CLP
• Manejo y control	15 Millones CLP
• Reparación y mantenimiento	70 Millones CLP
• Varios	30 Millones CLP
• Suma de los costos anuales de operación	125 Millones CLP

### 7.3.3 Ingresos

Los ingresos originados por la planta de biogás provienen de diferentes fuentes:

Ingresos	Precios Estimados	Total	Comentario
Venta a la red de la energía eléctrica producida	10.500 MWh a 34.000 CLP/MWh	360,0 Millones CLP	Aumento anual promedio del 5% durante un horizonte de 10 años
Venta de energía térmica generada	CLP 0,0 /MWh	0,0 Millones CLP	
Disminución de los costos de vertedero	Tarifa supuesta de vertedero 7.000 CLP por tonelada de desecho domiciliario y 3.500 CLP por tonelada de desecho de poda	60,0 Millones CLP	
Venta de Bonos de Carbono	3.500 CLP por tonelada de CO <sub>2</sub> eq	30,0 Millones CLP	
Equivalentes			
Suma total de ingresos anuales		450,0 Millones CLP	

• Tabla 26: Biogás - Ingresos

### 7.3.4 Resultados

La factibilidad económica fue calculada con el método de anualidad, bajo los siguientes supuestos:

- Interés real (interés de capital menos inflación): 5%
- Vida útil (amortización): 20 a
- Inversión: 1.732 Millones CLP
- Ingresos: 450 Millones CLP
- Costos de operación: 130 Millones CLP
- Saldo: 320 Millones CLP
- Amortización: 6,5 a

La factibilidad económica en la implementación de una planta de biogás es positiva.



## 8. RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos muestran un potencial energético importante al utilizar energías renovables no convencionales. Para elevar las posibilidades de implementar este potencial se necesitará llevar a cabo medidas de naturaleza privada y pública, las cuales se proponen a continuación.

### 8.1 Utilización del potencial solar

#### 8.1.1 Edificios modelos demostrativos

Se recomienda el uso o implementación en casas o edificios modelos que muestren la técnica de la energía solar, ya sea en su forma de paneles solares (energía térmica) así como paneles fotovoltaicos (energía eléctrica). El financiamiento podría ser apoyado por instrumentos estatales así como por el patrocinio de fabricantes de las técnicas propuestas. Para reducir la incertidumbre y el desconocimiento, esta muestra de las técnicas debería hacerse accesible a las empresas constructoras así como a futuros propietarios o inversionistas en inmobiliaria.

### 8.1.2 Incorporación de medidas de mejoras en la construcción de edificios públicos y privados

Recomendamos la posible incorporación dentro de las licitaciones de construcción de edificios públicos y de licitación de terrenos para desarrollos inmobiliarios ejecutados por privados, una serie de parámetros que deberán ser analizados en la etapa siguiente al presente estudio.

Los parámetros constructivos que deberán ser analizados son los siguientes:

- Especificaciones técnicas de materialidad de muros, exteriores e interiores de edificaciones.
- Especificaciones técnicas de ubicación, dimensión y materialidad de ventanas.
- Especificaciones técnicas de aislación en techos.
- Distancias mínimas de árboles en diversas construcciones.
- Especies de árboles a ser consideradas en proyectos de inversión públicos y privados.
- Estructuración de mecanismos de bio-ventilación en edificaciones.
- Análisis económico de cada una de las medidas por ser adoptadas.
- Entre otros.

Las medidas deberían ser incorporadas a las bases de licitación y quedarán establecidas en un “Manual Energético” específico para las edificaciones de Ciudad Parque Bicentenario.

### 8.1.3 Central de carga solar e implementación de un parque automotriz eléctrico para la administración del parque

Se recomienda la implementación de un parque automotriz eléctrico que se encargue de las labores de mantención del parque central, así como labores de aseo y ornato del conjunto habitacional. Actualmente se encuentra en el mercado una gran variedad de estos automóviles aplicables a las necesidades a cubrir en CPB. Al hablar de vehículos eléctricos hablamos de “vehículos de cero emisiones” porque no producen prácticamente ninguna contaminación por el tubo de escape o a través de la evaporación de combustible. Esto es importante porque significa que el uso de vehículos eléctricos podría reducir substancialmente las emisiones de monóxido de carbono y los contaminantes que crean el smog en ciudades con aire contaminado.

El uso que se les dará a estos vehículos no requiere de motores con una gran capacidad y no se requiere de vehículos con grandes capacidades de aceleración o velocidad y además los usos que se les quieren dar los lleva a estar en contacto diario con la comunidad pasando a formar parte del paisaje urbano. Así están cimentadas las mejores condiciones para el uso de automóviles eléctricos.

La central de carga de los vehículos deberá estar ubicada en un punto estratégico central y -por motivos de practicabilidad- deberá estar conectada a la red para asegurar también la operación en días de baja radiación solar. La carga y demanda de electricidad para la operación deberá estar visualizada en forma pública para el consentimiento de la población en el uso de energías limpias.

La central de carga solar puede ser diseñada con una arquitectura llamativa, así se logra un efecto positivo de difusión en la población y también pasa a ser un motivo de identidad de los habitantes de CPB.

Para 10 transportes con una potencia eléctrica necesitada de 7,5 kW y un recorrido de 5.000 km. anuales, se necesitaría una superficie fotovoltaica de 30 m<sup>2</sup> para asegurar la operación de estos durante todo el año.

Esta medida demandaría una inversión de 30 millones CLP y sería casi neutral en lo que respecta a los costos. Además la implementación de esta medida llevaría a un ahorro anual de 2.500 litros de diesel, lo que representa una reducción de 4 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>.

### 8.1.4 Visualización de las ventajas logradas por la implementación de ERNC en CPB

La visualización de los resultados arrojados por la implementación de ERNC y medidas de eficiencia energética en CPB es una herramienta de convencimiento muy importante, ya que los resultados pueden ser evaluados por la población en forma directa y conduce a tener un comportamiento más responsable. Según nuestra experiencia, las siguientes visualizaciones son importantes que se implementen en CPB:

- » Visualización de las ventajas obtenidas por la separación de desechos.

El programa de separación de desechos deberá tener como objetivo el incentivar la disminución de la cantidad de basura que se produce y además sacarle provecho a esta. Mediante la separación de desechos se contribuye a la conservación del medio ambiente y, de esta manera, se aumenta la calidad de vida. Además, separando los residuos, no se estará produciendo basura, sino materiales agradables, limpios y sobre todo útiles, ya que pueden ser reciclados. Además la introducción de un sistema de separación de residuos traerá consigo ventajas en la producción de energía a través de desechos.

- » Visualización del consumo de energía.

Saber cuál es el consumo energético conduce a tener un comportamiento más consciente.

