

**ANEJO 6**

**PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE LA SEDE DEL INSTITUTO NACIONAL DE  
TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN, S.A. (INTECO). PARCELA E-2.N DEL PLAN PARCIAL  
SECTOR “LA LASTRA”**

---

ASESORAMIENTO BIOCLIMÁTICO  
ESTUDIO DE SOLEAMIENTO Y GEOMETRÍA SOLAR

**FEBRERO DE 2007**

---

MARIA LÓPEZ DE ASIAIN ALBERICH  
SAMA S. C.



## INTRODUCCIÓN

### Climatología en la provincia de León y Capital

La provincia de León, con terrenos desde 300 m de altitud hasta más de 2.000 m, no posee un clima uniforme; en general, cabe decir que es frío, mucho más en las estribaciones montañosas, hacia los lindes con Asturias; entre los lugares más fríos se encuentran Villamanín (se han medido hasta  $-18^{\circ}$  C), Hurgas de Babia o Riaño, no quedando muy atrás los pueblos del Teleno (Molinaferrera, Prada de la Sierra).

El frío, que es uno de los tópicos de la provincia, se debe fundamentalmente a la altitud y a la abundancia de heladas, que se extienden en general de noviembre a mayo, y que impiden ciertas cosechas de huerta en el páramo y riberas, mejor aclimatadas en los valles bercianos. El periodo invernal más crudo, principalmente en las montañas, es el de las nevadas (diciembre a febrero). La primavera suele ser corta, ya que sus inicios aún se ven ocupados con heladas y nevadas tardías (hasta mayo en Pajares y San Glorio).

El verano es corto y algunos años casi inexistente (no es difícil que nieve en junio en la montaña oriental), teniendo sus días más calurosos entre el 15 de julio y el 15 de agosto (dice el refrán: en agosto, frío al rostro), fecha que se considera en la montaña como el inicio de la temporada de vientos al atardecer (cierzo) y nieblas matinales; en verano se llega con facilidad a los  $30^{\circ}$  C, aunque sólo un par de veces en cada década se llega a los  $40^{\circ}$  C. El otoño es largo, descendiendo las temperaturas y aumentando en crudeza las heladas según avanza el calendario. En general, a lo largo del año la temperatura de la mayoría de la provincia es  $10^{\circ}$  C,  $15^{\circ}$  C o hasta  $20^{\circ}$  C.

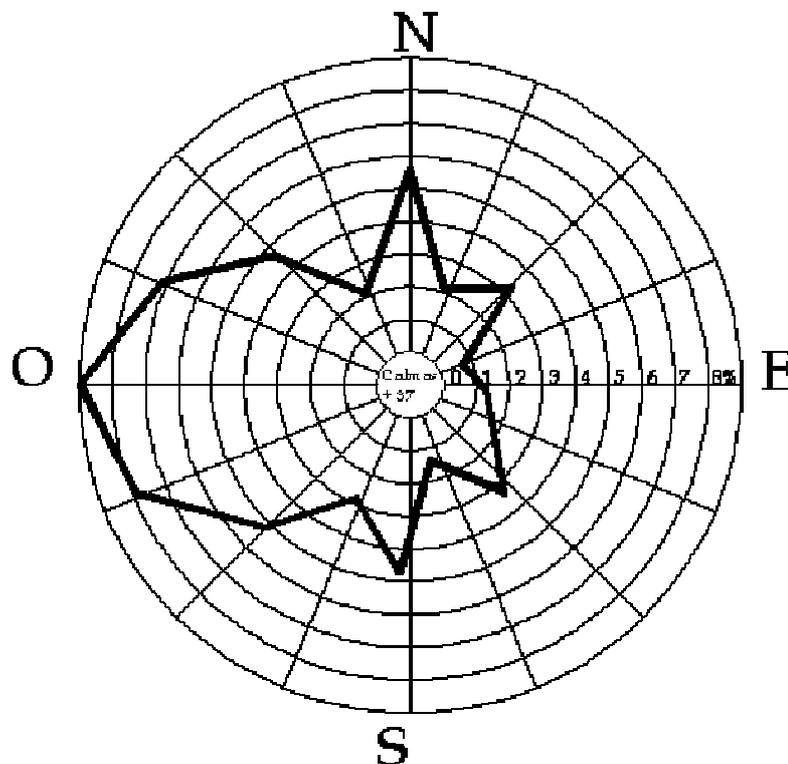
### Valores climatológicos de la ciudad de León

A continuación se muestran los valores más representativos de la climatología de la ciudad de León durante todo el año.

LEÓN (VIRGEN DEL CAMINO)												
Periodo: 1971-2000    Altitud (m): 916    Latitud: 42 35 03    Longitud: 5 39 00												
MES	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
ENE	3.1	7.0	-0.8	58	82	8	5	0	8	19	7	130
FEB	4.9	9.5	0.3	46	75	7	3	0	3	14	5	153
MAR	7.1	12.8	1.5	29	66	6	2	0	1	11	7	210
ABR	8.6	14.3	2.9	50	65	8	1	1	0	6	4	220
MAY	12.1	18.0	6.2	58	63	9	0	4	1	1	3	248
JUN	16.4	23.2	9.5	39	59	6	0	3	0	0	7	307
JUL	19.6	27.2	12.0	28	55	4	0	3	0	0	13	352
AGO	19.3	26.8	12.0	24	56	3	0	2	0	0	12	327
SEP	16.4	22.9	9.9	39	63	4	0	1	0	0	8	240
OCT	11.4	16.4	6.4	56	74	8	0	0	2	1	5	179
NOV	7.0	11.2	2.7	58	80	7	1	0	4	8	6	142
DIC	4.3	8.0	0.6	70	83	9	2	0	8	14	6	116
AÑO	10.9	16.4	5.3	556	68	78	14	16	28	74	83	2624

**LEYENDA**

T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol



**Rosa de los vientos de la ciudad de León**

En resumen, el clima en León es primordialmente un clima de inviernos fríos pero con temperaturas rara vez bajo cero (temperatura mínima media al mes más baja = -0,8°C) y con veranos cálidos pero muy rara vez por encima de 30°C (temperatura máxima media al mes más alta = 27,2°C). Los vientos son principalmente del oeste durante todo el año.

## **ESTUDIO DE SOLEAMIENTO Y GEOMETRÍA SOLAR**

El estudio de soleamiento y geometría solar realizado plantea el análisis crítico del comportamiento solar de distintas partes del edificio y su posible mejora gracias al diseño y caracterización constructiva. Inicialmente se estudian las cubiertas del edificio, después los patios vegetados y, finalmente, los paramentos que componen la piel del edificio y su comportamiento respecto al control solar y las ganancias y pérdidas energéticas.

En función del cálculo de las sombras propias y arrojadas del edificio y de los edificios circundantes se determina la necesidad de control lumínico y de deslumbramiento en los paramentos transparentes o traslúcidos así como las necesidades de aislamiento de todos los paramentos.

Teniendo en cuenta el uso que se va a realizar del edificio, que a pesar de entrar en la categoría de edificios de oficinas va a ser utilizado de manera muy específica, es necesario controlar sobre todo el aspecto del deslumbramiento, ya que es necesario asegurar las condiciones óptimas de trabajo en todos los puestos frente a un ordenador con la iluminación y luminancia adecuada.

El estudio debe realizarse en el supuesto final de la construcción de todos los edificios del entorno para poder prever sus efectos sobre el edificio de estudio. Así la hipótesis de trabajo es:

1. El edificio debe responder correctamente frente al sombreado producido por los edificios circundantes.

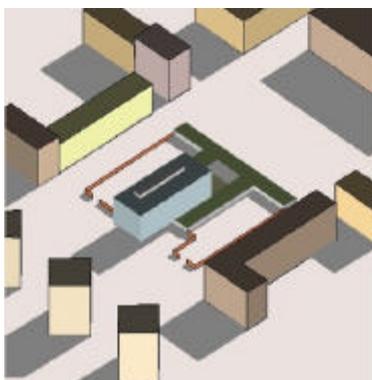
El estudio ha sido realizado con el programa de simulación HELIODÓN, desarrollado por Benoit Beckers y Luc Masset.

El programa HELIODÓN permite generar la carta solar de todo el año de un punto físico específico y trasladar a la misma la sombra arrojada de los elementos circundantes de manera que en un solo gráfico se expresa el comportamiento de un punto específico durante todo el año respecto a la radiación solar directa.

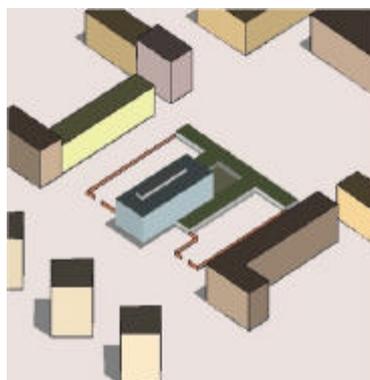
Por otro lado también permite visualizar la sombra propia y arrojada real durante cualquier día del año en cualquier momento del día en relación a la planta del edificio.

En las siguientes imágenes se muestra el asoleo del edificio durante los solsticios y equinoccios a distintas horas del día.

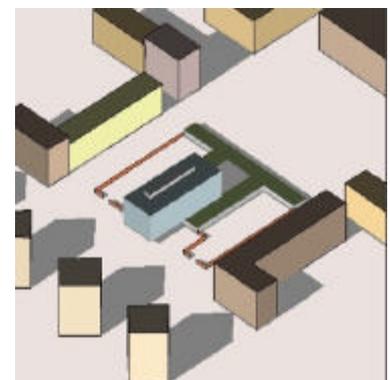
### **SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)**



08 hora solar

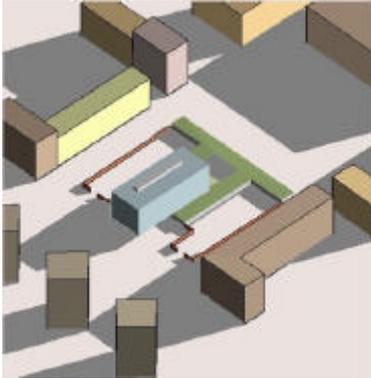


12 hora solar

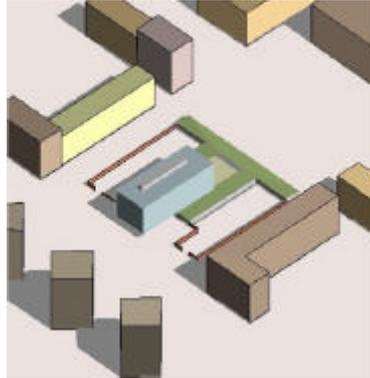


16 hora solar

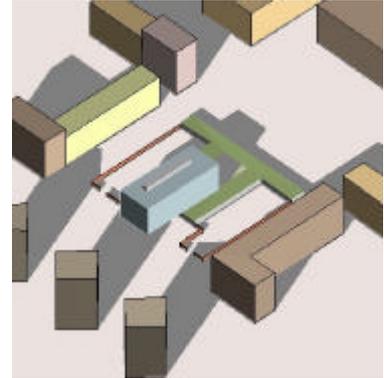
**EQUINOCCIO PRIMAVERA (21 de marzo) OTOÑO (21 de septiembre)**



08 hora solar

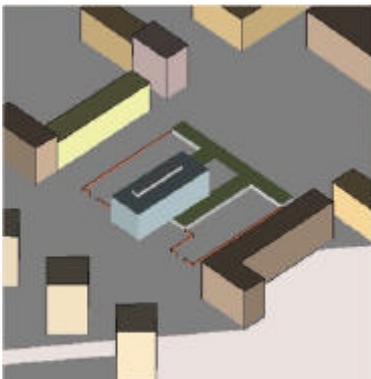


12 hora solar

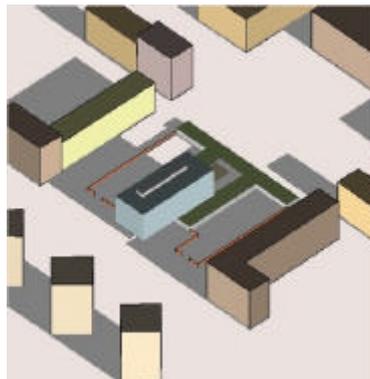


16 hora solar

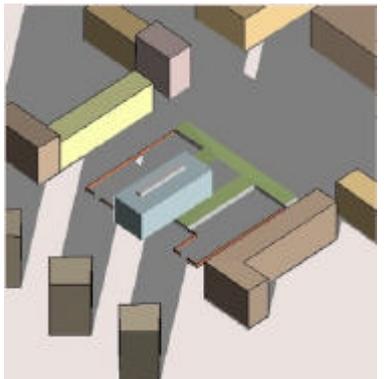
**SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)**



08 hora solar



12 hora solar



16 hora solar

Inicialmente, del análisis del comportamiento global del edificio podemos extraer los siguientes puntos:

- El efecto de sombreado de la torre sobre la zona del zócalo norte - noroeste es de gran importancia sobre todo durante los meses de invierno por lo que las cubiertas sombreadas y los paramentos acristalados deberán tratarse de manera específica con aislamiento suficiente. No tendrá sentido entonces proponer lucernarios cenitales en esta zona de cubiertas ya que el aprovechamiento lumínico que puedan tener será bajo.
- La incidencia de la radiación solar sobre la torre es de gran importancia y deberá controlarse lumínica y térmicamente para aprovechar las ganancias solares en invierno y mitigarlas en verano.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el clima en León es primordialmente un clima de inviernos fríos pero con temperaturas rara vez bajo cero (temperatura mínima media al mes más baja = -0,8°C) y con veranos cálidos pero no por encima de 30°C (temperatura máxima media al mes más alta = 27,2°C), podemos observar las condiciones genéricas de asoleo del edificio durante todo el año y extraer las siguientes conclusiones:

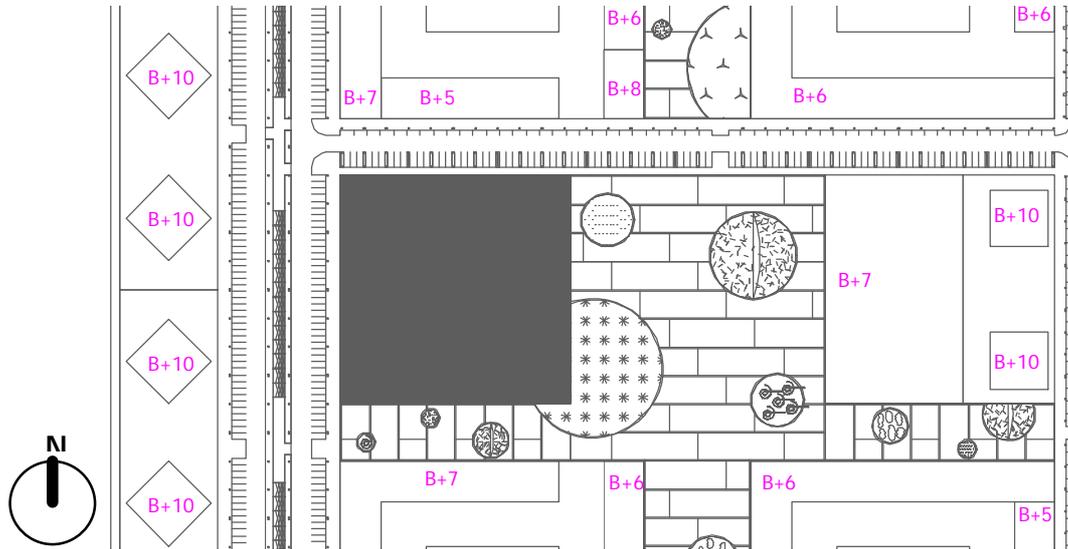
- En verano el edificio recibe radiación solar en todas sus fachadas, incluida la fachada norte, siendo irrelevante la sombra del resto de edificios sobre el mismo, por lo que será necesario controlar las condiciones de radiación solar directa en todos los acristalamientos de las fachadas para que no produzcan sobrecalentamiento y, sobre todo, deslumbramiento en los interiores.
- Durante los equinoccios de primavera y otoño resulta necesario tener en cuenta el sombreamiento producido por la torre en la cubierta del zócalo del propio edificio que además puede producir zonas escasamente iluminadas en su base. Los edificios colindantes tienen poco efecto sobre las condiciones de sombreamiento del edificio salvo en horas muy tempranas o tardías, menos relevantes.
- Durante el invierno, la sombra producida por los edificios al sur afecta notablemente a la cubierta del zócalo con lo que habrá de tenerse en cuenta si se quiere plantear vegetación sobre las cubiertas así como su comportamiento lumínico y térmico durante dichos meses. Por ejemplo, no tendrá sentido entonces plantear lucernarios en dicha cubierta en las zonas afectadas con lamas de control de la radiación solar directa en invierno. También deberá tenerse en cuenta el efecto del sombreamiento de la torre del edificio sobre la cubierta del zócalo en la zona norte, donde realmente durante gran parte del año no existirá la radiación solar directa.
- Los paramentos acristalados del edificio que pertenecen al zócalo, por su situación, orientación y características, en general no supondrán elementos con excesiva radiación solar directa por lo que no se pueden considerar elementos para la captación de calor. Además durante los meses de invierno es cuando estos elementos reciben menor incidencia solar por lo que deberán aislarse bien para evitar pérdidas térmicas durante los meses fríos.
- Los paramentos acristalados pertenecientes a la torre tienen mucha incidencia de la radiación solar directa durante todo el año ya que la sombra arrojada por los edificios circundantes les afecta de manera escasa. Debido a ello pueden ser utilizados como grandes captadores solares que calienten el edificio durante los meses fríos, ya que las temperaturas en León son bastante bajas en los meses de otoño invierno y no excesivamente altas en verano. Cabe destacar el paramento norte, el cual por su orientación norte casi perfecta y la incidencia de estos edificios no recibe casi radiación solar directa por lo que deberá estudiarse especialmente desde el punto de vista de la reducción de pérdidas térmicas. En este sentido, la protección solar que se proyecta para este paramento es más suave que para el resto de las fachadas de la torre, es decir, tiene un factor solar mayor.
- Por otro lado, todos los paramentos de la torre deberán tratarse con elementos de control del deslumbramiento para el correcto funcionamiento lumínico interior. En general, debido a las características del edificio y el hecho de que se destine al uso de oficinas de telecomunicaciones, resulta necesario prestar especial atención al posible deslumbramiento causado por la radiación solar directa. Para controlar dicha radiación lo más conveniente resulta la colocación de lamas orientadas en función de las diferentes fachadas pero, debido a la protección que ya ofrecen los edificios circundantes frente a la radiación solar y la necesidad de utilizar el edificio de la torre como posible captador solar térmico por las bajas temperaturas en invierno, finalmente, se ha decidido controlar esta radiación solar directa mediante stores interiores en el caso de la torre (para poder utilizar positivamente el efecto invernadero) y en el exterior en el caso del zócalo, ya que la incidencia es casi inexistente en invierno y puede ser excesiva durante el verano.
- Las cubiertas del zócalo resultan sombreadas durante gran parte del año bien por los edificios adyacentes o bien por la propia torre del edificio, pero nunca en su totalidad por lo que será necesario estudiar muy bien la posible posición de colectores solares, de hecho, se recomienda su colocación en la cubierta de la torre.

A continuación se presenta el estudio específico de diferentes elementos del edificio. Las cartas solares descriptivas de cada uno de ellos muestra la incidencia solar del propio edificio y de los edificios colindantes con colores diferenciados de manera que se puede comprobar el funcionamiento del edificio con los edificios de los alrededores construidos o sin ellos.