Una visualización clara del consumo energético y del efecto resultante de las medidas de ahorro, produce en el consumidor una actitud de cuidado respecto del uso de los recursos (gas, agua, etc.).

Actuaciones sencillas sobre el comportamiento de los usuarios y la regulación adecuada de los equipos de instalaciones, producen ahorros muy importantes. Sin necesidad de inversiones drásticas o medidas complicadas se pueden disminuir los costos de energía y, de esta manera, se consigue también un aporte responsable al empleo eficiente de las energías fósiles. La visualización debe estar orientada a, por ejemplo, el consumo energético de los edificios públicos, escuelas, parque automotriz eléctrico, etc.

- » Ampolletas de larga duración o eficientes.

El cambio de ampolletas comunes por ampolletas eficientes requiere una pequeña inversión y genera importantes beneficios. Las ampolletas eficientes son más caras que las corrientes, pero duran más horas y gastan menos energía. Su uso permite ahorrar entre 25 y 30% de electricidad<sup>6</sup>.

- » Sombreado de fachadas.

Se debe analizar la opción de plantar árboles de hojas caducas en las cercanías de los edificios y viviendas que ayuden a regular -con su ciclo natural- la temperatura de las edificaciones. Con esta medida, se protegen los muros del calor y se refresca el interior de la casa en verano; en invierno, se caen las hojas, dejando que la luz y el calor puedan entrar libremente a las edificaciones.

- » Interruptor horario.

Un interruptor horario el cuál regule la simple función de «on» y «off» en aparatos eléctricos consumidores de energía debe ser una exigencia, sobre todo en elementos consumidores de gran cantidad de energía como en luminarias, generadores de aire acondicionado, ventiladores, etc. Este interruptor horario se puede regular y se deja activo, permitiendo que se realice una operación eficiente de elementos consumidores de energía. Por ejemplo en una oficina o edificio público, activarlos sólo durante las horas en que existe actividad laboral.

- » Bomba accionada con energía eólica para riego del parque.

Se propone implementar bombas para succión de agua de los cuatro pozos existentes en CPB accionada con energía eólica que permita obtener agua para el regadío del parque. Esta implementación puede ser realizada bajo un carácter demostrativo con un efecto positivo de imagen en el aprovechamiento de los recursos disponibles.

## 8.2 Trabajo de difusión

Se propone la implementación de un trabajo de difusión de la técnica a implementar en CPB así como en general de las ERNC. Este trabajo de difusión debe tener como objetivo identificar y remover las barreras que impiden la aplicación masiva de las energías renovables no convencionales y medidas de eficiencia energética.

Como actividades a realizar o implementar se proponen las siguientes:

- » Senda educativa sobre la energía renovable en CPB: Una vez implementadas las técnicas se puede generar una senda educativa para escuelas, a través de la cual se recreen las técnicas utilizadas en los edificios y se explique su funcionamiento básico, además de sus ventajas. Esta senda educativa se puede combinar con los juegos infantiles a construir en CPB, los cuales se pueden implementar temáticamente con este sentido.
- » Exposiciones permanentes sobre ERNC y eficiencia energética: Se propone generar los espacios para realizar exposiciones permanentes a cerca de las ERNC y sistemas de Eficiencia Energética. Estas actividades deben apoyar en forma práctica y visual las iniciativas de privados y empresas que deseen implementar las técnicas propuestas en CPB.

<sup>6</sup> Guía practica para el uso eficiente de la energía, Chile Sustentable

» Centro de difusión de las ERNC: En el centro de exposición de CPB puede operar un centro de difusión de las ERNC, el cuál brinde una asesoría independiente al público en toda la gama de opciones técnicas basadas en ERNC, además pueden implementarse en este marco las siguientes actividades:

- › Concurso de ideas para ahorro de energía, “la mejor idea del año...”
- › Orientación sobre el uso energéticamente eficiente de los artefactos de cocina
- › Visualización del consumo, producción y ahorro de energía
- › Campañas publicitarias
- › Foros de discusión en los barrios para aclarar dudas sobre las formas de ahorro de energía
- › Certámenes o competencias de arte sobre ERNC
- › Certámenes sobre formas de ahorro de energía
- › Información de la comunidad a través de escritos (folletos) y digitales (Internet)
- › Denominación de calles y centros de importancia cívica
- › Cooperación con la empresa privada
- › Organizar concursos de eficiencia energética en las escuelas, centros comerciales, etc.

### 8.3 Capacitación

Un punto muy importante es facilitar y transmitir los conocimientos en estas técnicas implantadas en CPB, es por eso que también se pueden dictar a través del centro de difusión de las ERNC cursos de capacitación a instituciones estatales, privadas y a personas naturales. Los cursos de eficiencia energética pueden ser específicamente dirigidos a conserjes de escuelas, administradores de centros de exposiciones, centros comerciales y centros cívicos. Los cursos sobre ERNC pueden ser dirigidos a empresas privadas. La capacitación es una herramienta importante, ya que a través de esta se puede generar un mercado para estas

tecnologías, las cuales pueden impulsar la creación de nuevas empresas de servicios (mantenimiento, gestión), además de generar nuevas oportunidades de empleo local especializado en montaje, operación y mantenimiento.

### 8.4 Programas de fomento

El desarrollo de las ERNC es un objetivo estratégico para Chile. No sólo para asegurar su abastecimiento energético y proteger el medio ambiente, sino también para configurar nuevas fuentes de crecimiento, basadas en la innovación científica y tecnológica. Se justifica, entonces, impulsar una política pública de fomento de las ERNC (solar, eólica, geotérmica, biocombustibles u otras) y eficiencia energética facilitando iniciativas que protejan el entorno y agreguen valor y competitividad a nuestra economía. Como referencia nombramos los programas de fomento que han tenido éxito en Alemania: Programa energía solar en 100.000 techos, programa de fomento para modernizar la vivienda en forma energética.

### 8.5 Futuros estudios a ser desarrollados por CPB

- Implementación de la central de carga solar y del parque vehicular para la operación del parque central. Esta medida debería ser estudiada y calculada en su totalidad, ya que su implementación tiene varios efectos positivos, como por ejemplo:
- Imagen: La implementación de esta medida en esta etapa del desarrollo de CPB, o una vez que el parque central esté construido, apoya la estrategia de desarrollo urbano energético y ecológico sustentable difundida por CPB.
- Costos: La inversión estimada que demanda la implementación es casi neutral, es decir, los ahorros producto del nulo consumo de combustibles fósiles y ahorros en mantención del vehículo cubren en un porcentaje importante los costos de capital y operación, con la salvedad que se necesita una subvención estatal para cubrir 100% de estos costos.
- Planificación de edificio piloto con colectores solares y medidas constructivas pasivas de

ahorro de energía. Ya que el gran potencial de ahorro energético que arroja el informe se basa en la utilización de paneles termosolares y medidas constructivas pasivas, se propone hacer un estudio en detalle de un edificio modelo, del cual debería desarrollarse la arquitectura necesaria. Se calcularía la implementación de estos potenciales de ahorro de energía con todos los detalles necesarios para su instalación, plasmando en el cálculo las especificaciones técnicas que deben cumplir las instalaciones y los productos necesitados. Este cálculo debería estar acompañado de un estudio de mercado en Chile, de los proveedores y precios de la técnica.

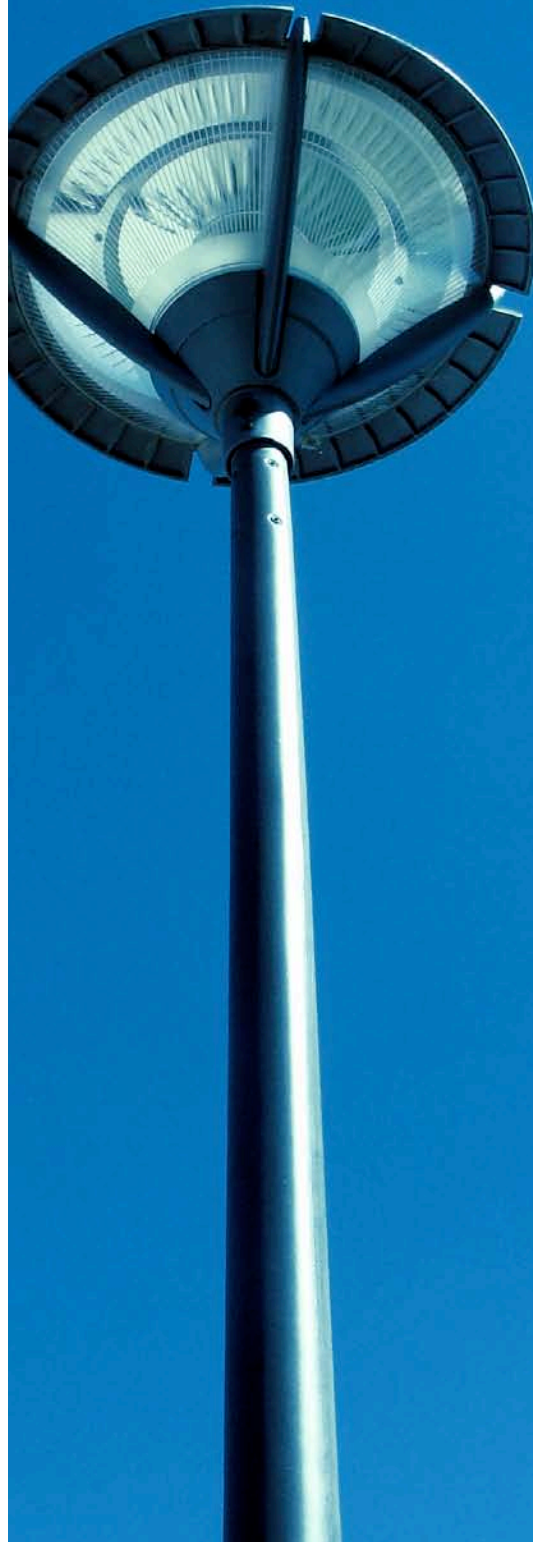
- Construcción de una edificación en la que se implementen medidas de ahorro de energía (paneles termosolares y medidas pasivas de ahorro). Como fase posterior a la planificación del edificio piloto se propone construir este edificio in situ el cual cumplirá con el objetivo de entregar el conocimiento de los costos reales de implementación y el de difusión de las técnicas, tanto para los futuros habitantes como para inversionistas en proyectos inmobiliarios en CPB.
- Centro Cívico. Se propone realizar un estudio específico para la planificación e implementación de las medidas de eficiencia energética y utilización de ERNC en la remodelación del ex edificio terminal de pasajeros de Los Cerrillos.

Cabe señalar que no todas las medidas de ahorro señaladas en el presente estudio son rentables, como por ejemplo las celdas fotovoltaicas. Se recomienda que el Estado invierta en la implementación de estas acciones, ya que es un apoyo concreto a la difusión de las políticas energéticas nacionales y, por ende, medioambientales proclamadas.

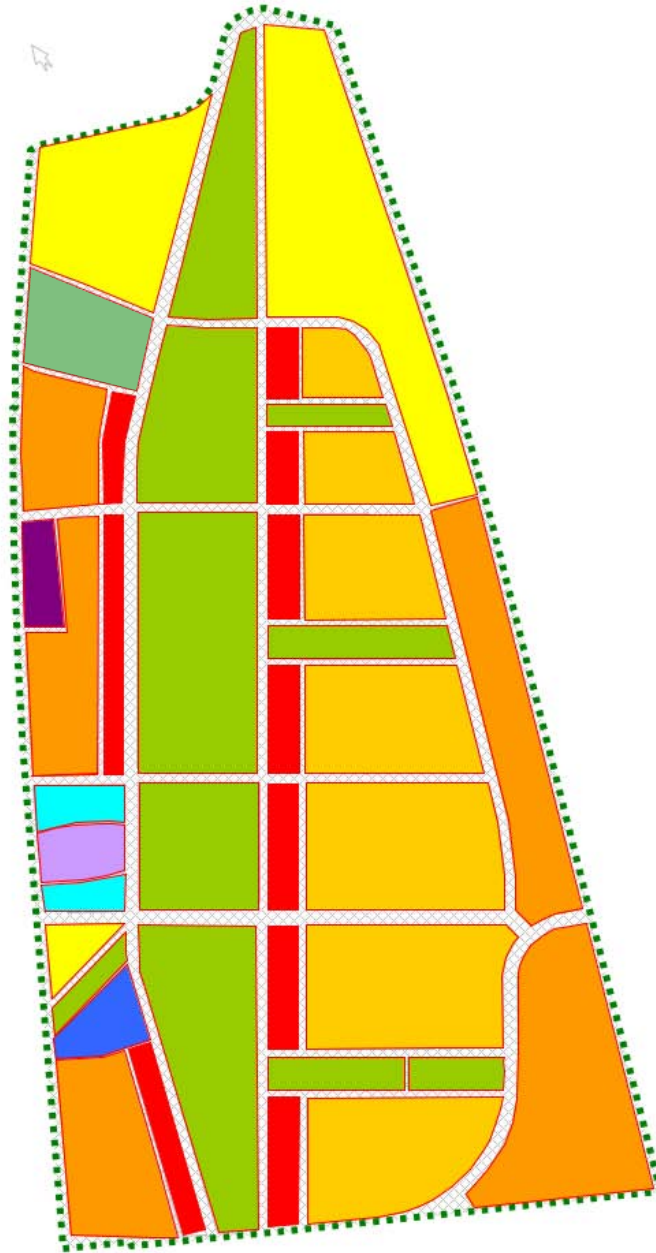


## 9. ATLAS ENERGÉTICO












A base de la tipología de la demanda energética (consumo de gas licuado general y específico, consumo eléctrico total y específico) se desarrolla una Atlas Energético que tiene por función entregar en forma gráfica las demandas energéticas.