Teniendo en cuenta los edificios adyacentes consideramos que las alturas de referencia son:

Planta baja= 4,5 m

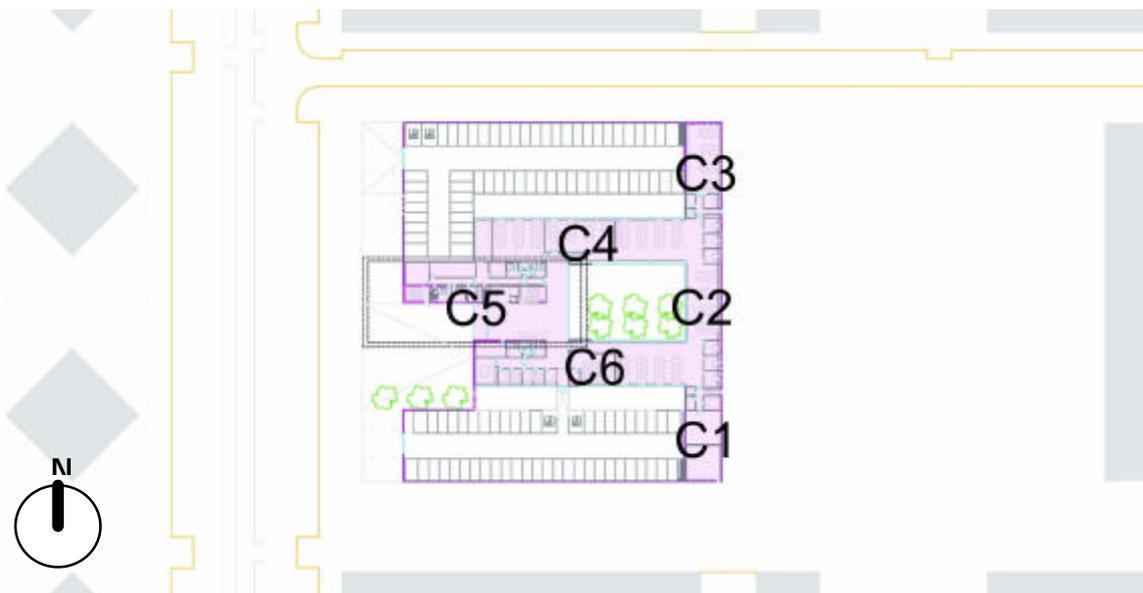
Resto de plantas= 3,05 m, considerando alturas máximas de 35 m.



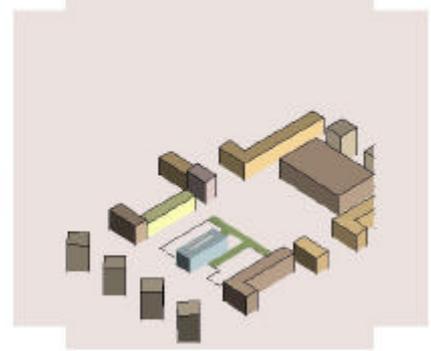
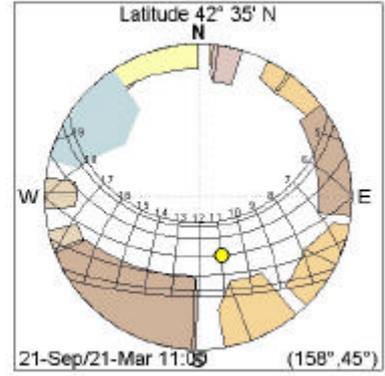
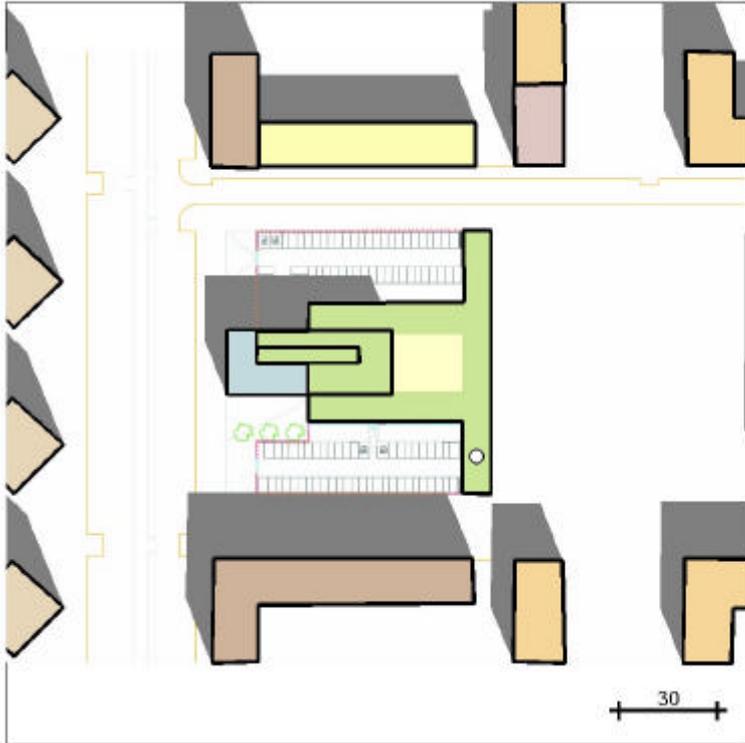
### SOLEAMIENTO CUBIERTAS

A continuación se presenta el estudio de los puntos más representativos de las distintas cubiertas del edificio. Mediante el estudio del punto central se puede aproximar el comportamiento solar de la cubierta durante todo el año.

### NOMENCLATURA DE LAS CUBIERTAS

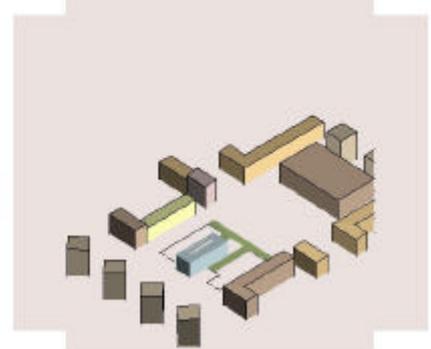
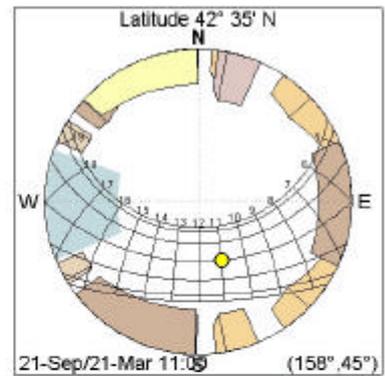
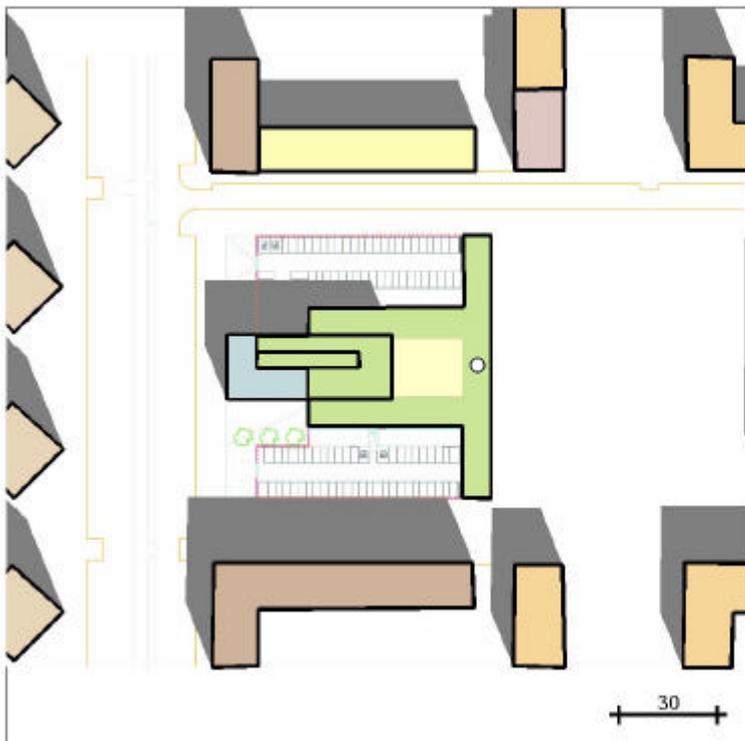


**CUBIERTA C1**



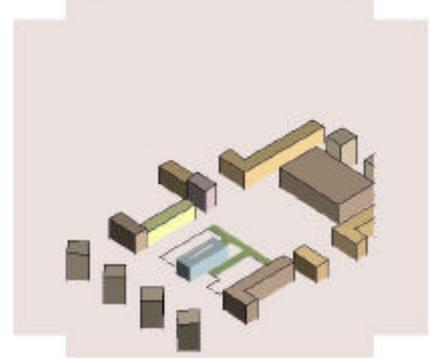
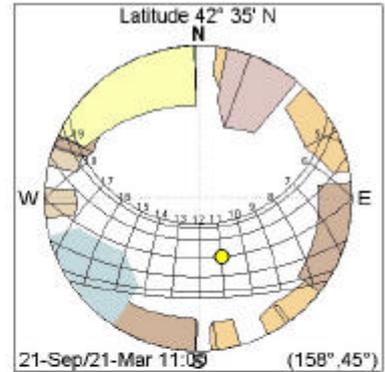
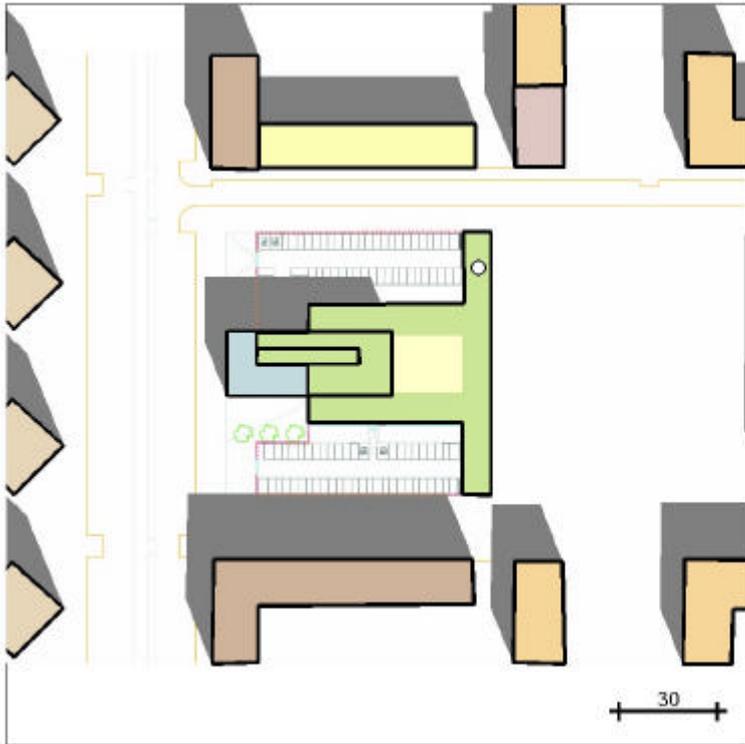
La cubierta C1 estará soleada gran parte del año durante las horas principales del día, de 7 de la mañana a 17 de la tarde, sin embargo, durante los meses de invierno la incidencia de los edificios adyacentes más cercanos la mantendrán en sombra todo el día excepto una hora y media por la mañana, sobre las 9 y de 11 a 12pm. Si se quiere ajardinar esta cubierta será necesario utilizar especies que aguanten el frío y las heladas durante el invierno ya que al no tener sol sobre la misma las temperaturas que mantendrán serán siempre muy bajas, igualmente serán especies que no necesiten radiación solar directa durante todo el año.

**CUBIERTA C2**



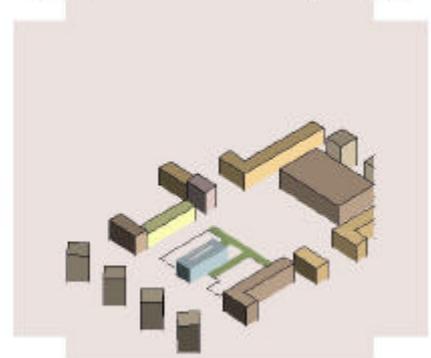
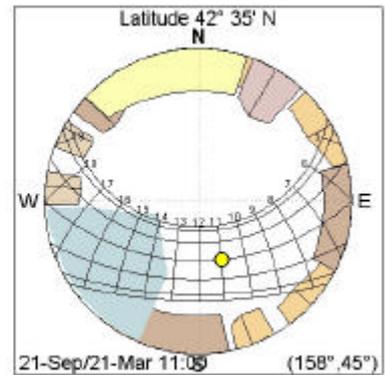
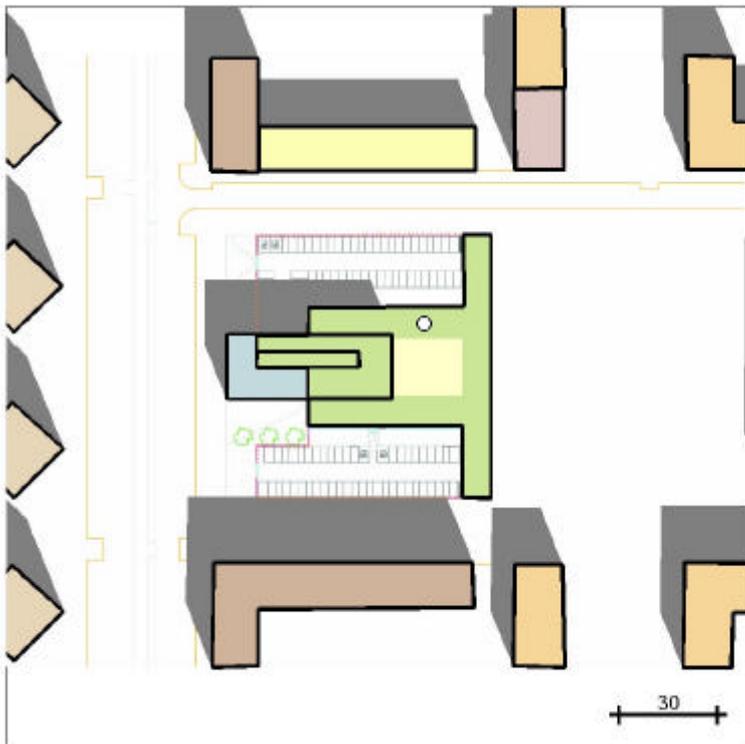
Esta cubierta tiene radiación solar directa durante todo el año en las horas centrales del día, desde las 08 am hasta las 15 pm aproximadamente, esto es beneficioso en invierno pero deberá estar bien aislada durante el verano.

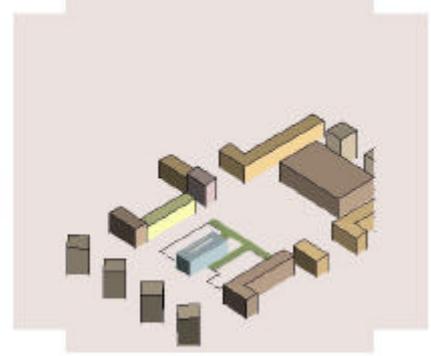
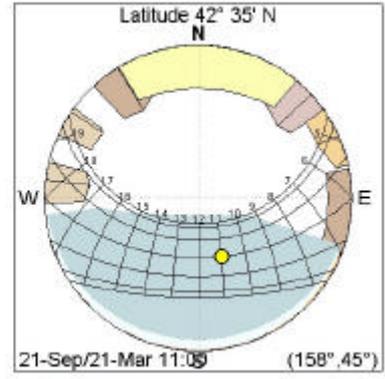
**CUBIERTA C3**



Esta cubierta tiene condiciones semejantes a la anterior pero podemos observar que la incidencia de la sombra arrojada de otros edificios sobre la misma es un poco menor durante el verano, lo cual es beneficioso si se quiere plantear algo de vegetación.

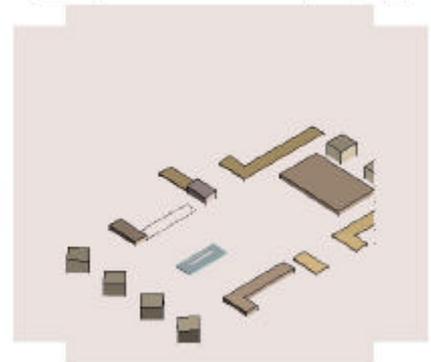
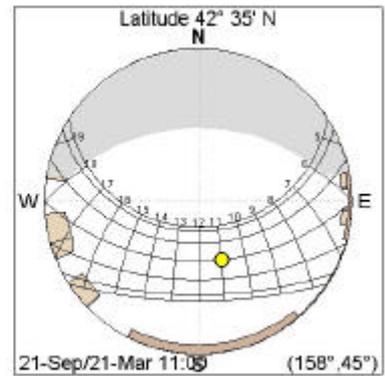
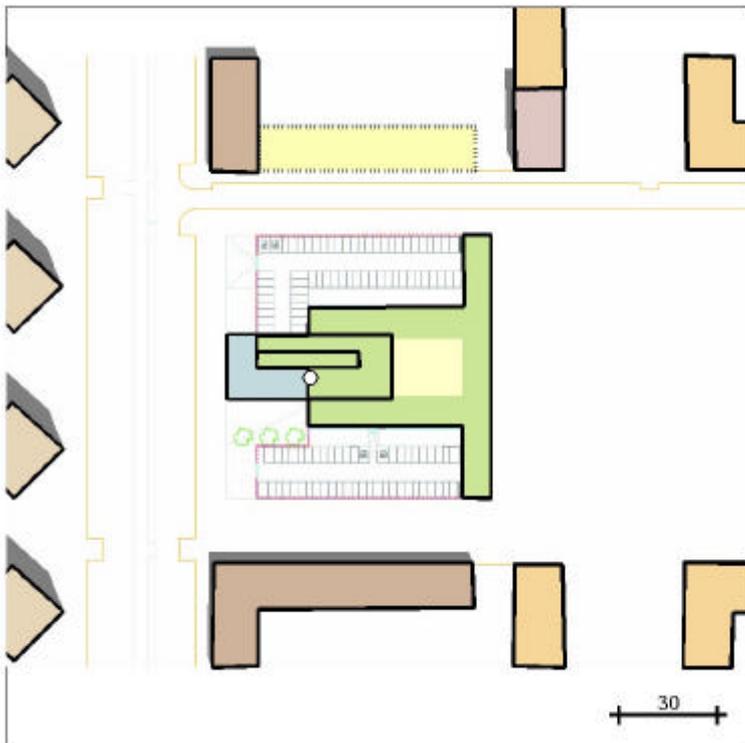
**CUBIERTA C4**

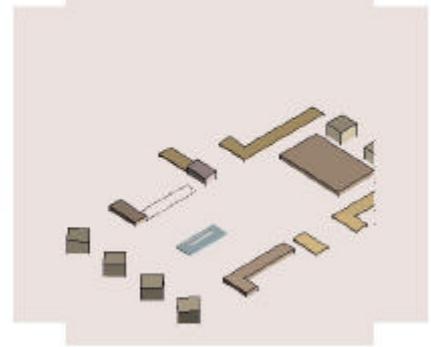
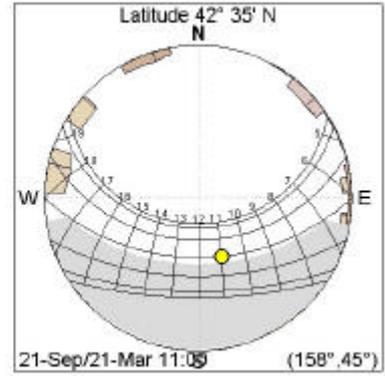
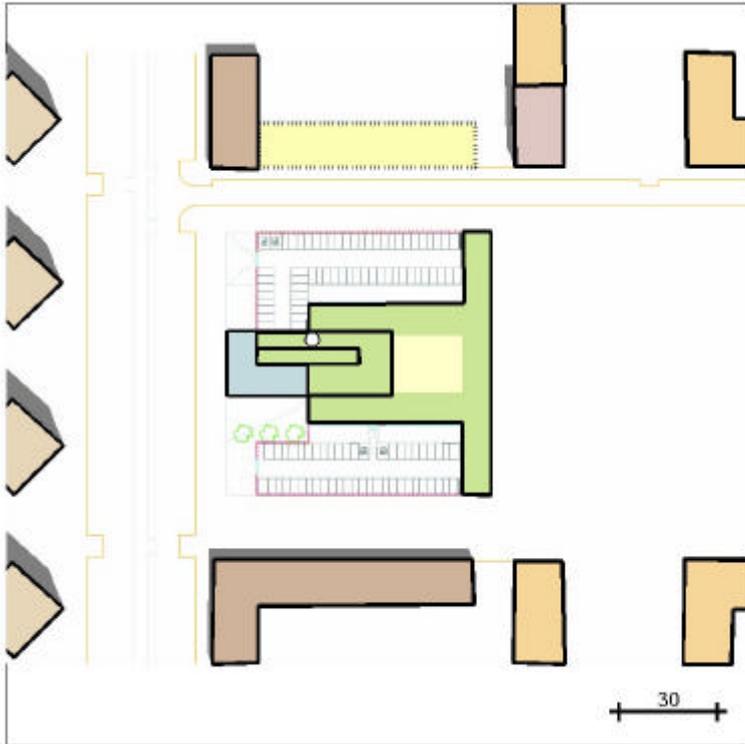




Esta cubierta estará sombreada en su zona oeste casi todo el año excepto dos horas de la mañana en verano, sin embargo, en su zona este estará en sombra tan sólo a partir de las 14 pm durante casi todo el año.

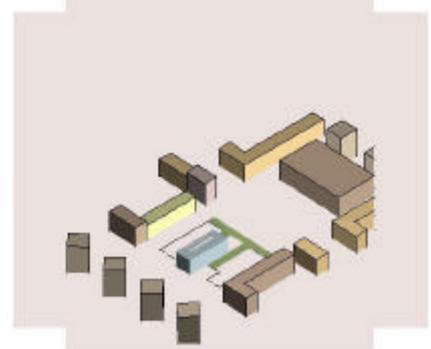
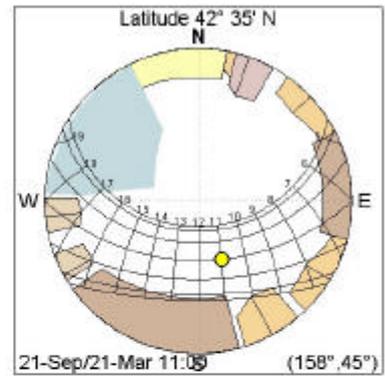
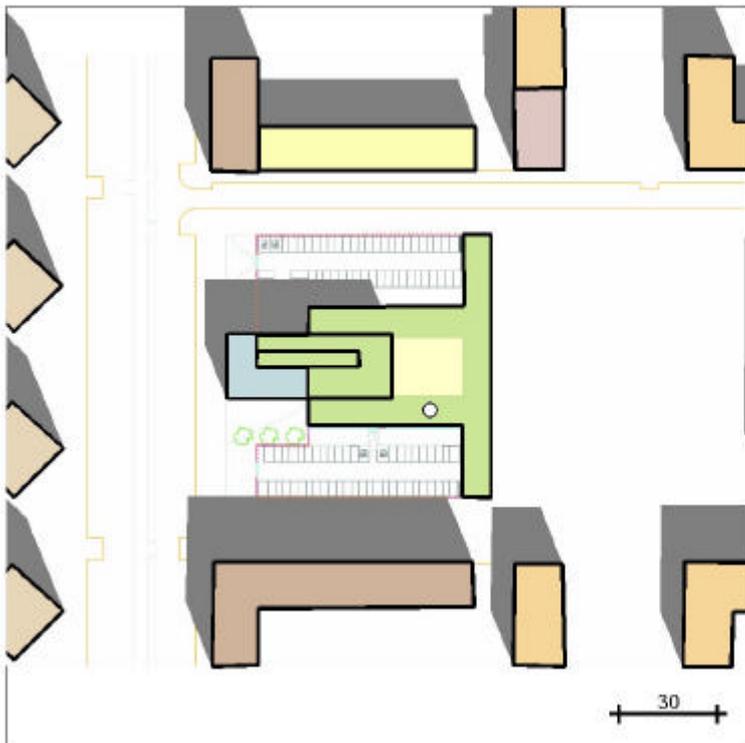
**CUBIERTA C5**

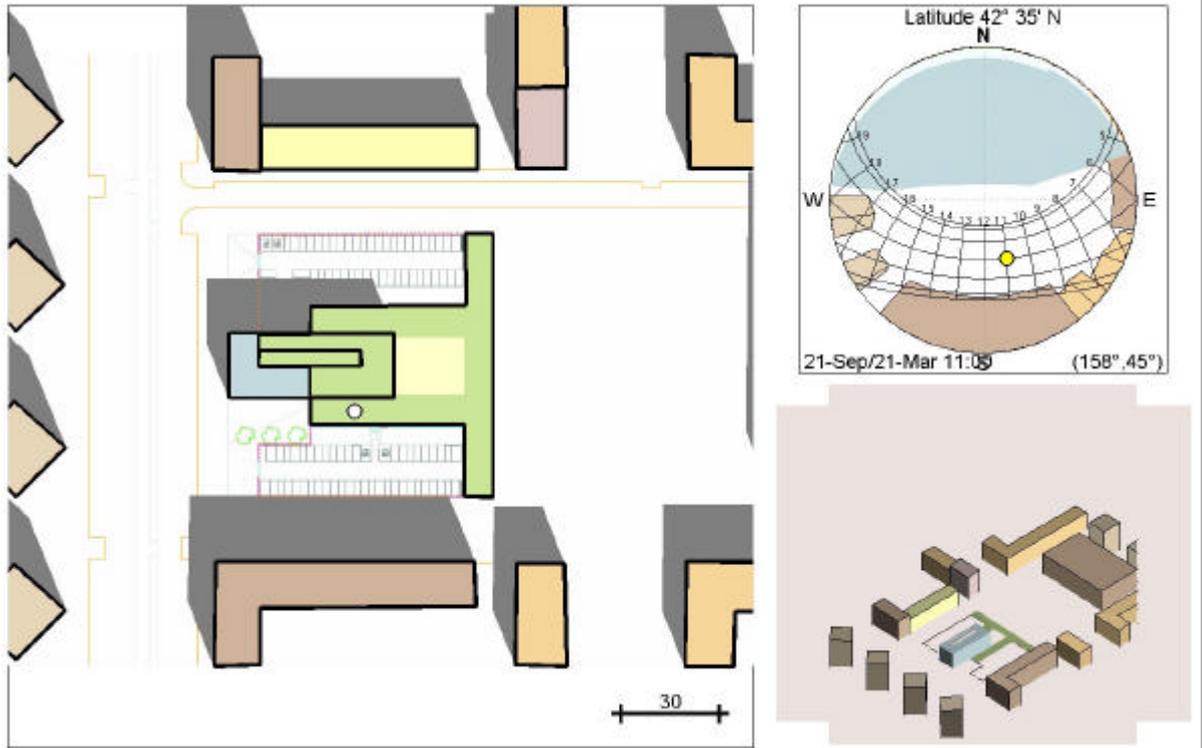




La cubierta sobre la torre estará a pleno sol durante todos los meses del año, sin embargo vemos la gran incidencia de sombra que se produce tras el elemento estructural y de ascensores sobresaliente durante la mitad del año en los meses más fríos. En esta cubierta se colocarán los captadores solares fotovoltaicos pero nunca tras este paramento.

**CUBIERTA C6**



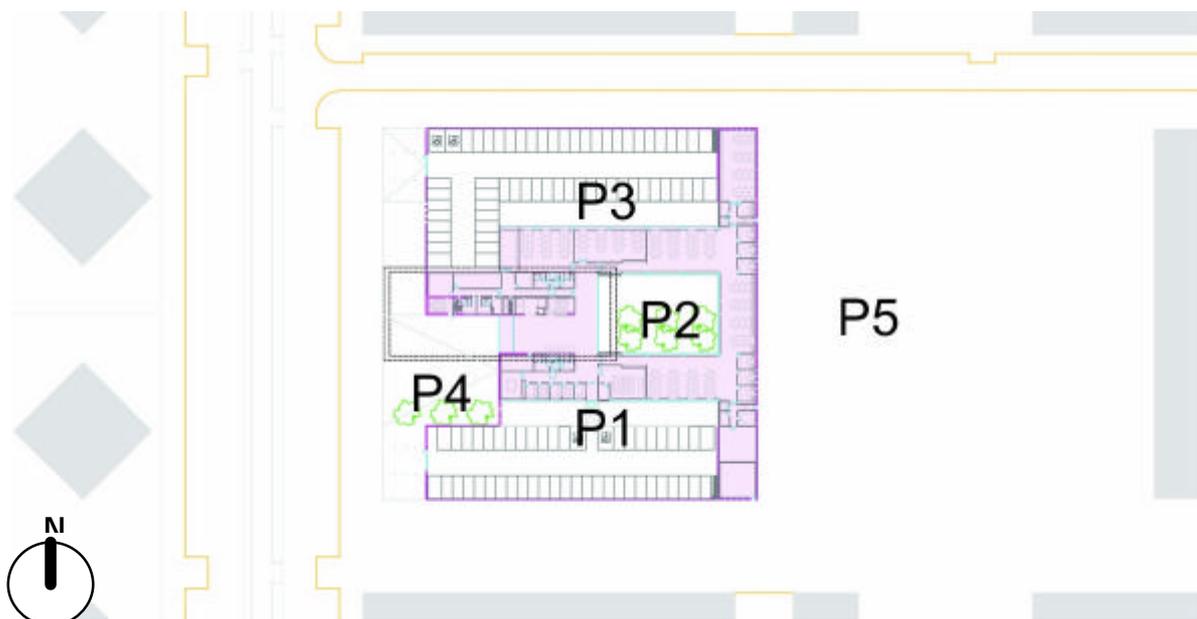


Esta cubierta permanecerá sombreada casi todo el día pero únicamente durante el invierno por lo que deberá estar muy protegida térmicamente frente a pérdidas energéticas en invierno así como ganancias térmicas en verano.

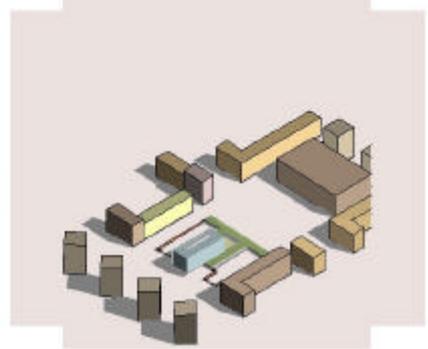
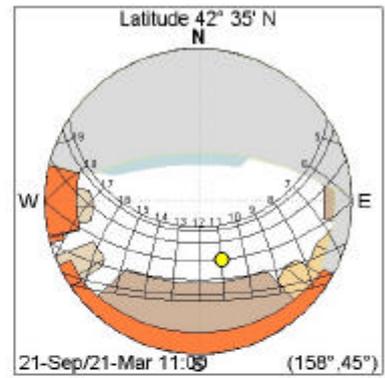
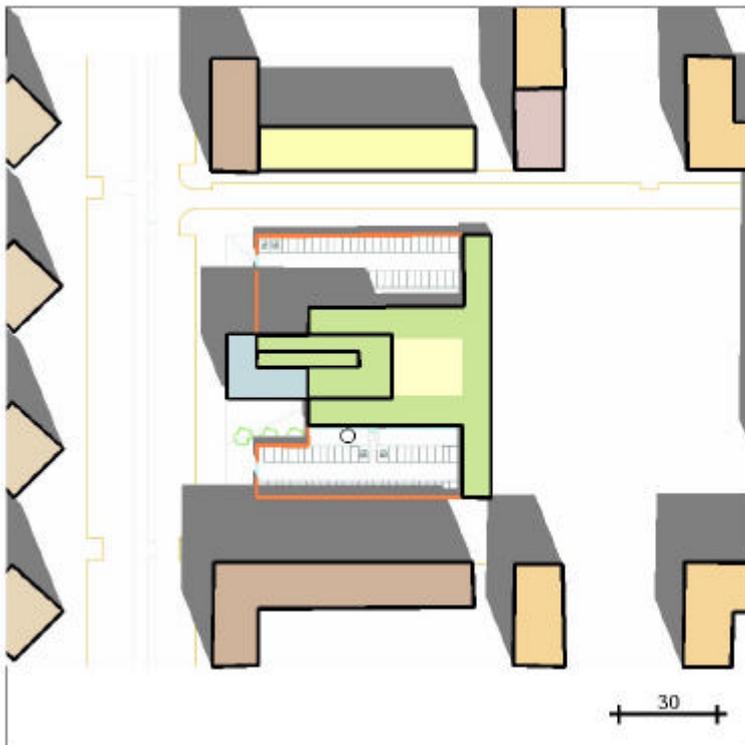
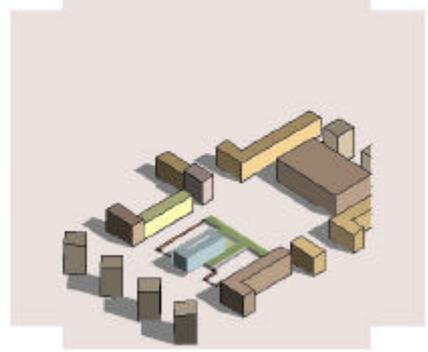
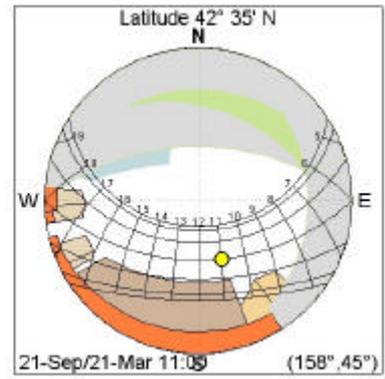
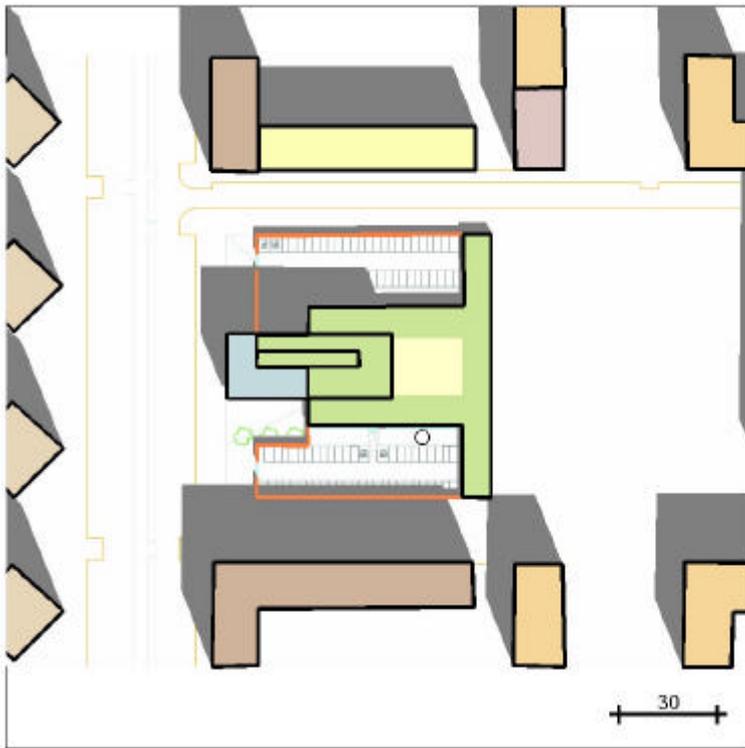
### SOLEAMIENTO PATIOS

A continuación se presenta el estudio de los puntos más representativos de los distintos patios del edificio. Mediante el estudio del punto central se puede aproximar el comportamiento solar de los mismos durante todo el año.

### NOMENCLATURA PATIOS

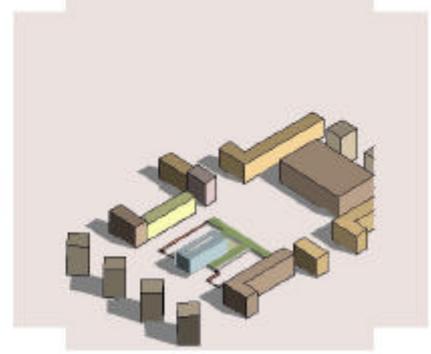
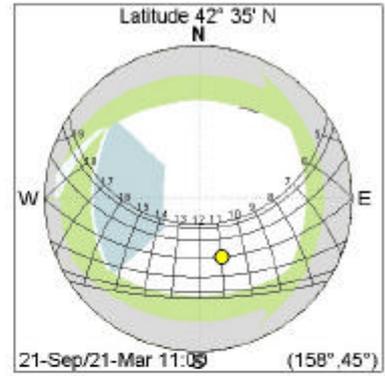
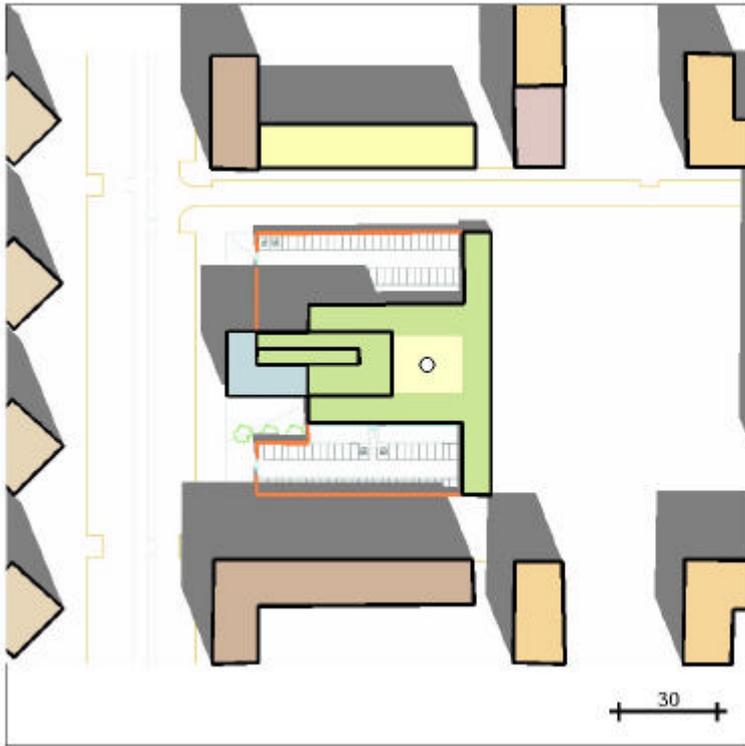


PATIO P1



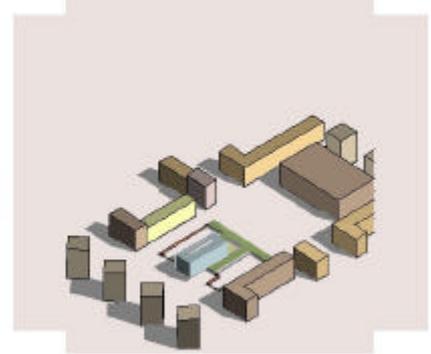
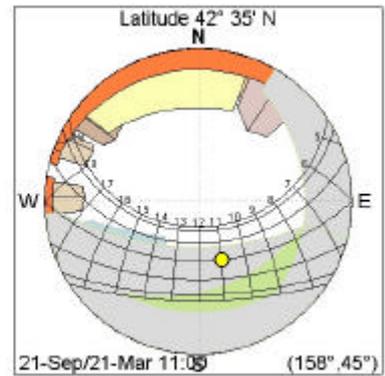
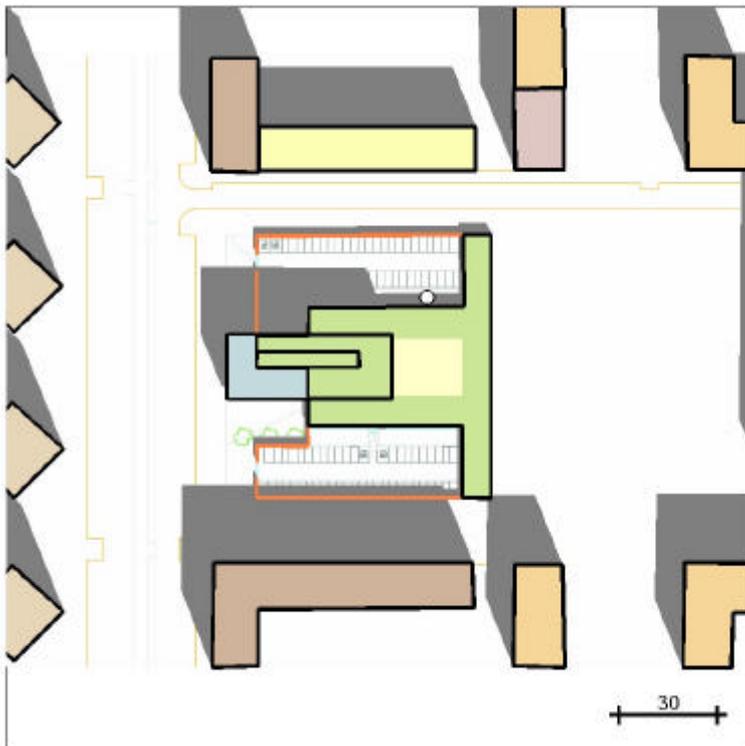
Este patio quedará soleado durante los meses de verano por lo que resultará conveniente plantear vegetación y arbolado que pueda matizar la incidencia de radiación solar directa.