Ciudad Parque Bicentenario  
Zonificación



46


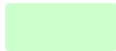




	Parque		Comercio y Oficinas
	Alta Densidad		Oficinas Públicas
	Media Densidad		Museo
	Baja Densidad		Vias
	Mixto		FACH
	Eucación		



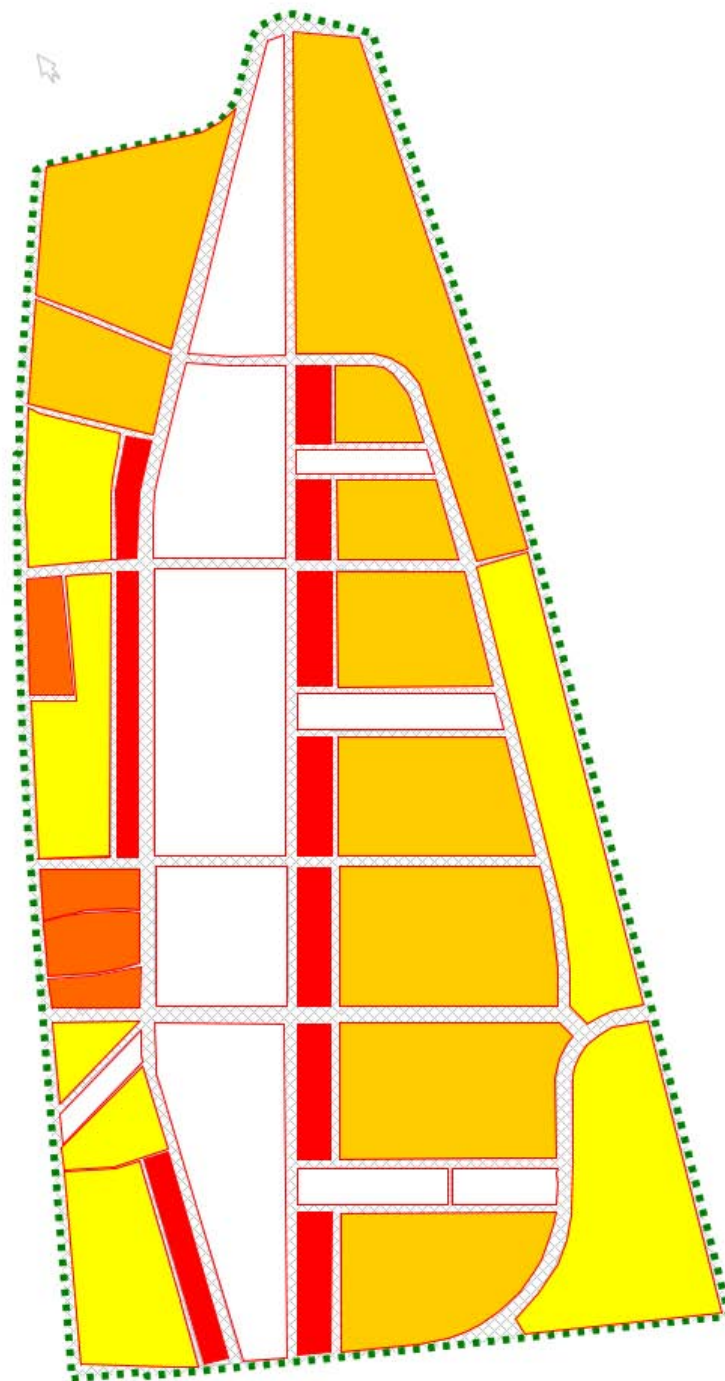
# Ciudad Parque Bicentenario

## Densidad poblacional en CPB



Densidad poblacional por m <sup>2</sup> superficie neta	
Color	Personas / ha
	<100
	101-200
	201-300
	301-500
	501-1000
	1001-1500

Ciudad Parque Bicentenario  
Potencial térmico solar



Potencial térmico solar KWh/a por m<sup>2</sup> de superficie neta

Color



kWh/a m<sup>2</sup>

<5

5-10

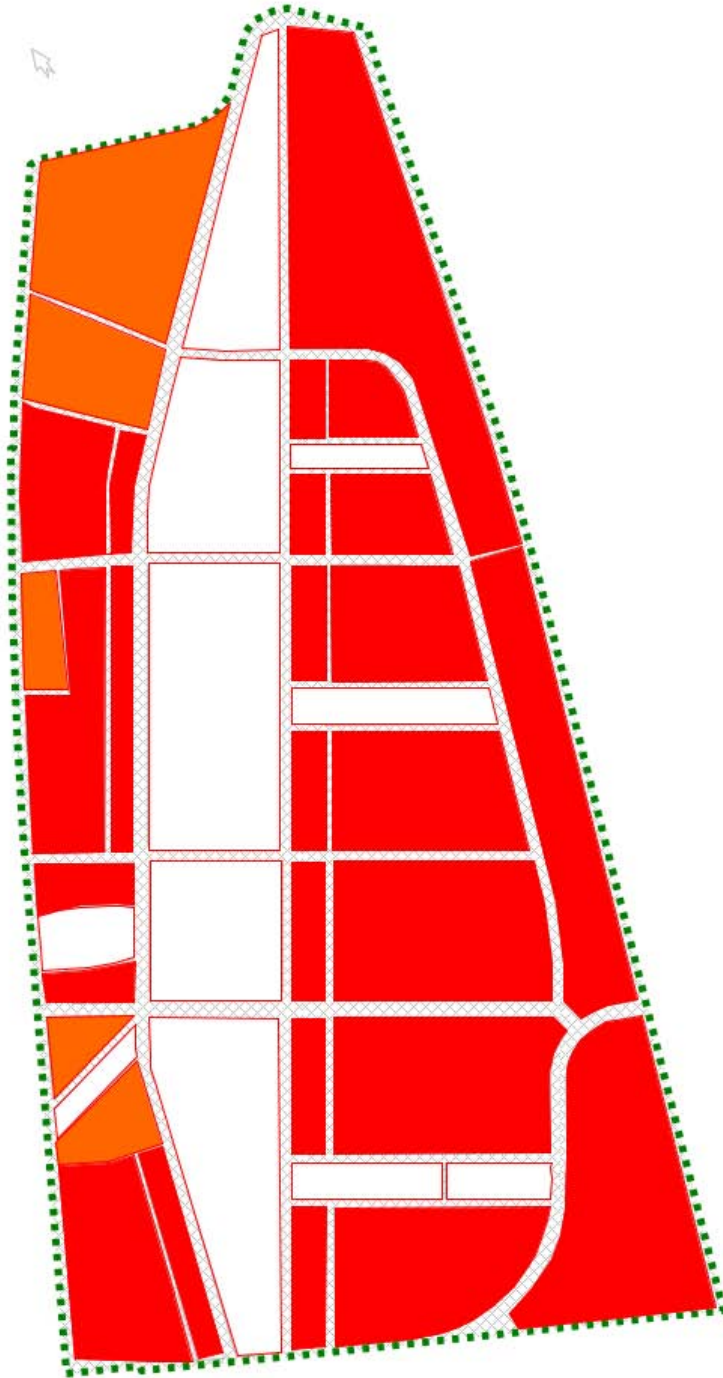
11-20

21-40

41-60

>60

Ciudad Parque Bicentenario  
Posible grado de cobertura de  
generación de agua caliente  
vía colectores solares