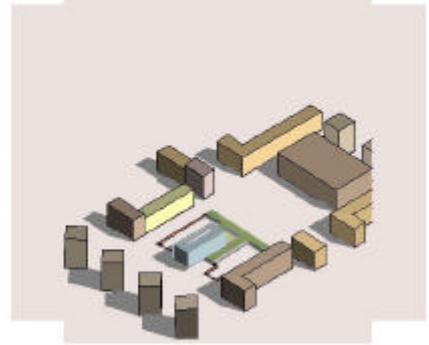
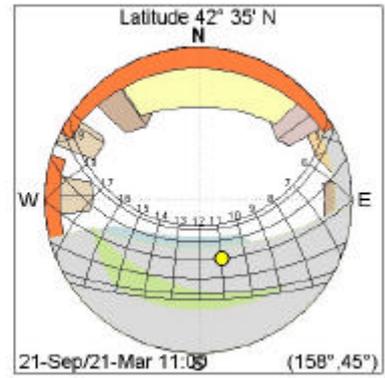
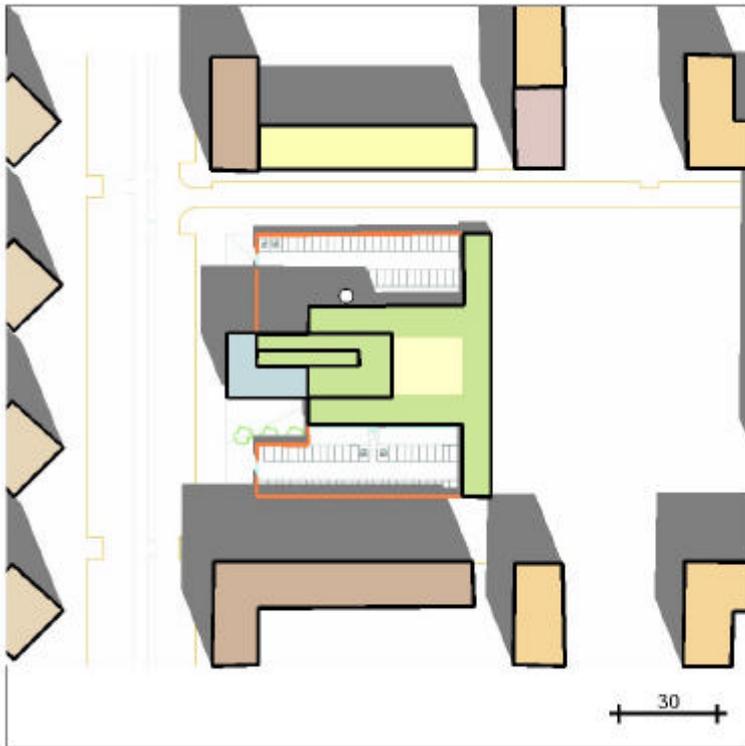
**PATIO P2**



Este patio estará soleado durante las principales horas del día, de 08am a 14 pm menos durante el invierno por lo que será conveniente utilizar árboles caducos que puedan matizar temporalmente la incidencia solar en los paramentos del mismo, así tendremos sol durante los meses templados.

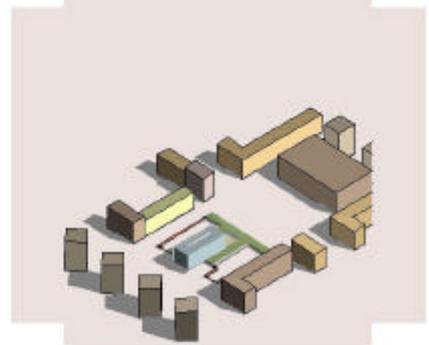
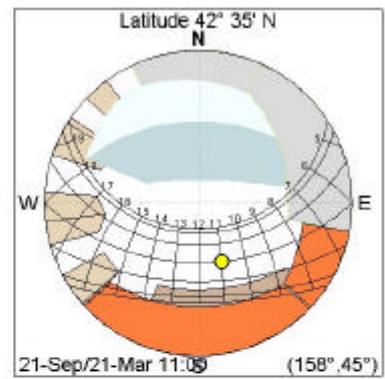
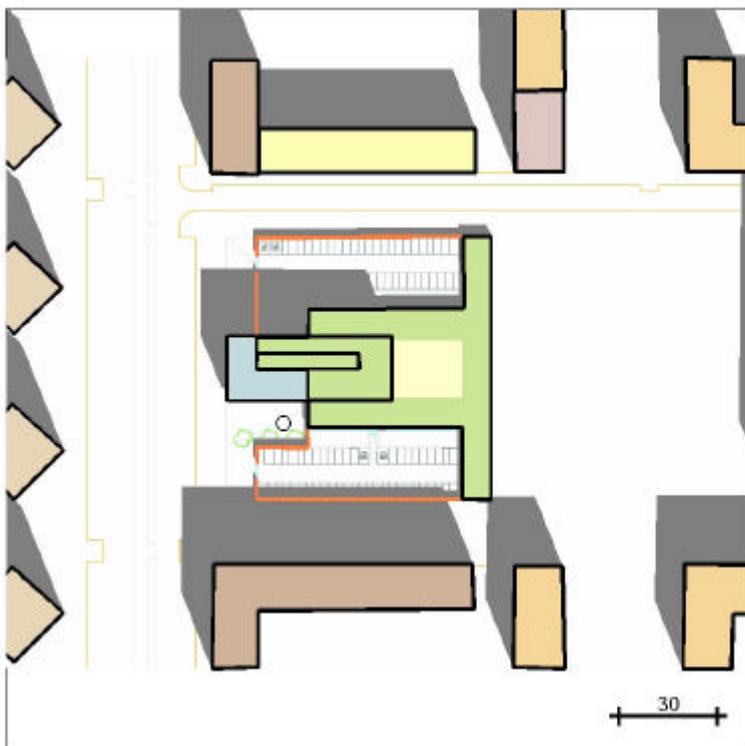
**PATIO P3**

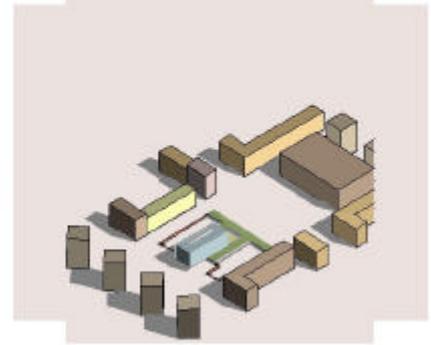
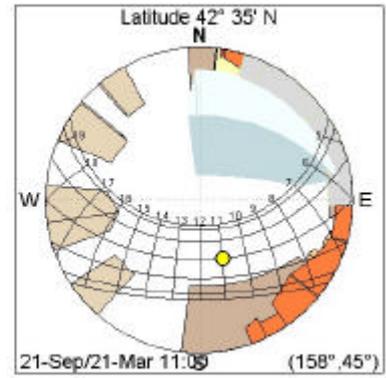
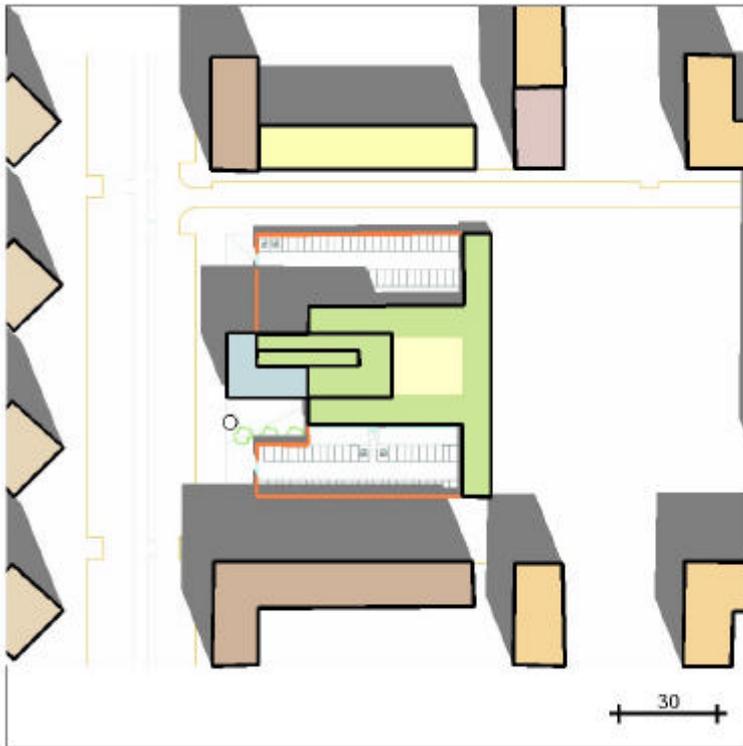




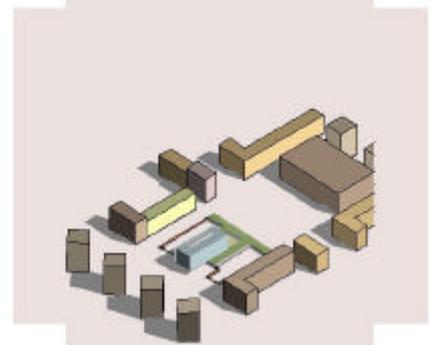
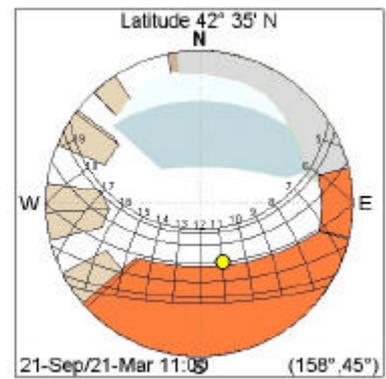
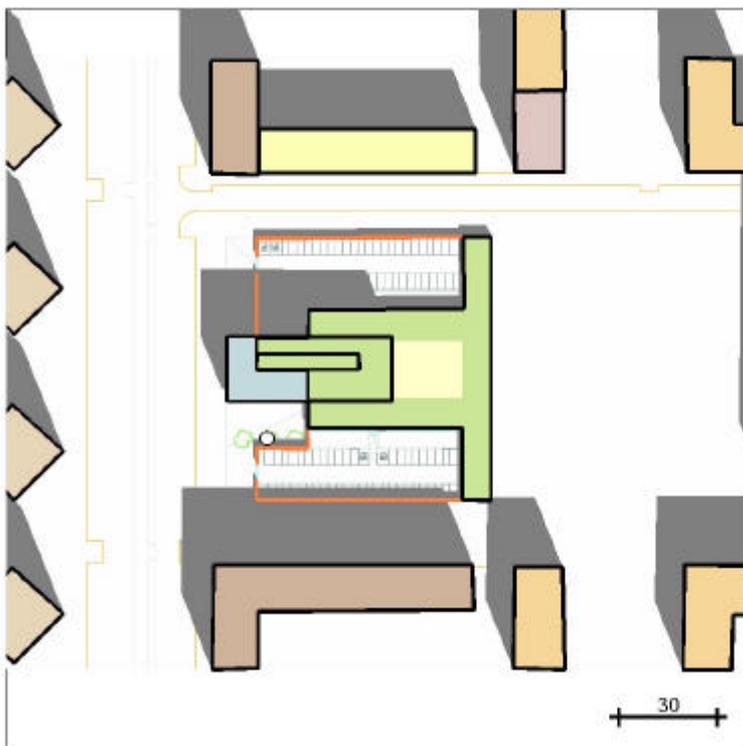
Este patio permanecerá en sombra durante casi todo el año excepto pocos días en verano por lo que deberá utilizar especies vegetales resistentes a temperaturas extremas tanto frías como calurosas.

**PATIO P4**





Este patio permanecerá soleado las principales horas del día excepto los meses de invierno más duros, durante los cuales tendrá zonas no soleadas. En este sentido resulta aconsejable no plantear el arbolado excesivamente pegado a los paramentos norte para así conseguir un buen desarrollo del mismo.

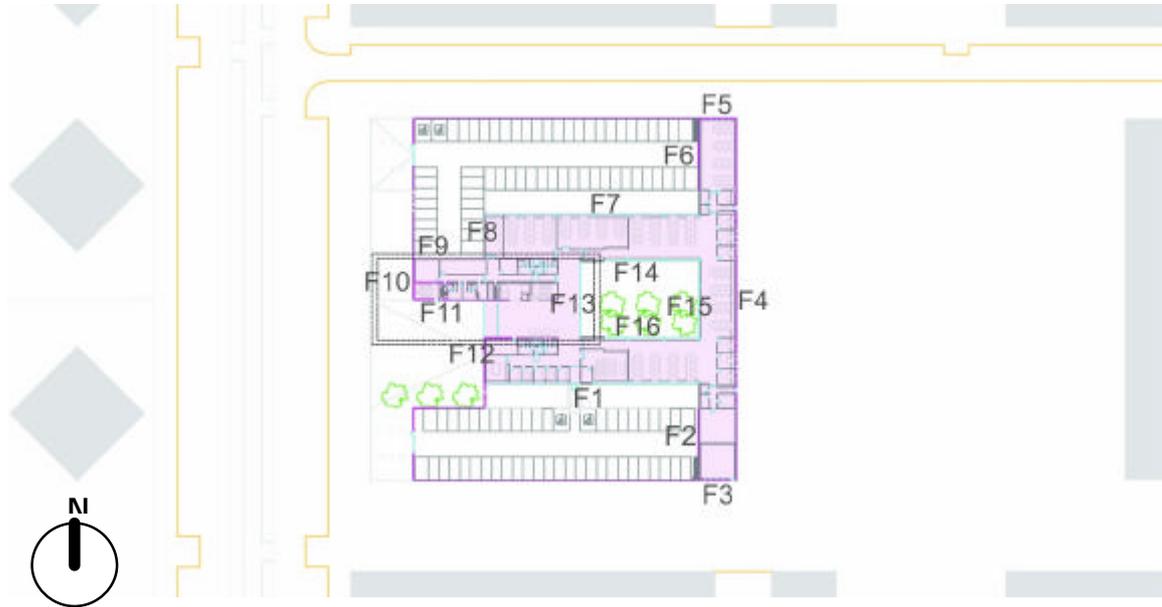


**PATIO 5**

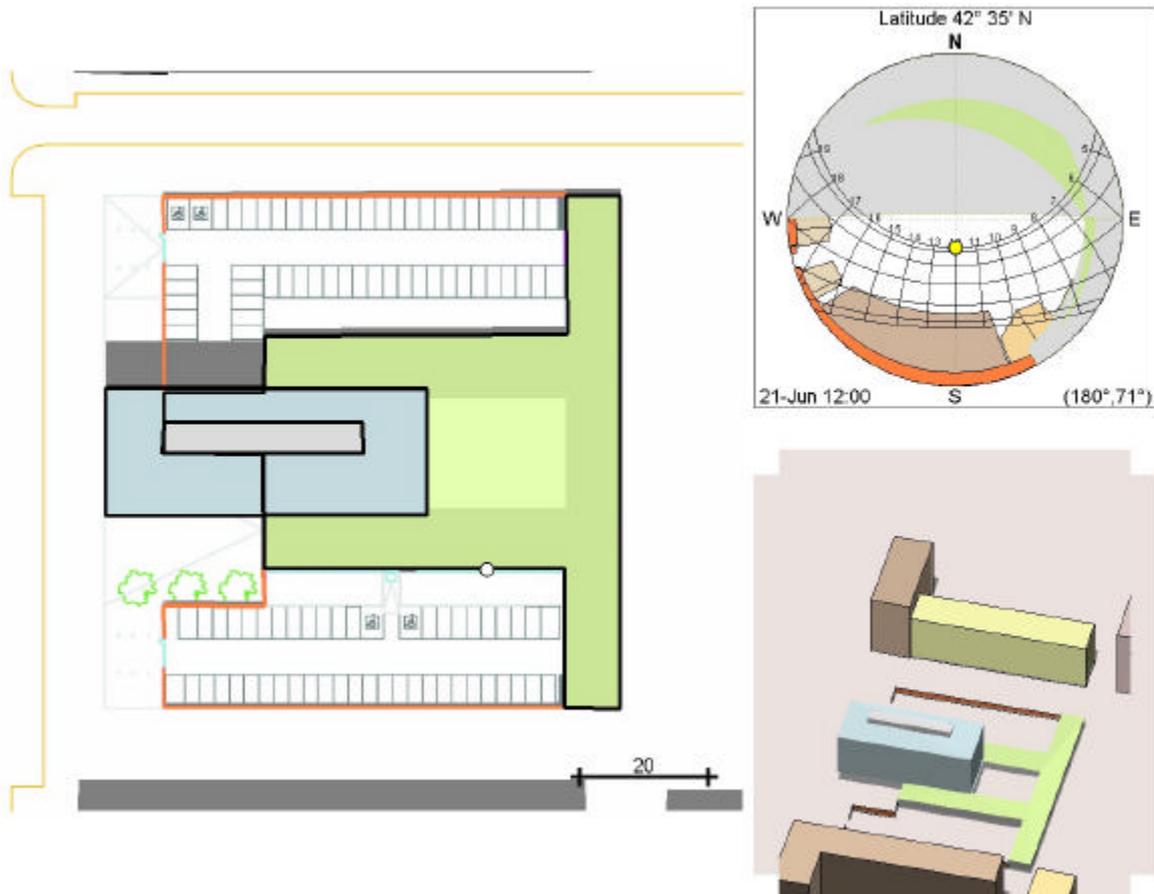
La plaza adyacente al edificio no será relevante respecto a su sombreadamiento y los edificios a su alrededor tendrán escasa incidencia de sombreadamiento sobre la misma; con lo que las condiciones para su vegetación son óptimas siempre que se tengan en cuenta las características del clima de León y sus típicas heladas invernales.

A continuación se detalla el estudio de todos los elementos acristalados de las distintas fachadas del edificio a lo largo de todo el año. Las conclusiones extraídas de este estudio pormenorizado han sido ya comentadas anteriormente.

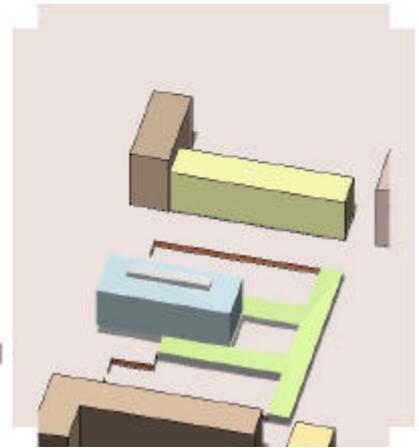
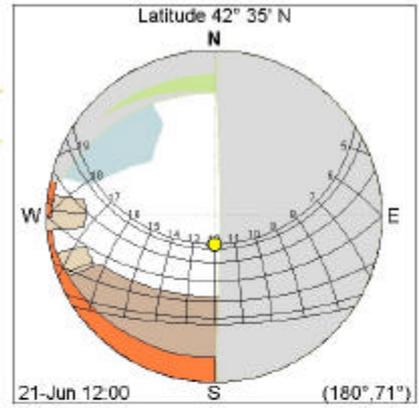
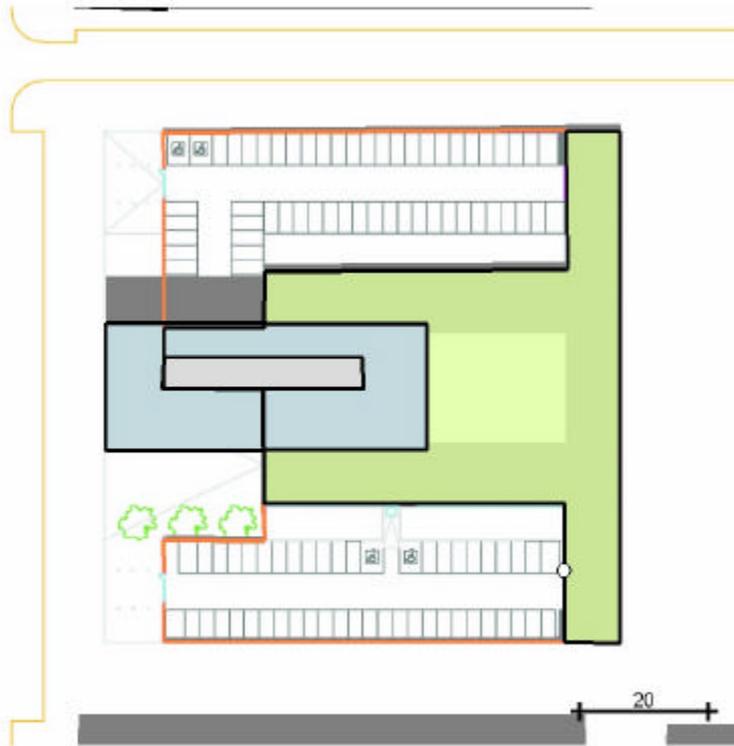
### NOMENCLATURA FACHADAS



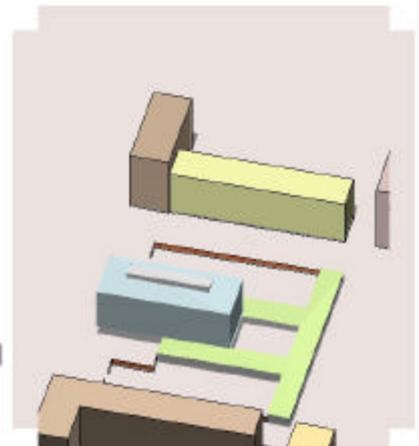
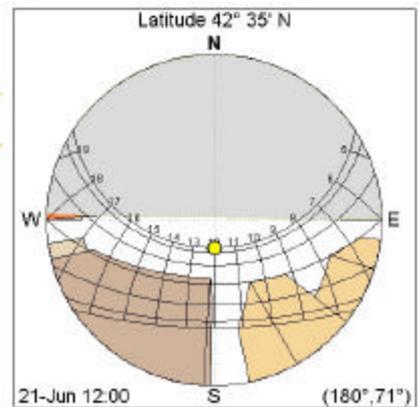
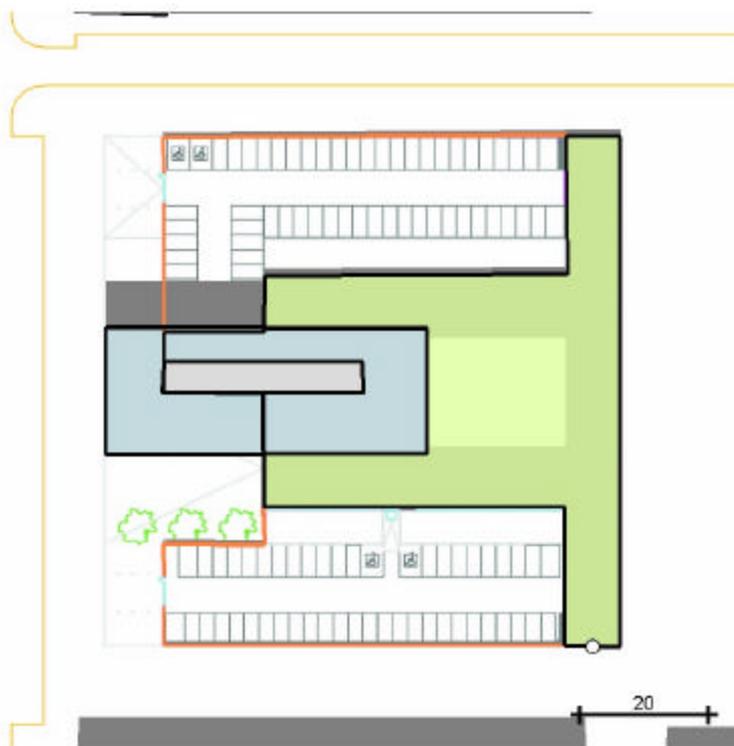
### ESTUDIO SOLAR FACHADA F1



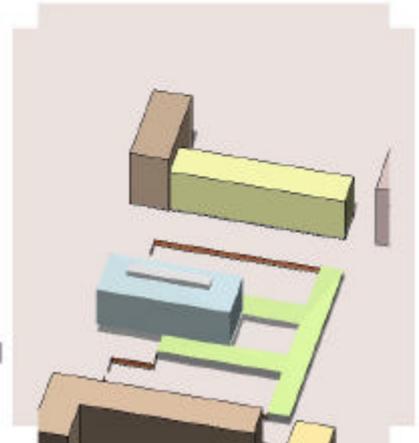
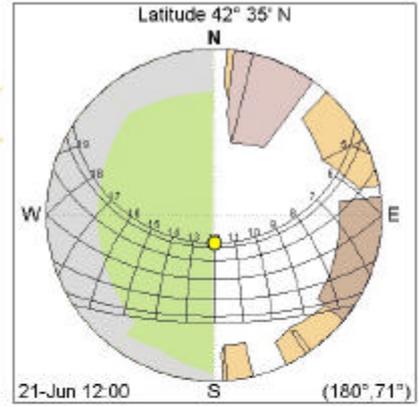
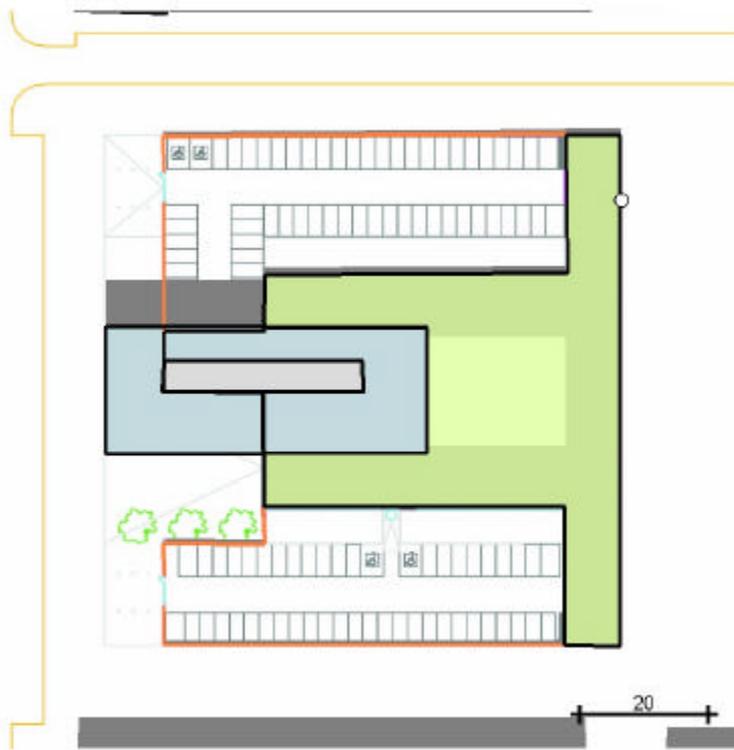
.ESTUDIO SOLAR FACHADA F2



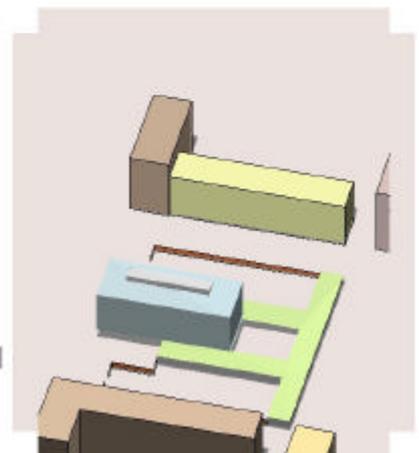
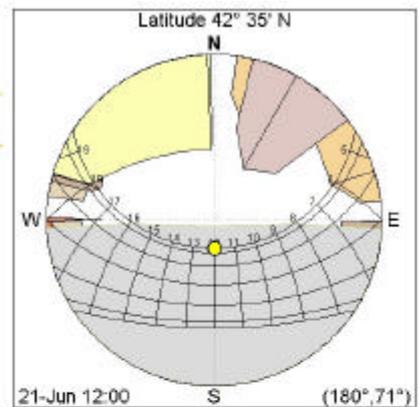
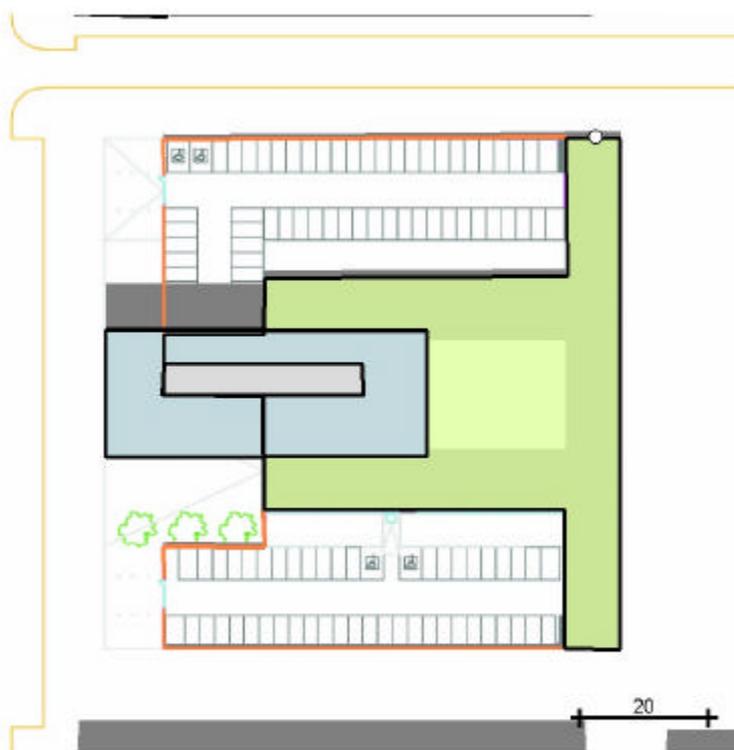
ESTUDIO SOLAR FACHADA F3



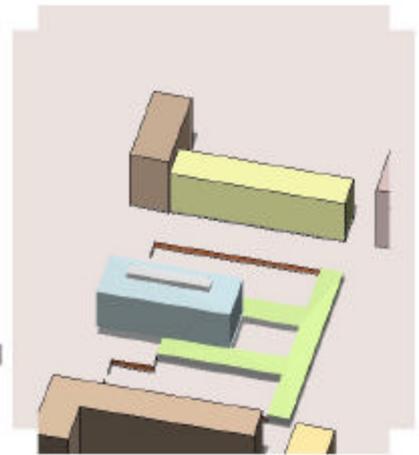
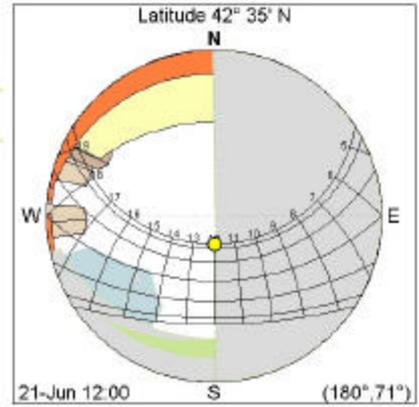
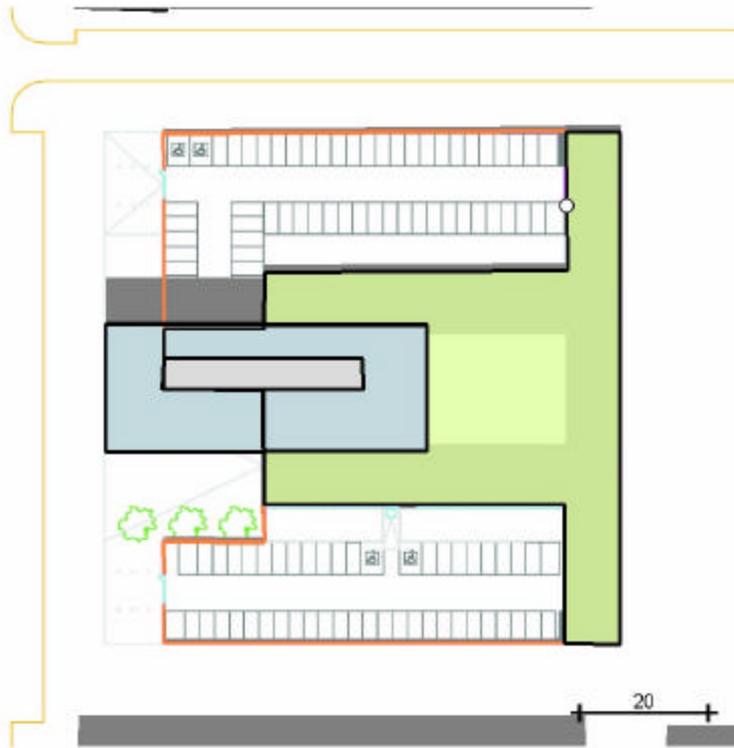
ESTUDIO SOLAR FACHADA F4



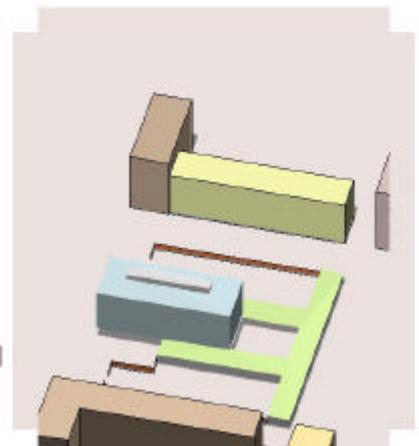
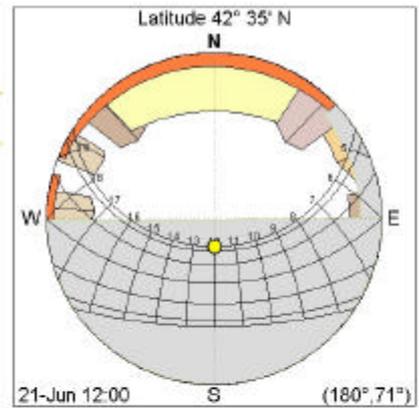
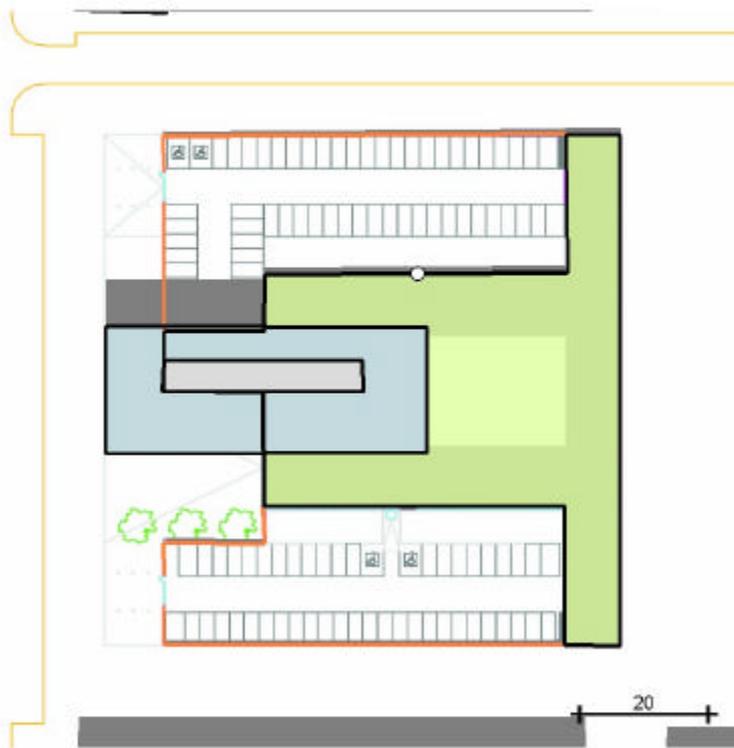
ESTUDIO SOLAR FACHADA F5



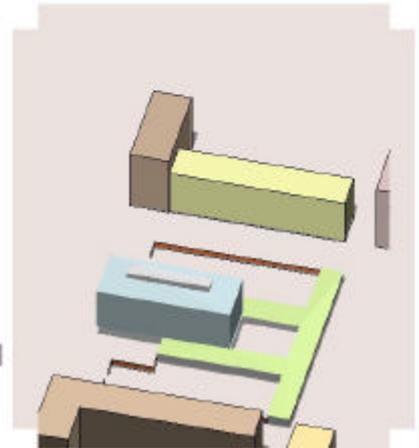
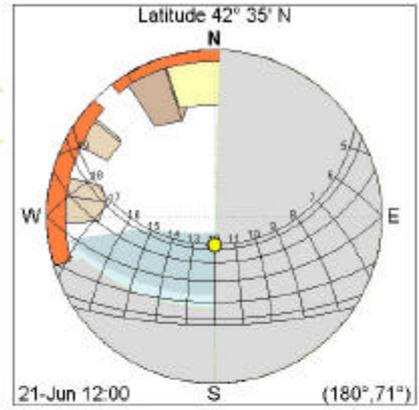
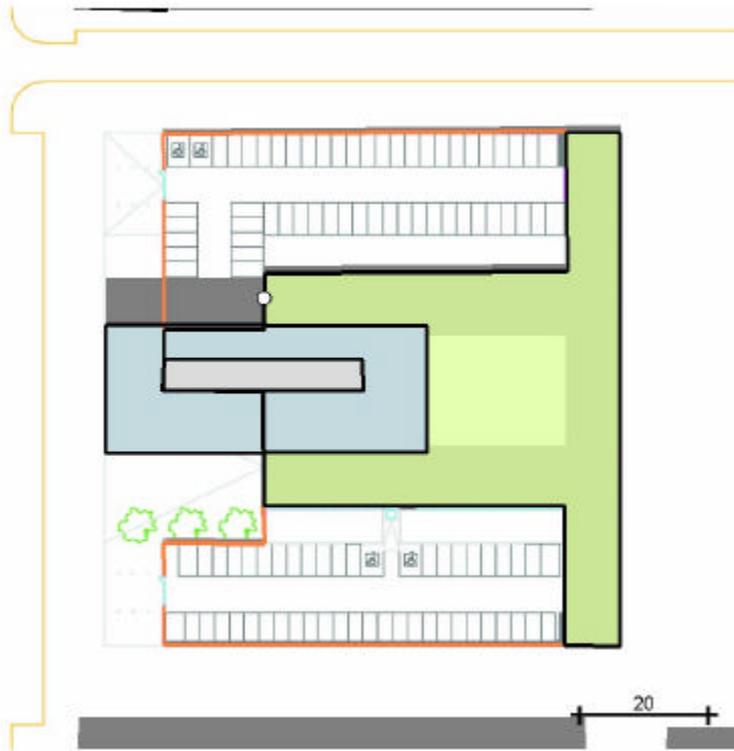
ESTUDIO SOLAR FACHADA F6