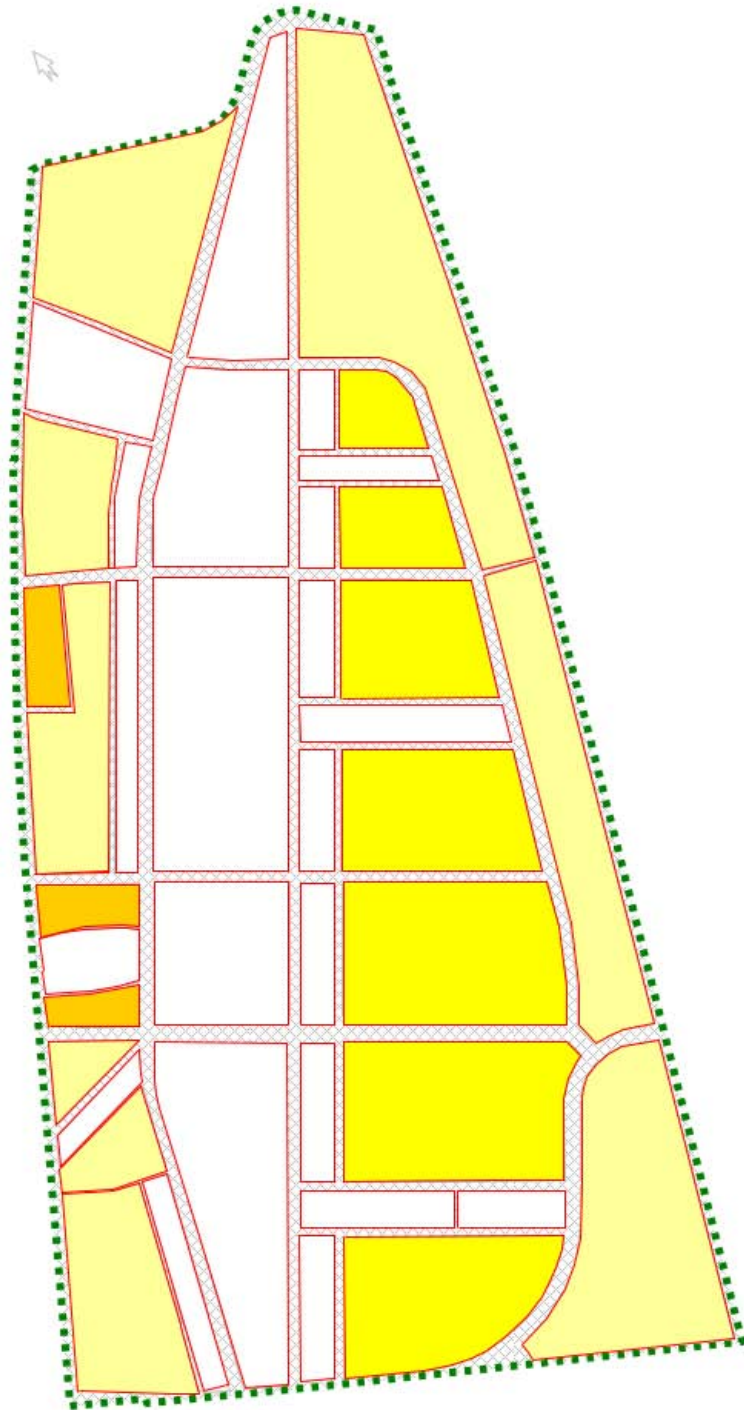
Grado de cobertura del 80% de abastecimiento por colectores solares

Color



Porcentaje %	Sin necesidad	0-20	21-40	41-60	61-80	100
--------------	---------------	------	-------	-------	-------	-----

Ciudad Parque Bicentenario  
 Potencial restante a implementar con celdas fotovoltaicas después de haber implementado colectores solares



50

Potencial restante a implementar con celdas fotovoltaicas en kWh/a por m<sup>2</sup> superficie neta