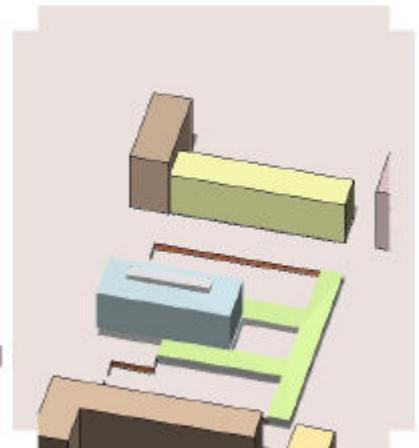
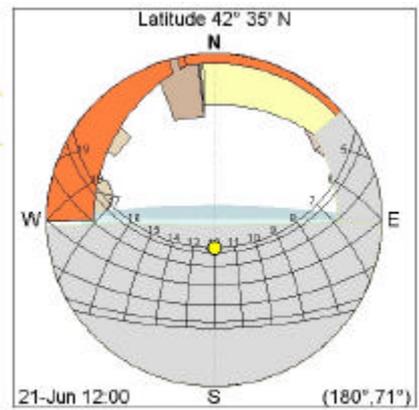
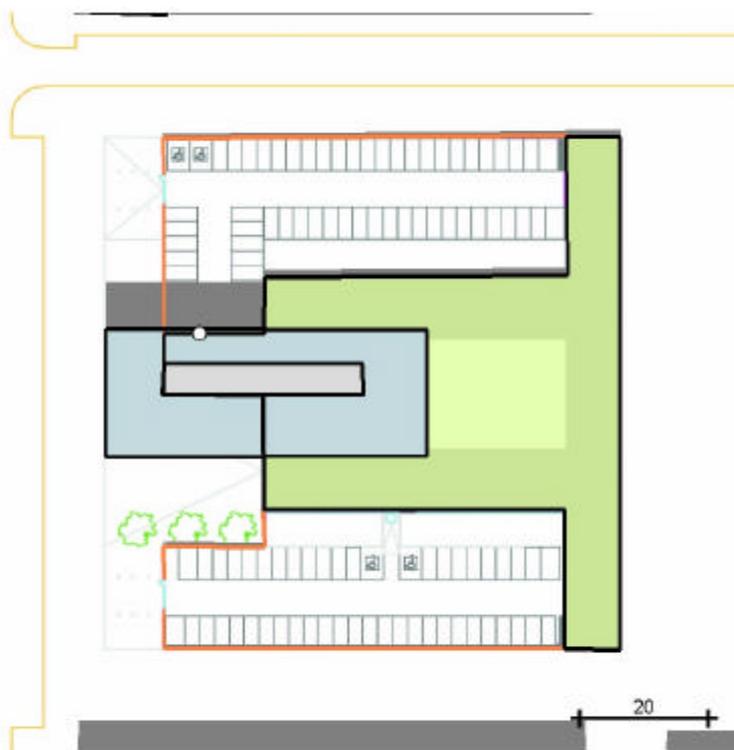
ESTUDIO SOLAR FACHADA F7



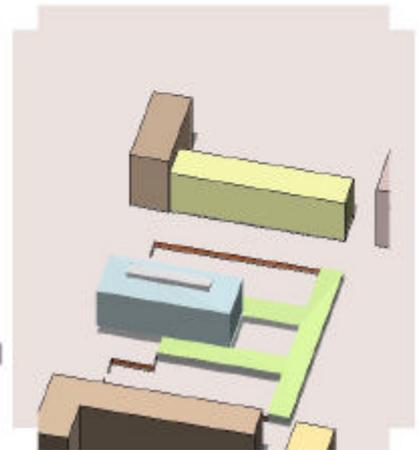
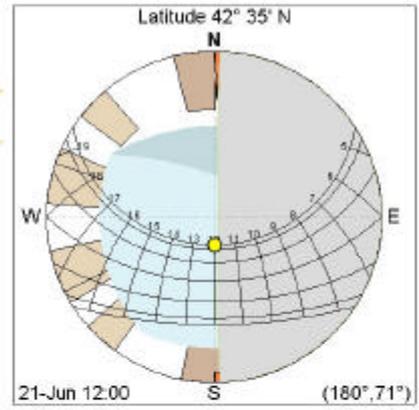
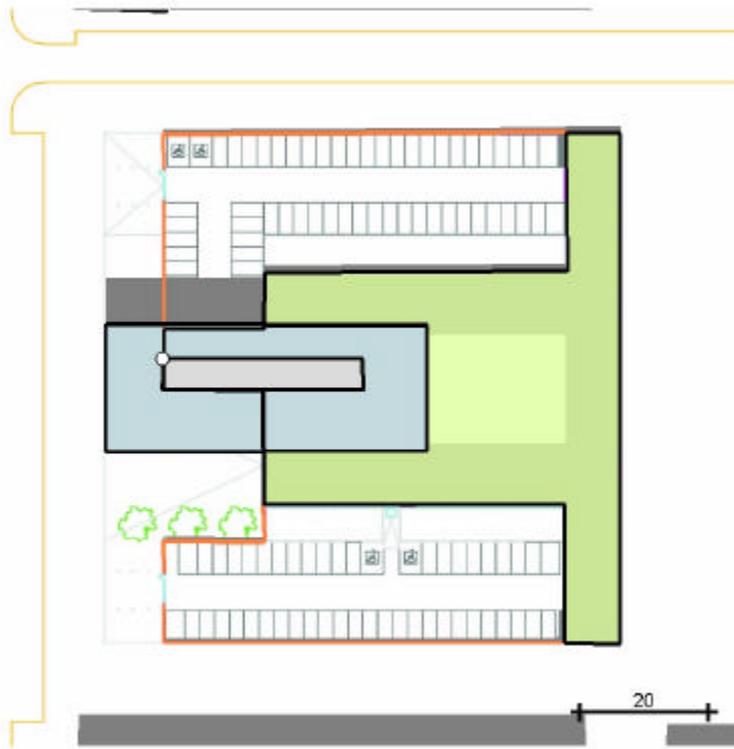
ESTUDIO SOLAR FACHADA F8



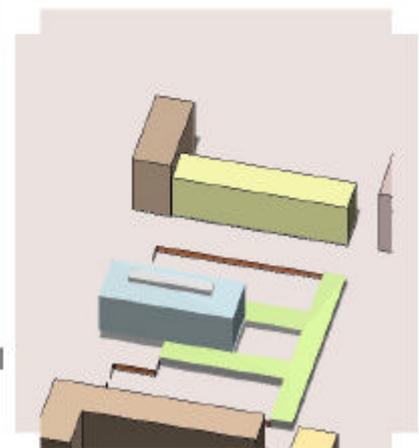
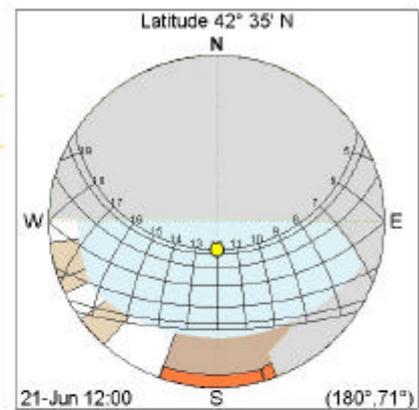
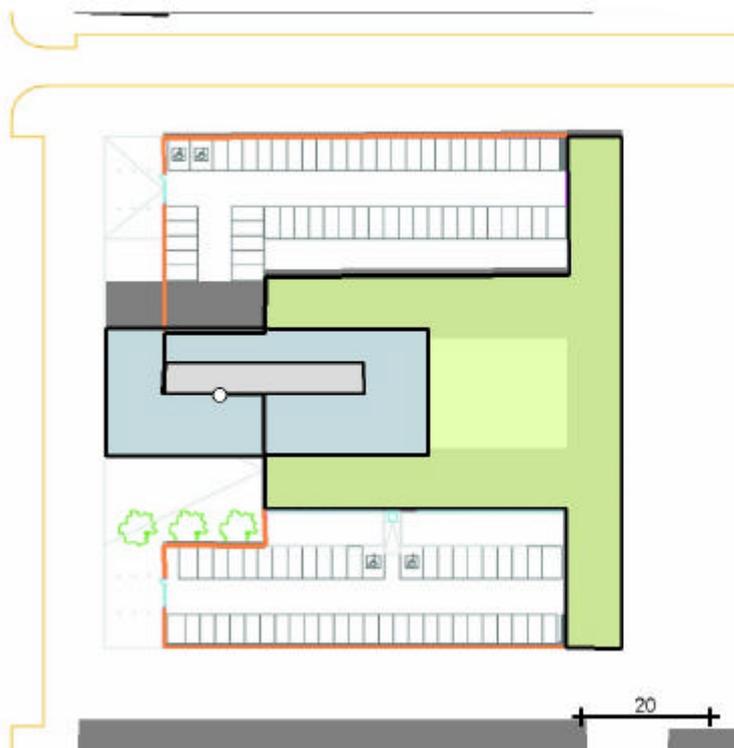
ESTUDIO SOLAR FACHADA F9



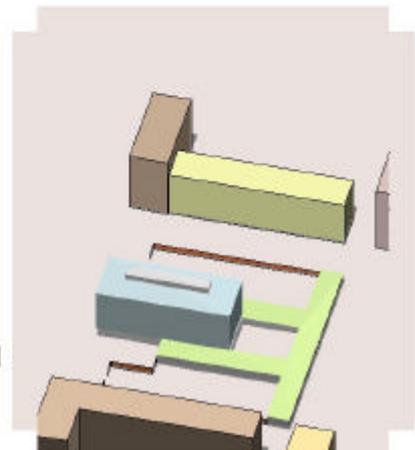
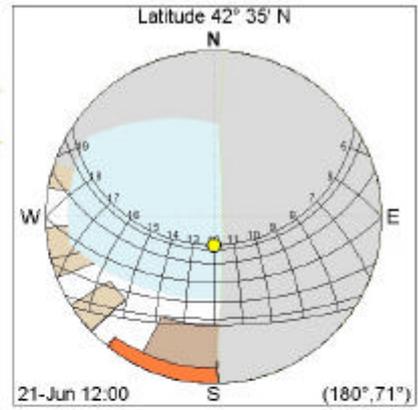
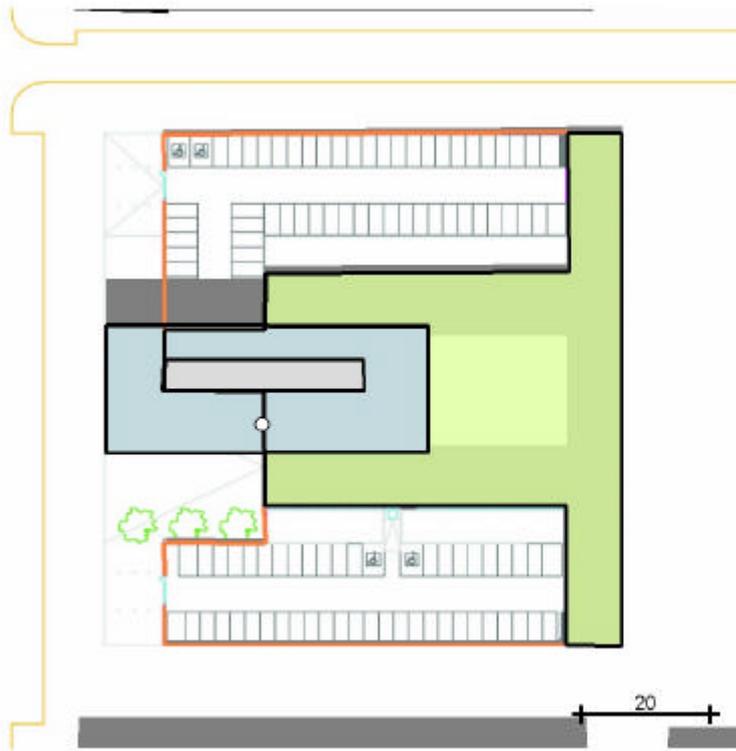
ESTUDIO SOLAR FACHADA F10



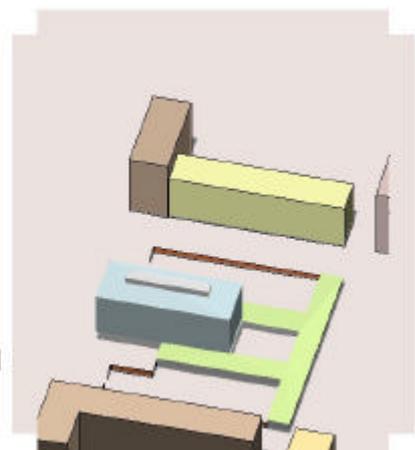
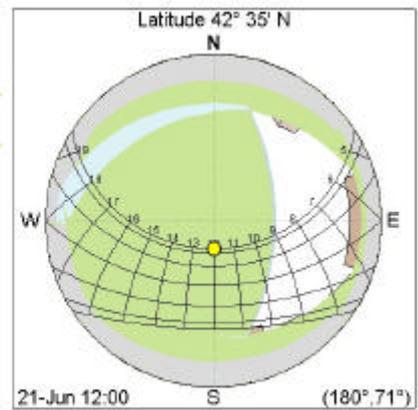
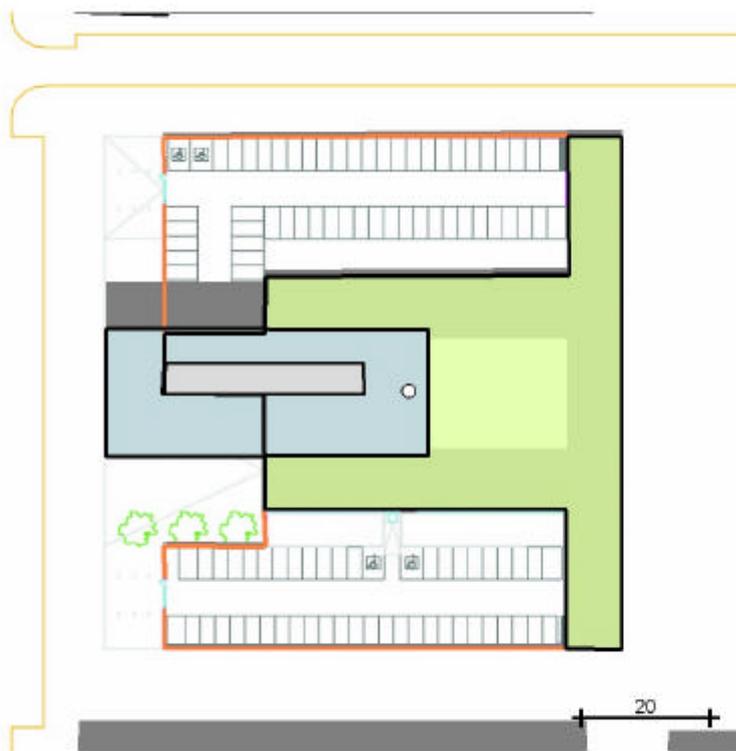
ESTUDIO SOLAR FACHADA F11



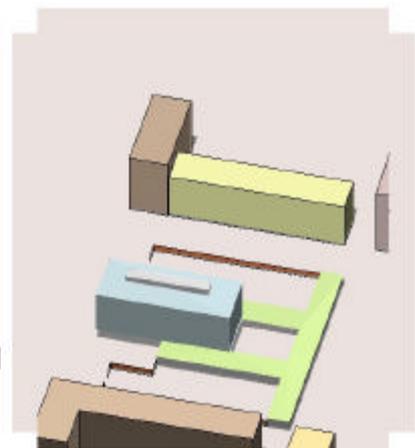
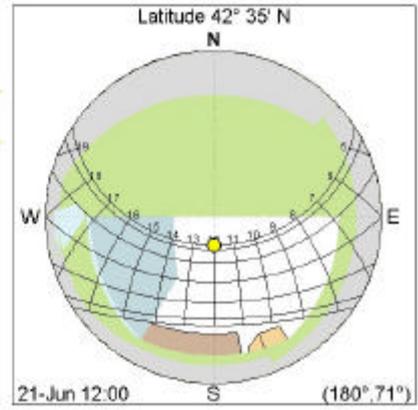
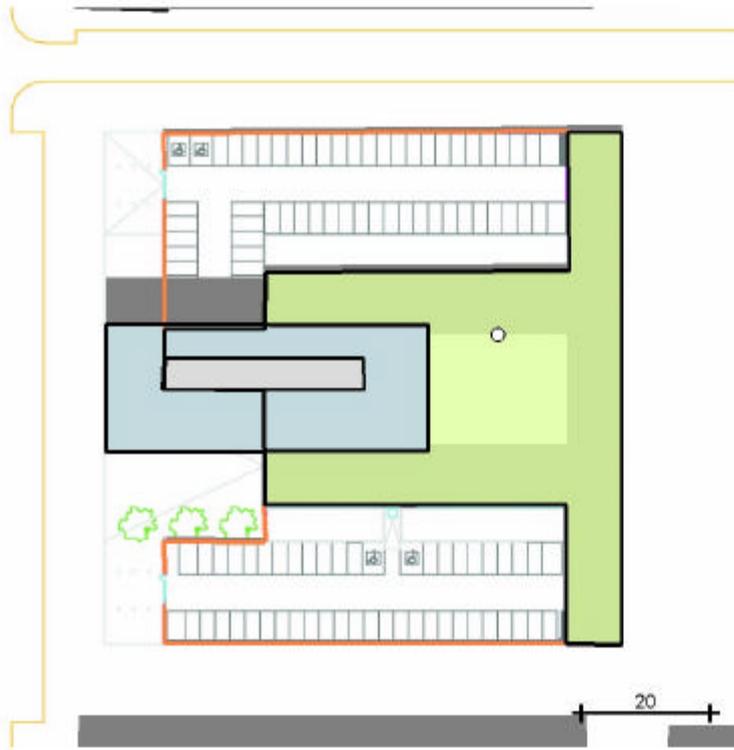
ESTUDIO SOLAR FACHADA F12



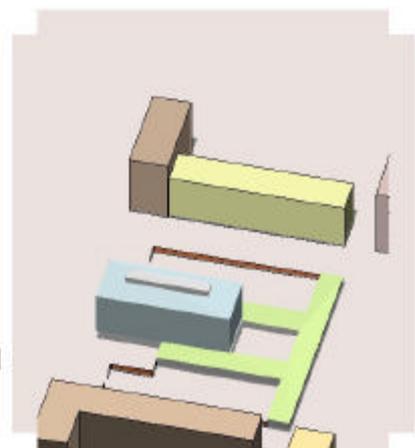
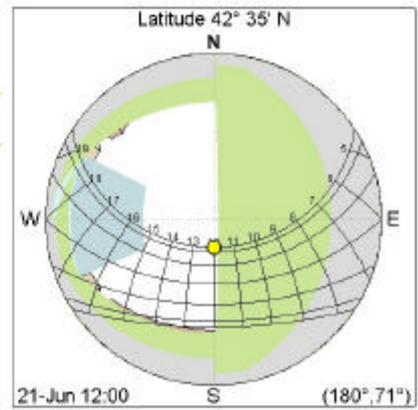
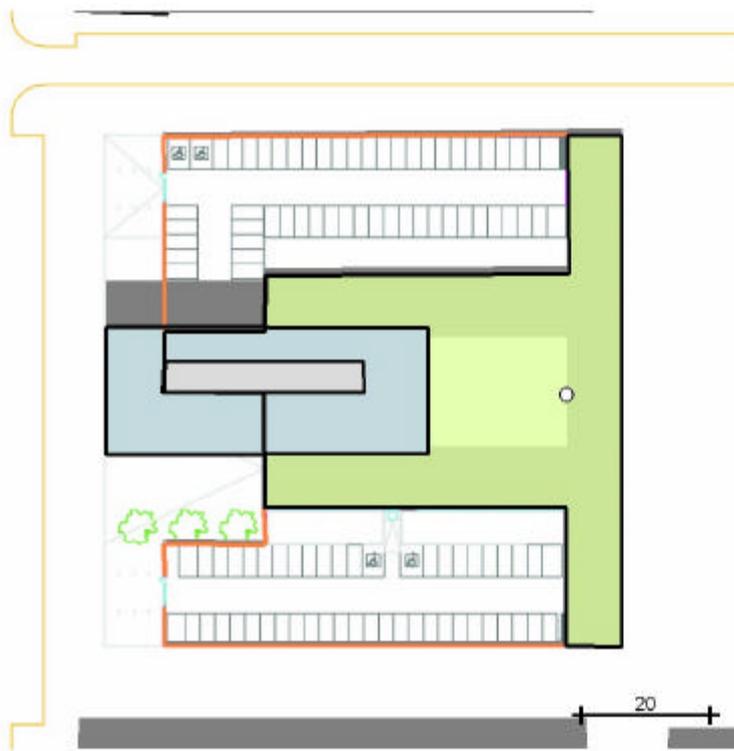
ESTUDIO SOLAR FACHADA F13