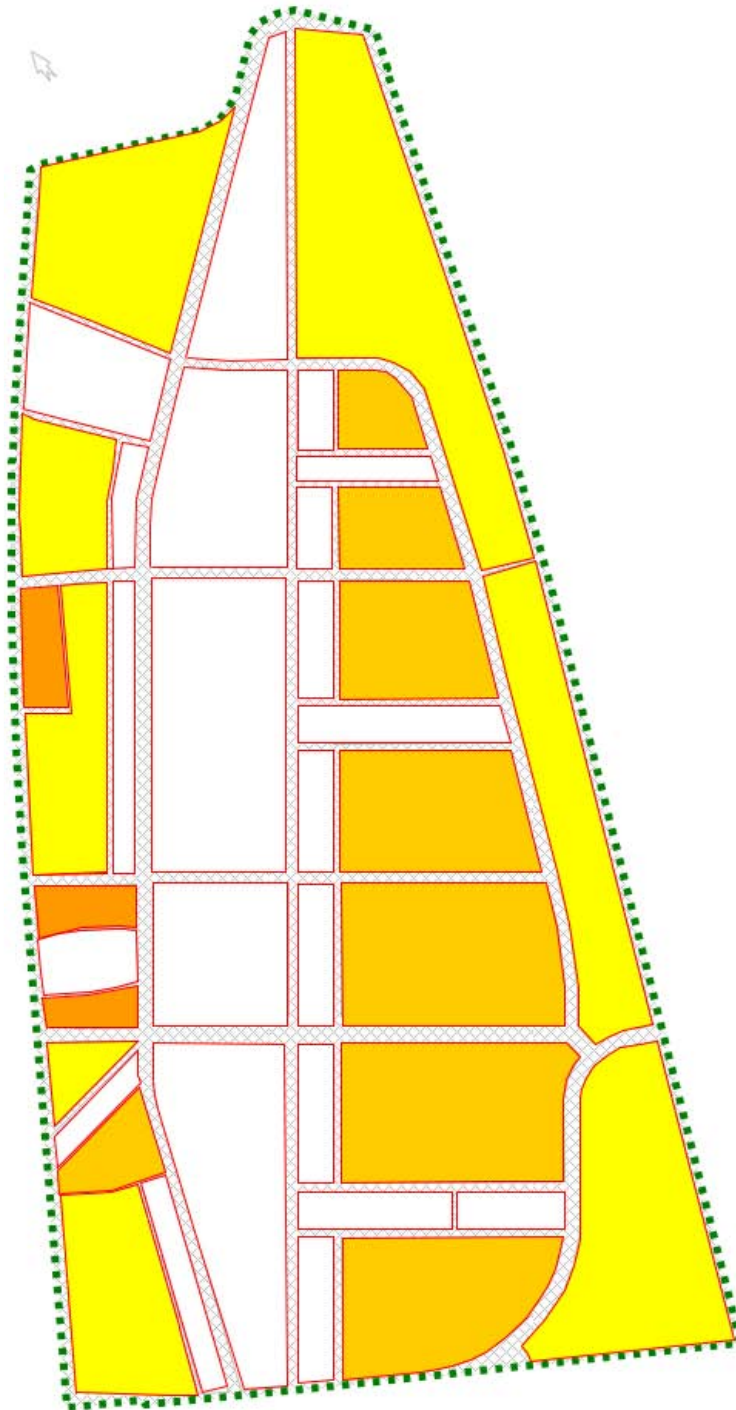
Color









kWh/a m<sup>2</sup>

<5      5-10      11-20      21-30      31-40      >40

# Ciudad Parque Bicentenario Potencial Fotovoltaico




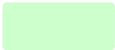




Potencial fotovoltaico en kWh/a por m<sup>2</sup> superficie neta

Color						
kWh/a m <sup>2</sup>	<5	5-10	11-15	16-25	26-50	>50

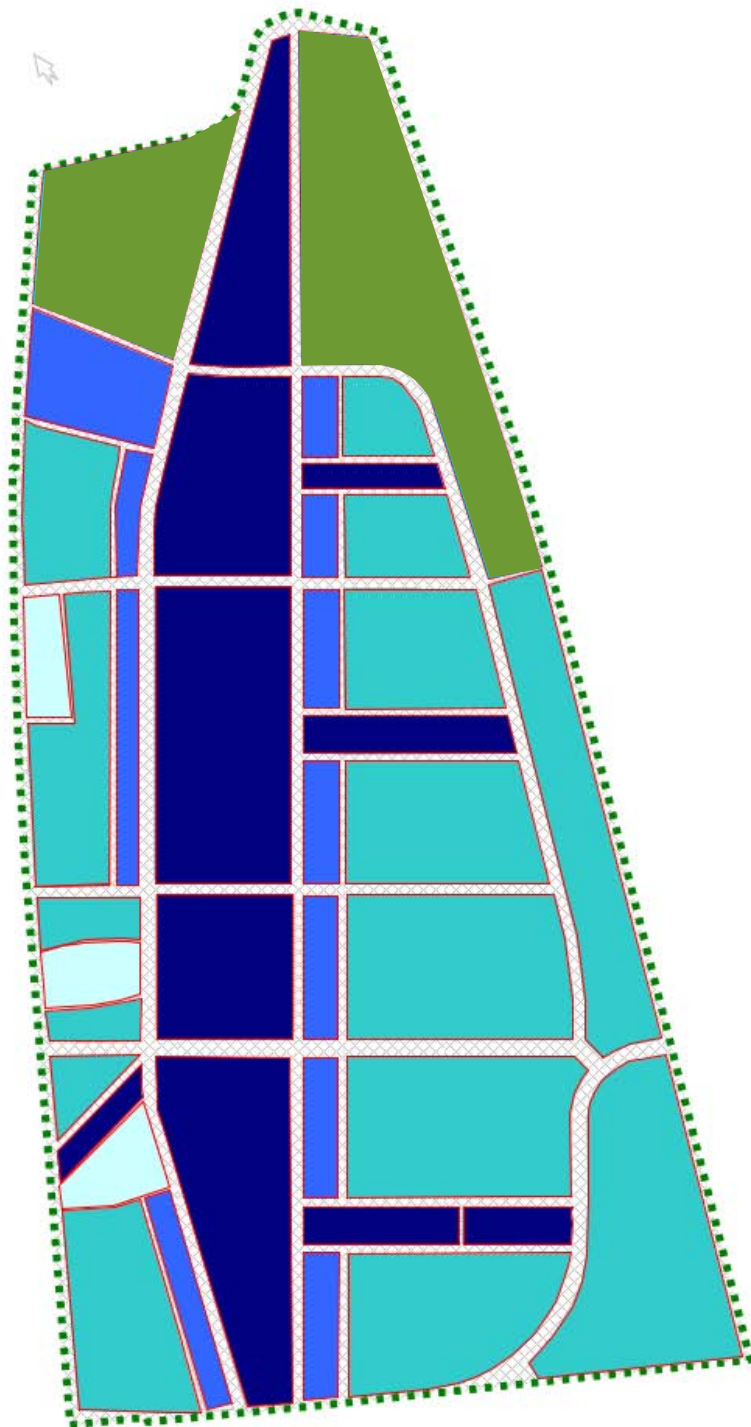
● Ciudad Parque Bicentenario  
 Potencial de obtención de  
 sustrato para planta de biogás



52

Potencial de obtención de sustrato en kg/a por m <sup>2</sup> superficie neta	
Color	     
kg/a m <sup>2</sup>	<1      1-5      5-9      10-14      15-20      >20

# Ciudad Parque Bicentenario Potencial de generación de electricidad a base de biogás



Potencial de electricidad proveniente de biogás  
en kWh/a por m<sup>2</sup> superficie neta