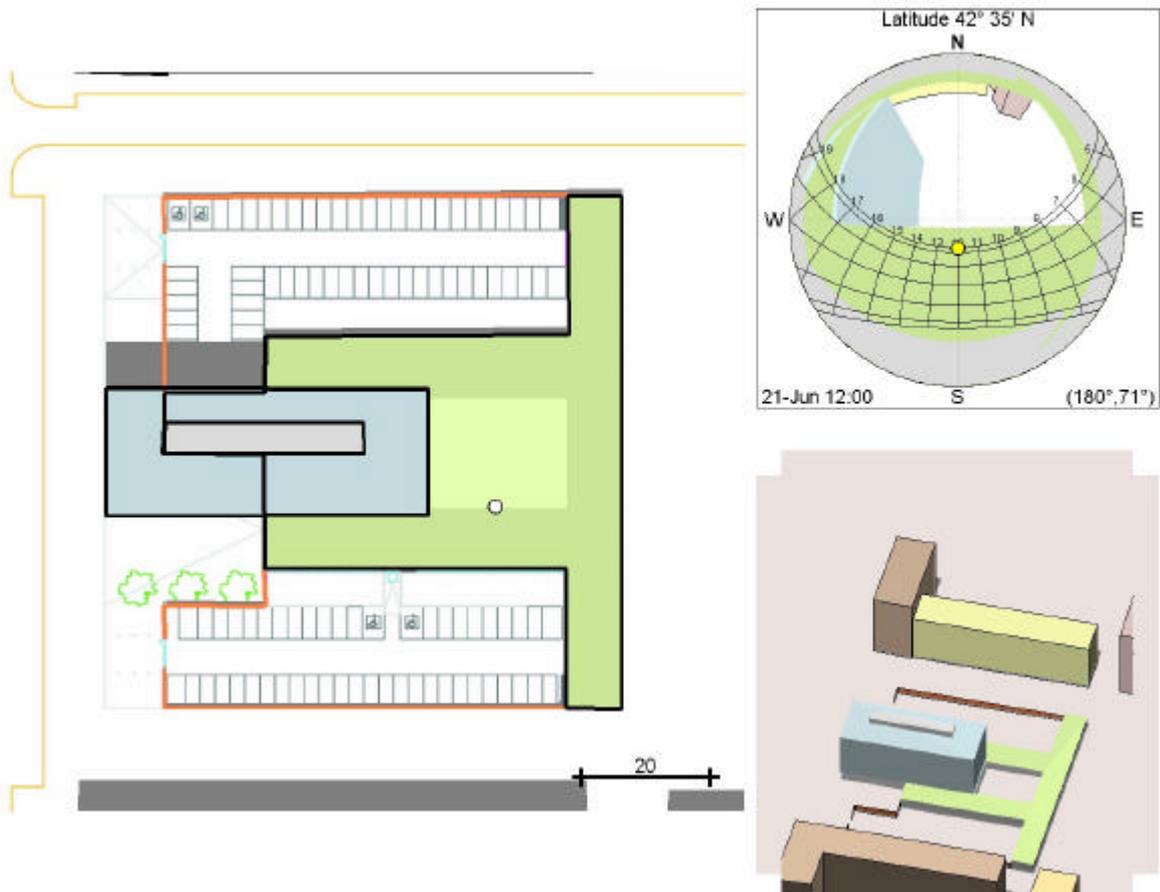
ESTUDIO SOLAR FACHADA F14



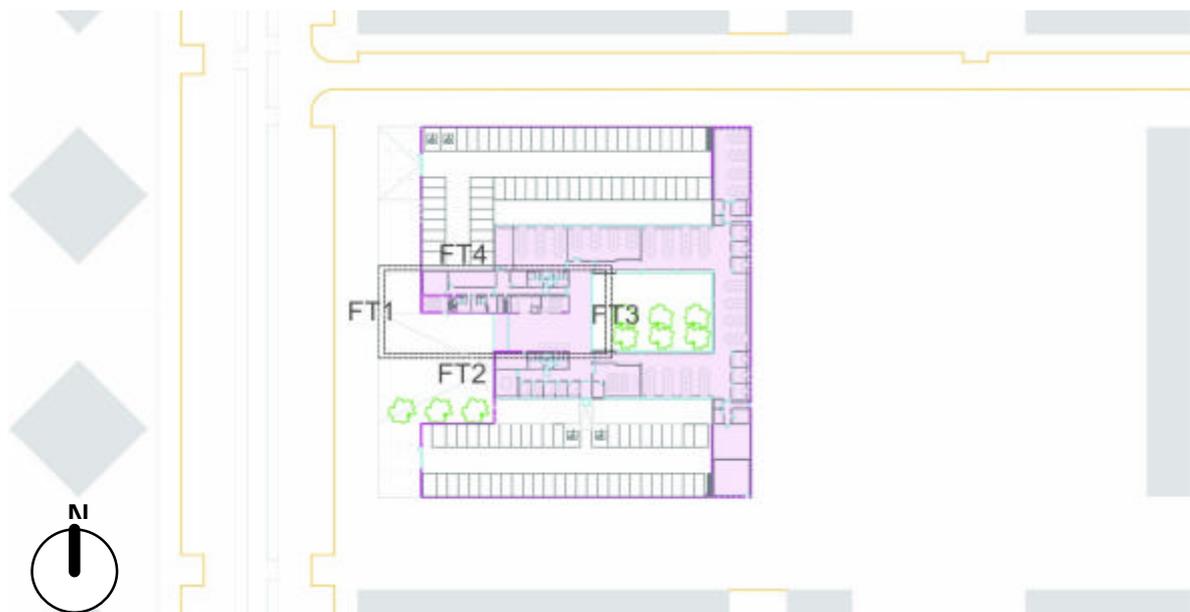
ESTUDIO SOLAR FACHADA F15



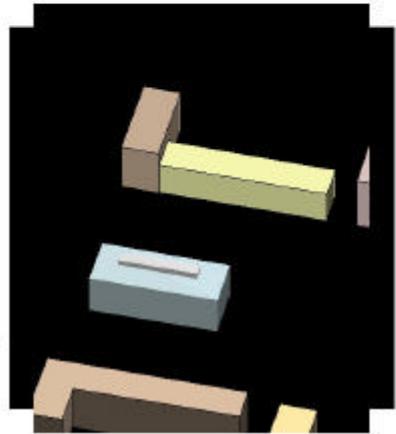
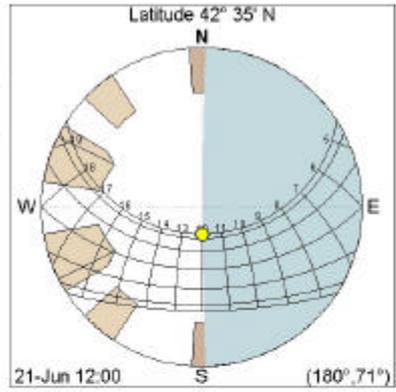
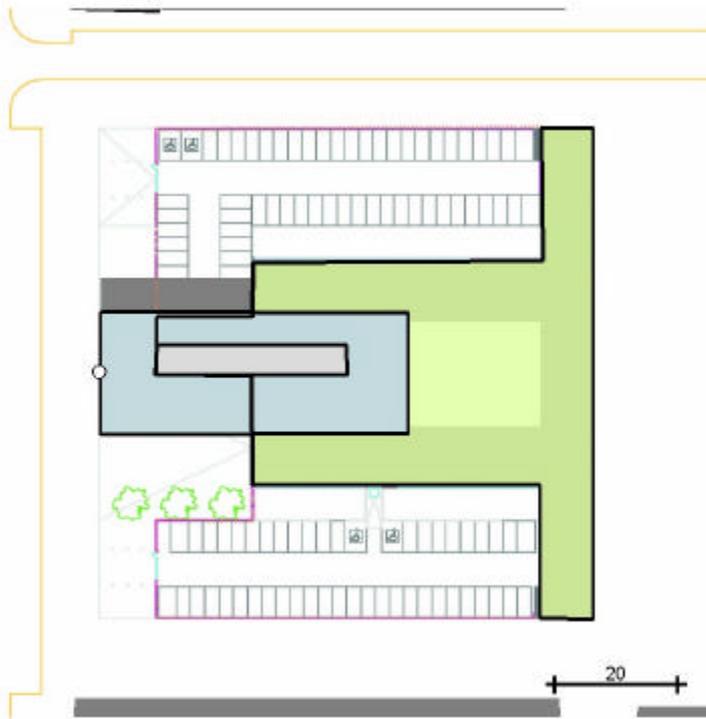
ESTUDIO SOLAR FACHADA F16



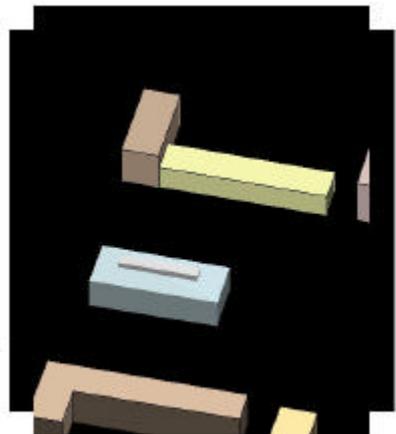
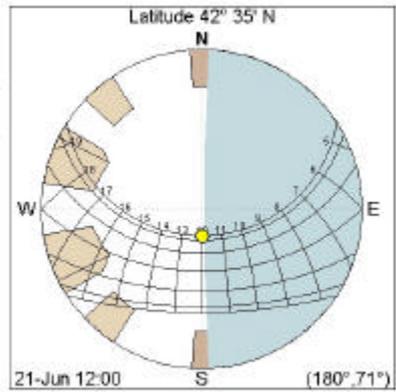
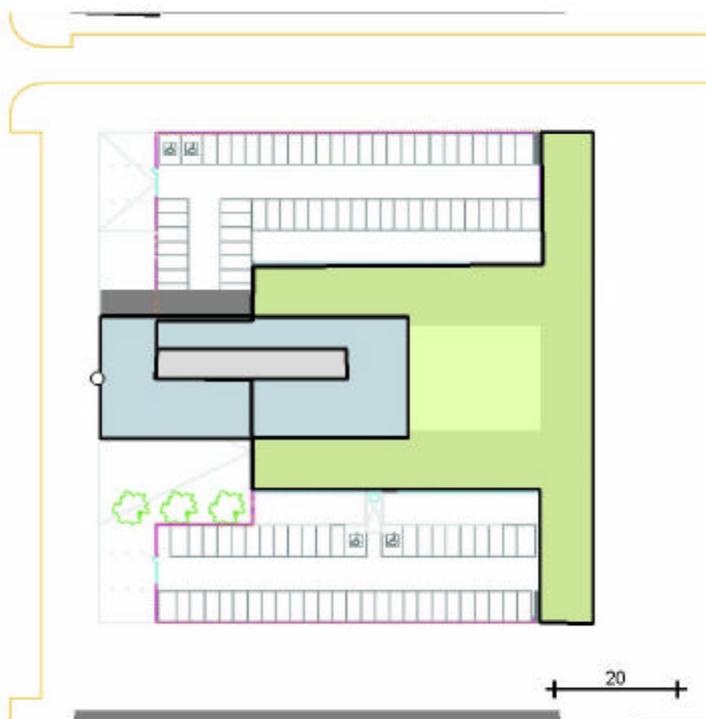
NOMENCLATURA FACHADAS TORRE



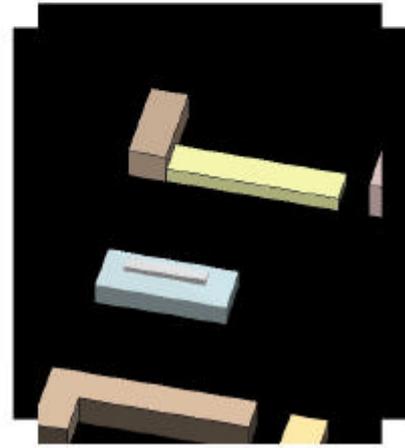
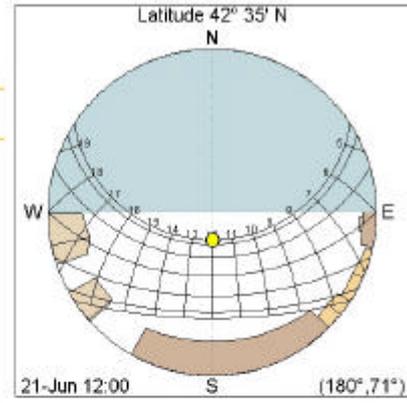
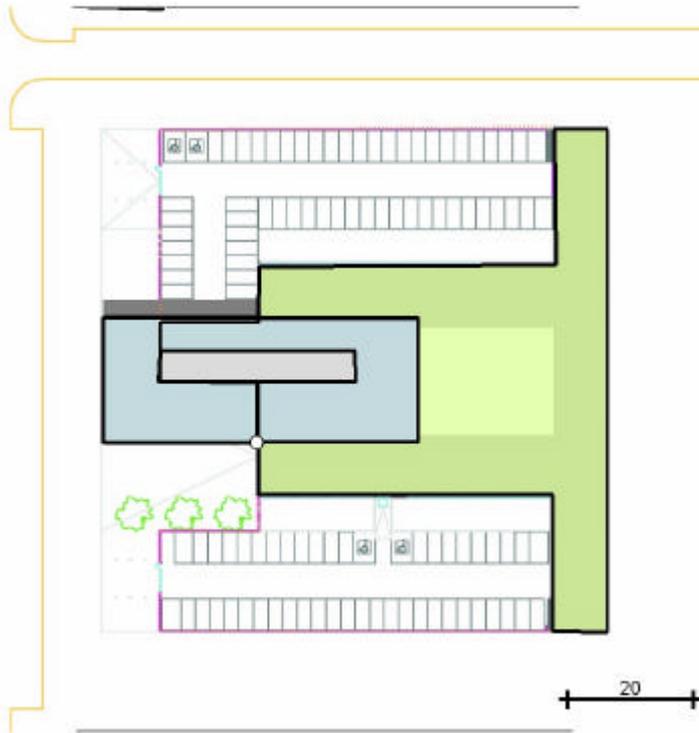
ESTUDIO SOLAR FACHADA FT1



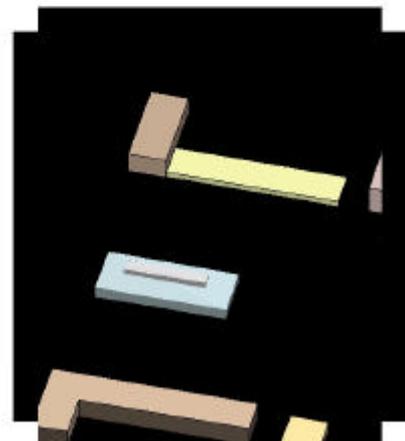
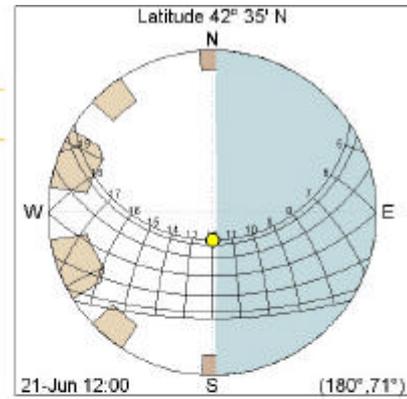
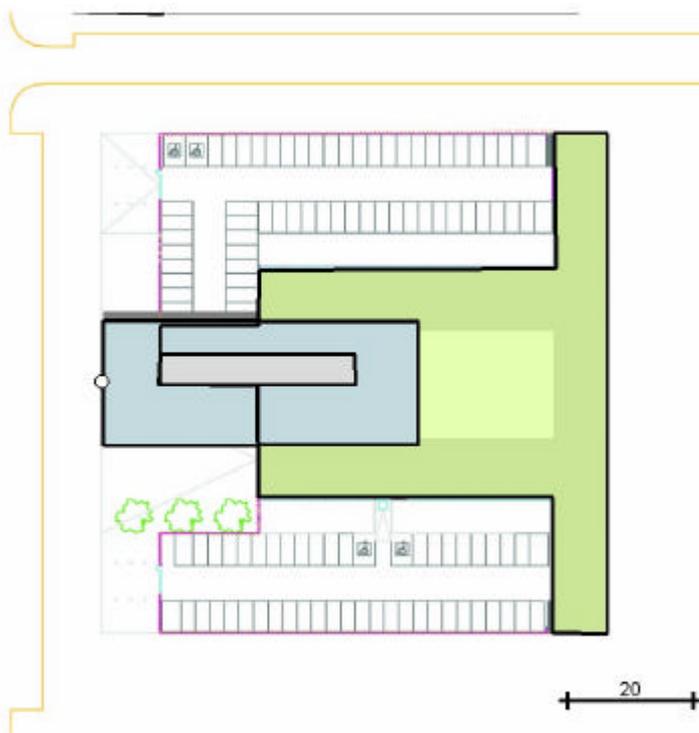
PLANTA 1<sup>a</sup>



PLANTA 2<sup>a</sup>

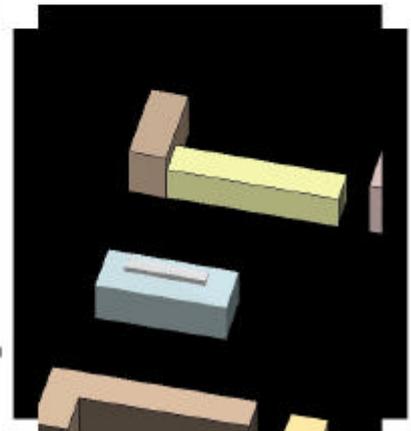
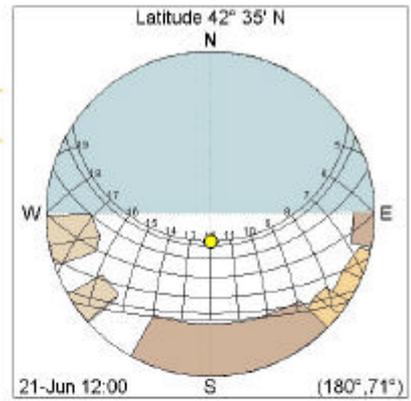
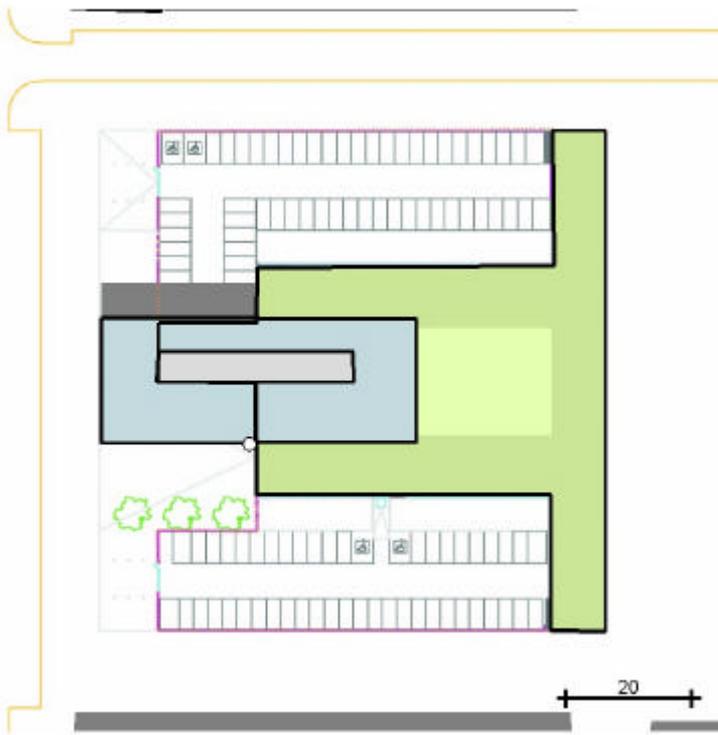