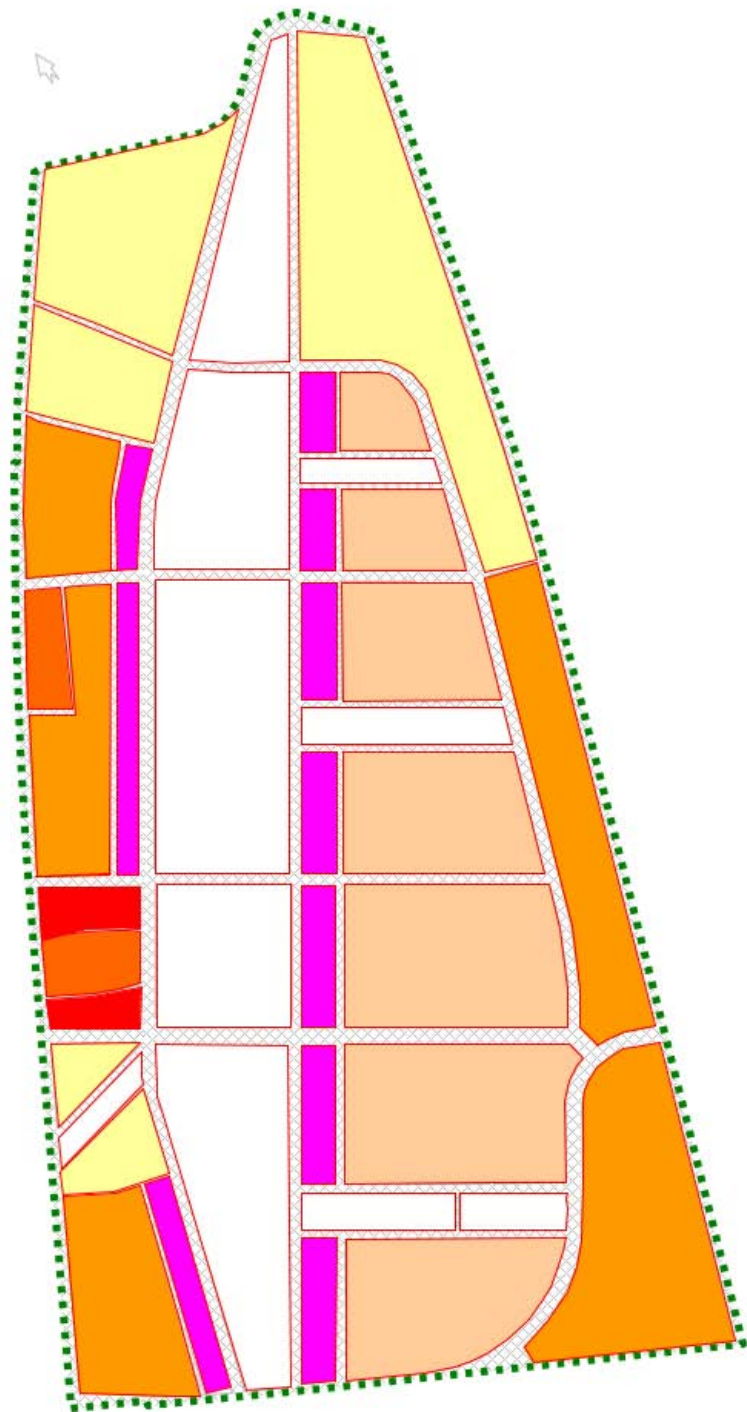
Color









kWh/a m<sup>2</sup>

<1    1,1-1,5    1,6-2    2,1-5,0    5,1-7,0    >7

Ciudad Parque Bicentenario  
Consumo de energía eléctrica

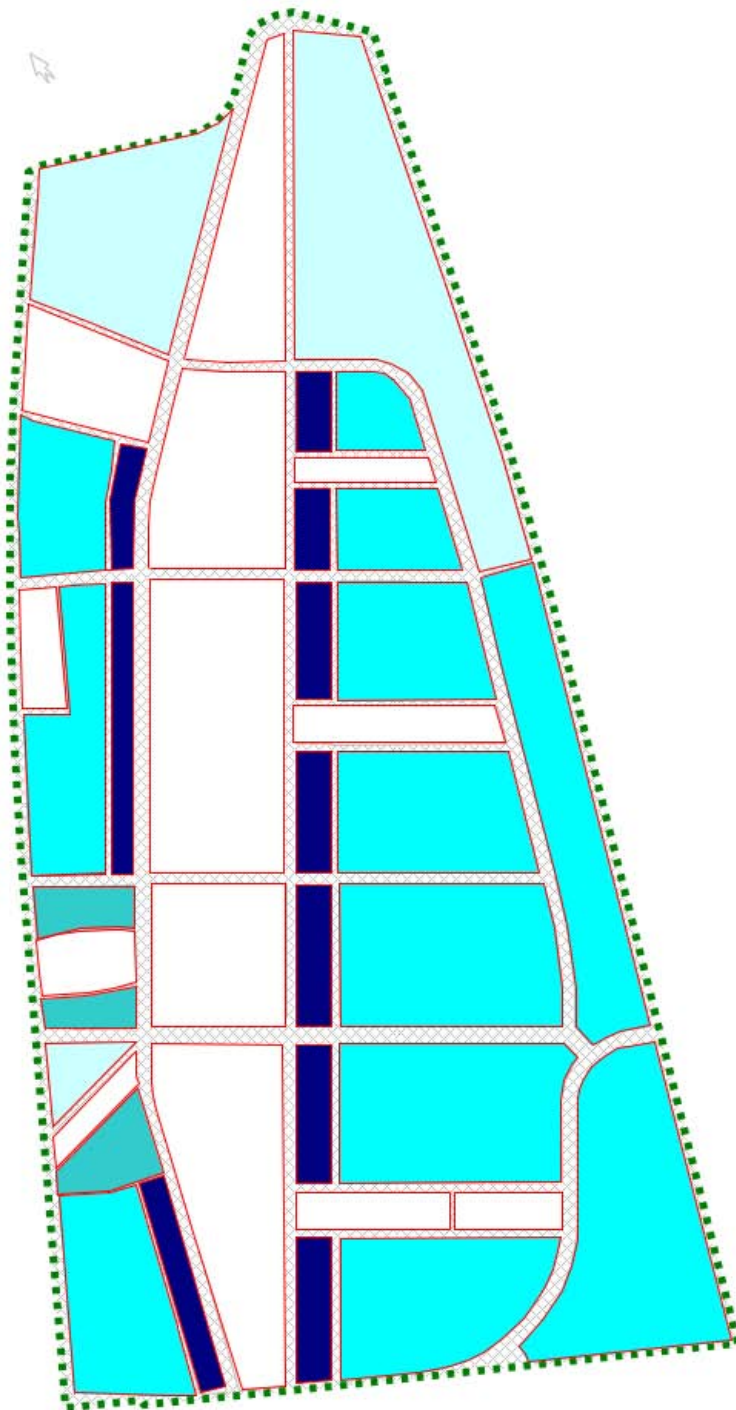


Consumo de energía eléctrica en kWh/a por m<sup>2</sup> superficie neta

Color						
kWh/a m <sup>2</sup>	<1	1,1-20	21-50	51-100	101-150	>151



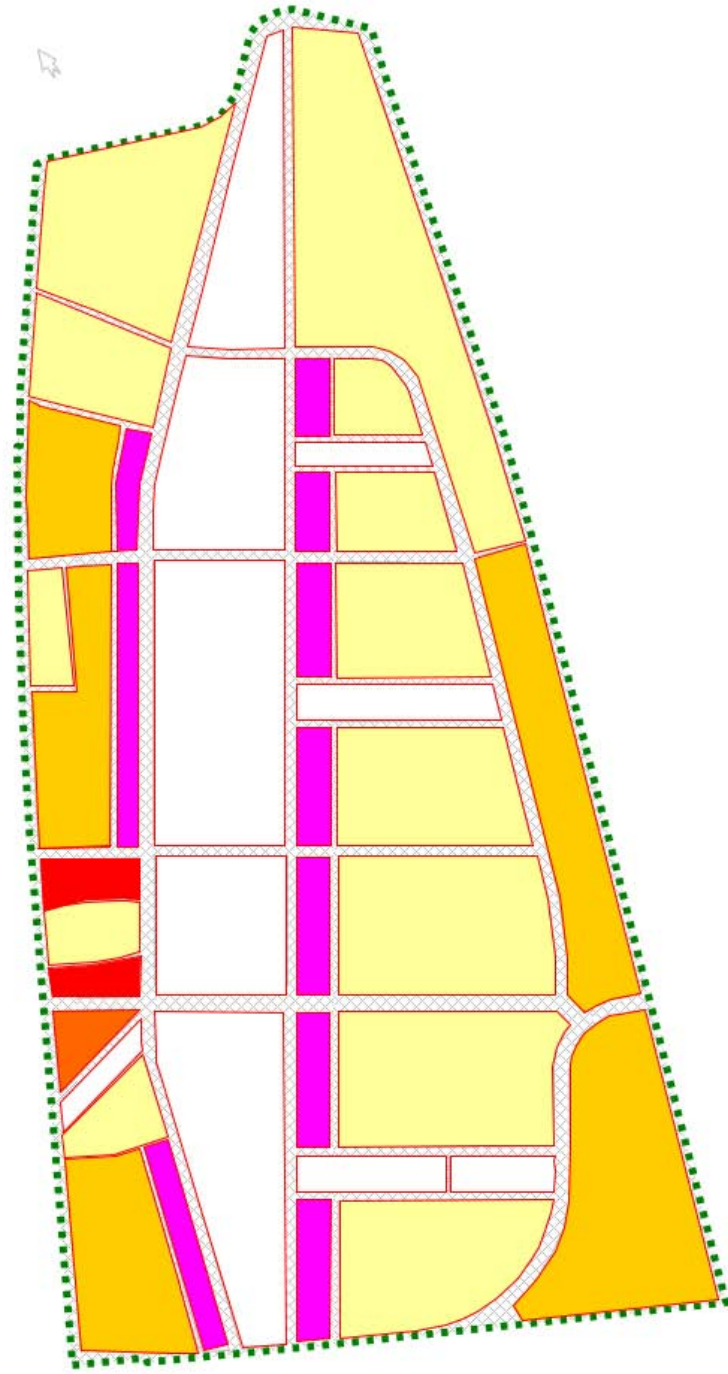
# Ciudad Parque Bicentenario Consumo de gas licuado








Consumo de gas licuado en kWh por m<sup>2</sup> superficie neta

Color	<0,1	0,1-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-8,0	>80
kWh/a m <sup>2</sup>	<0,1	0,1-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-8,0	>80

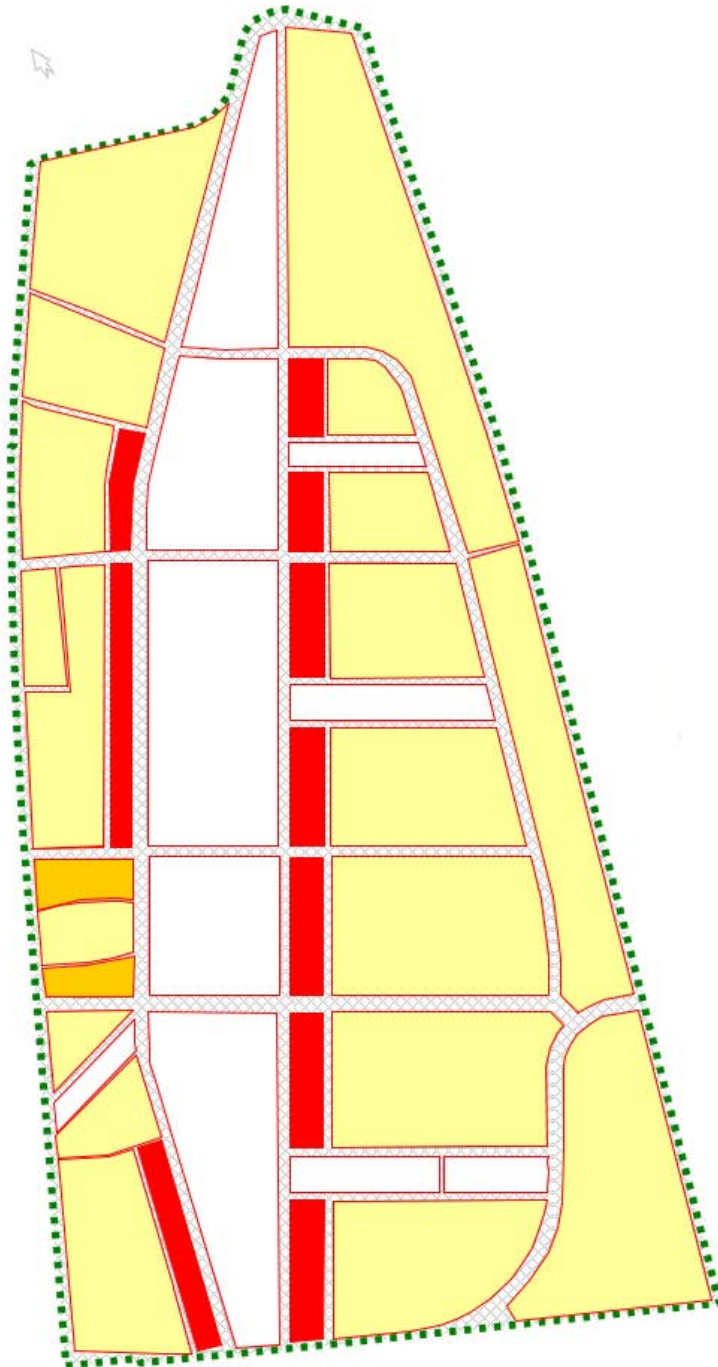
Ciudad Parque Bicentenario  
 Demanda promedio (total) de energía



56

Demanda total de energía actual en kWh/a por m <sup>2</sup> de superficie neta	
Color	
	
	
	
	
	
kWh/a m <sup>2</sup>	
	0-25
	25-80
	81-120
	121-200
	201-400
	>400

Ciudad Parque Bicentenario  
 Demanda promedio (total) de energía,  
 después de la implementación  
 de medidas de ahorro



Demanda de energía total posible, después de la implementación de medidas de ahorro en kWh/a por m<sup>2</sup> superficie neta

Color



kWh/a m<sup>2</sup>

0-25

25-80

81-120

121-200

201-400

>400