PLANTA 3ª

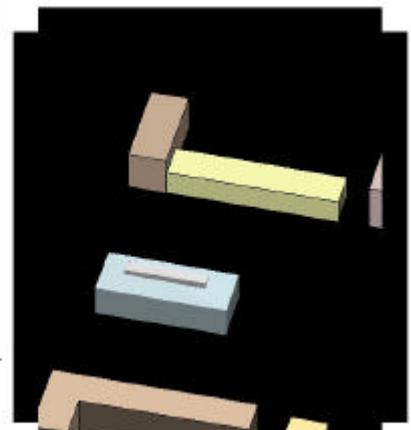
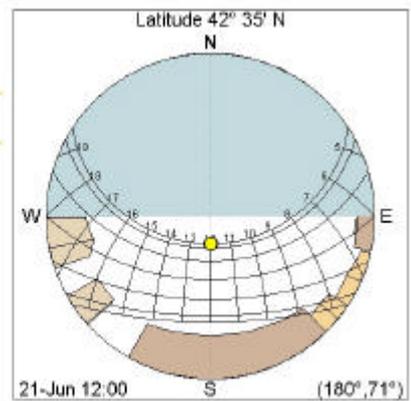
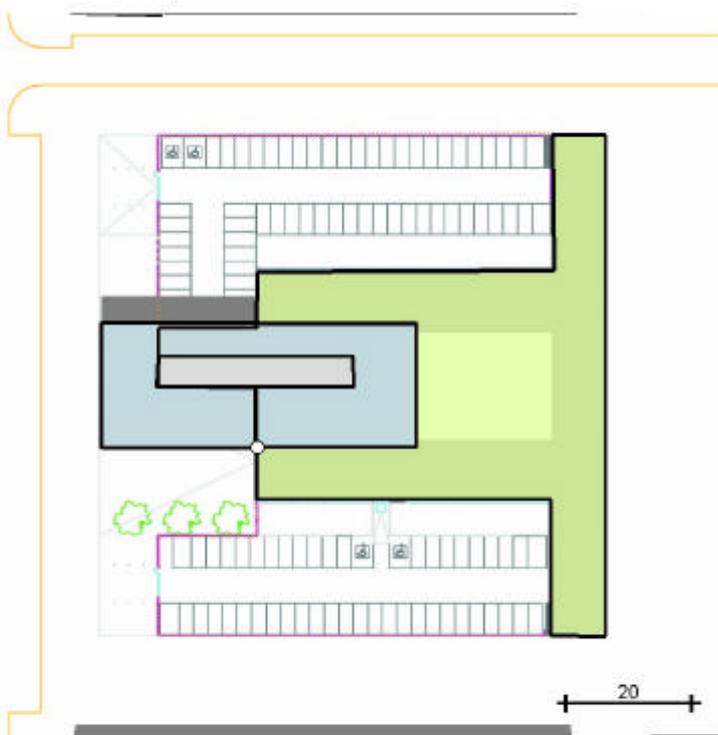


PLANTA 4ª

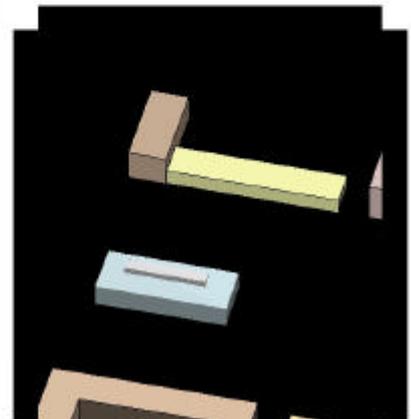
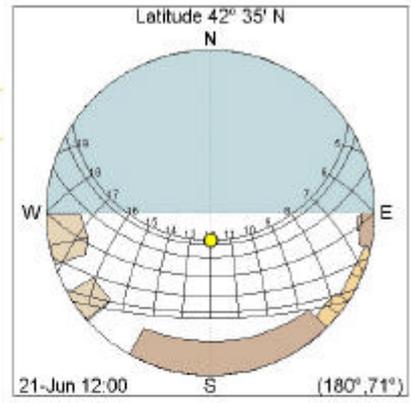
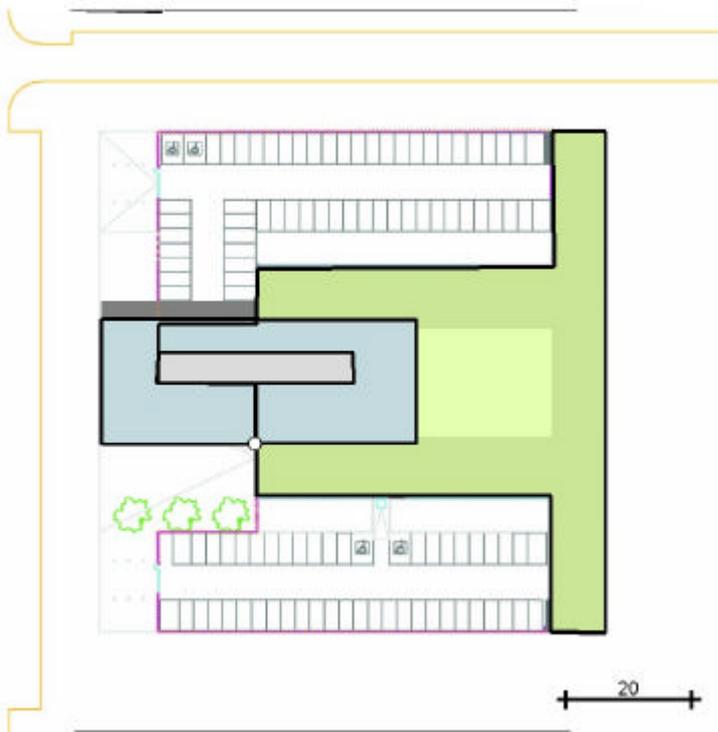
ESTUDIO SOLAR FACHADA FT2



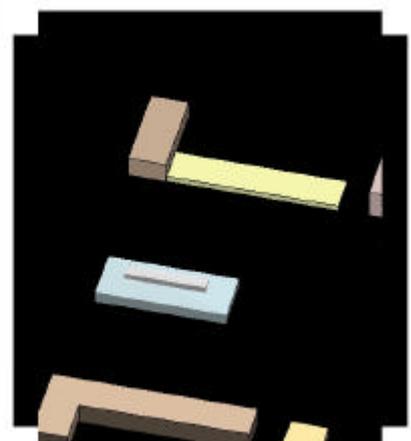
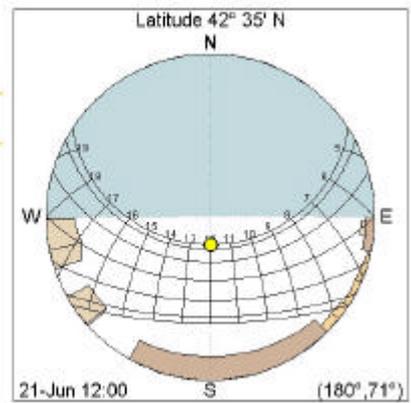
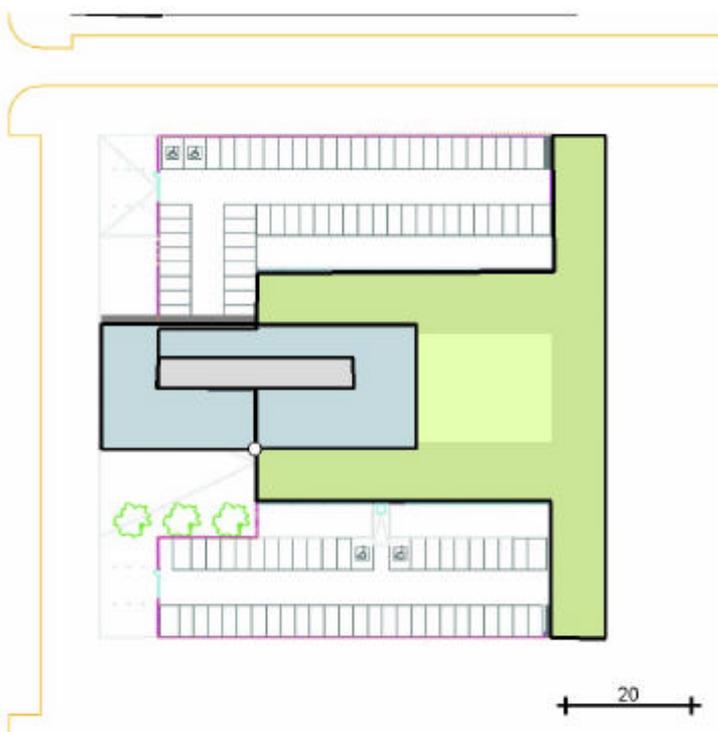
PLANTA 1ª



PLANTA 2ª

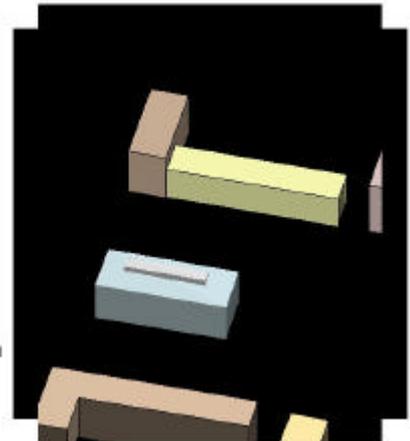
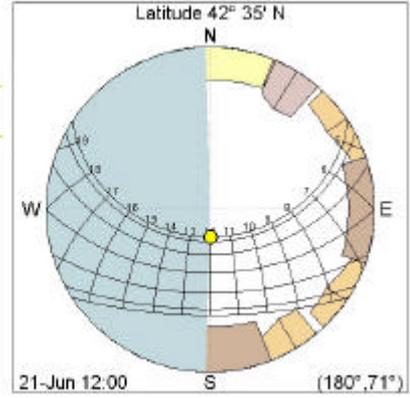
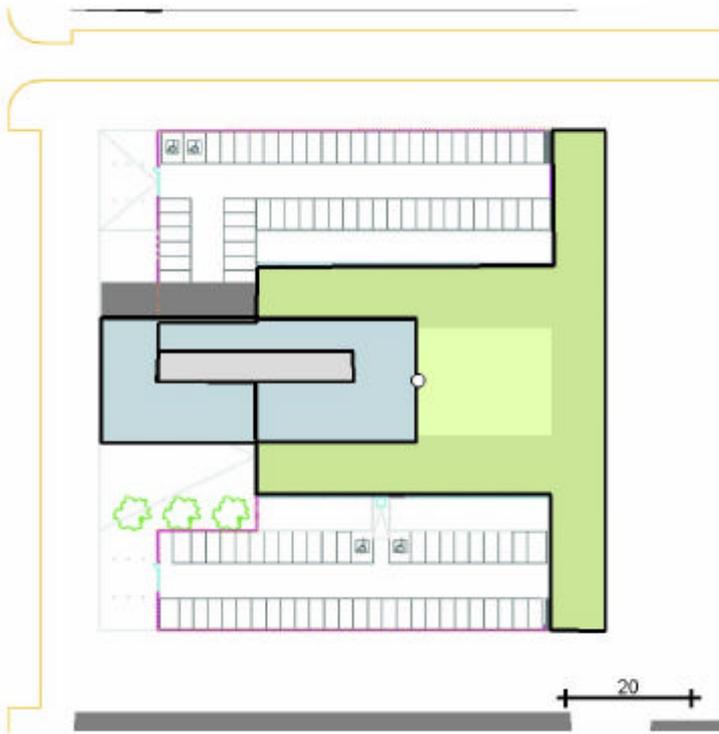


PLANTA 3ª

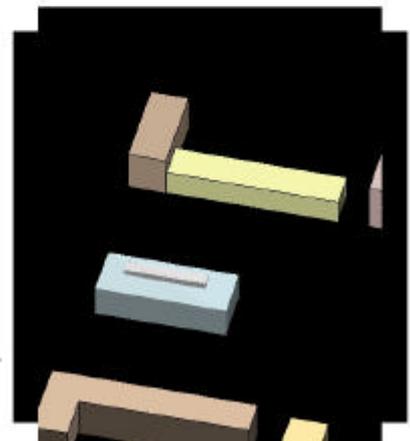
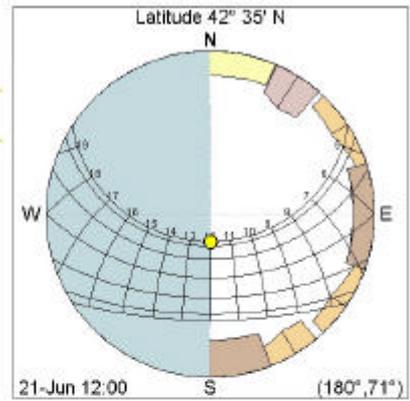
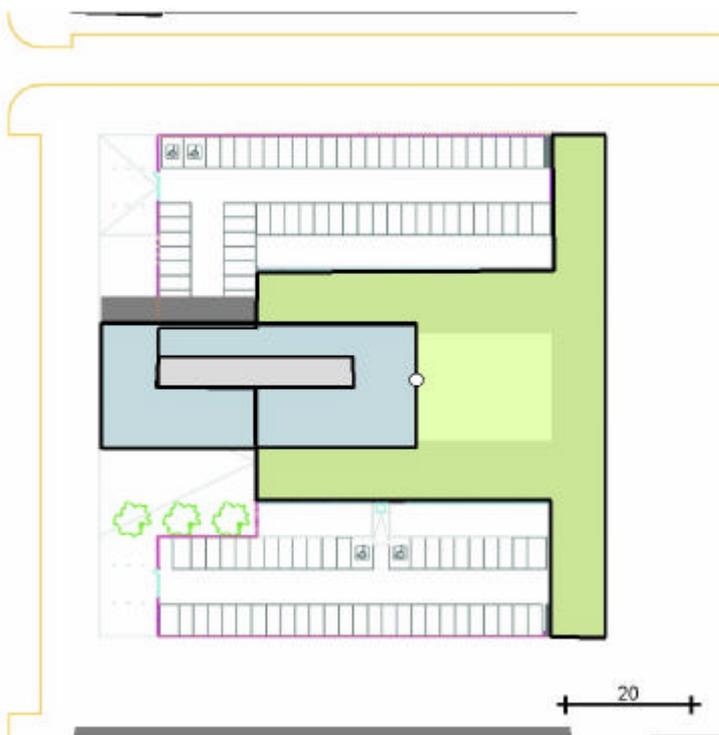


PLANTA 4ª

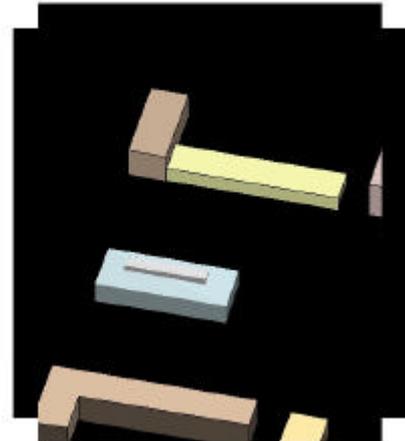
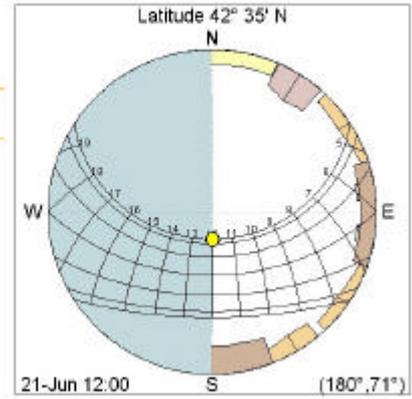
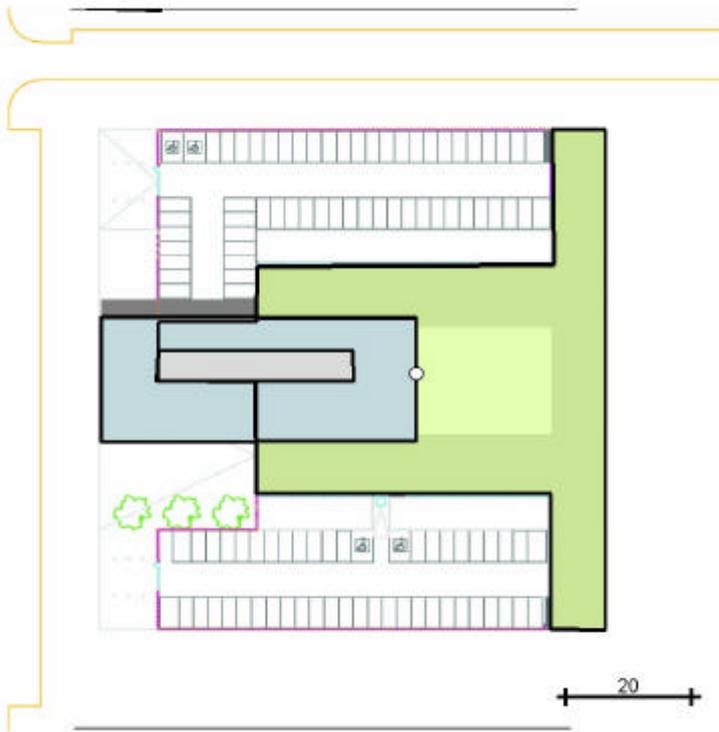
ESTUDIO SOLAR FACHADA FT3



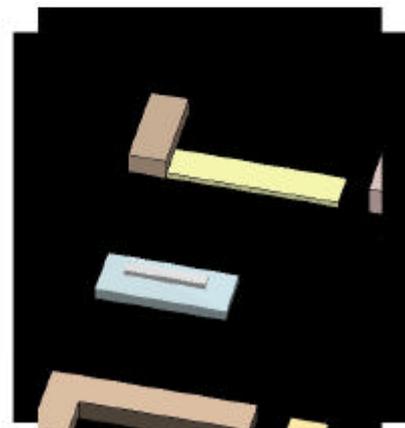
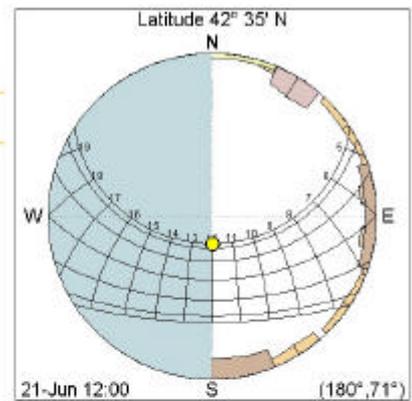
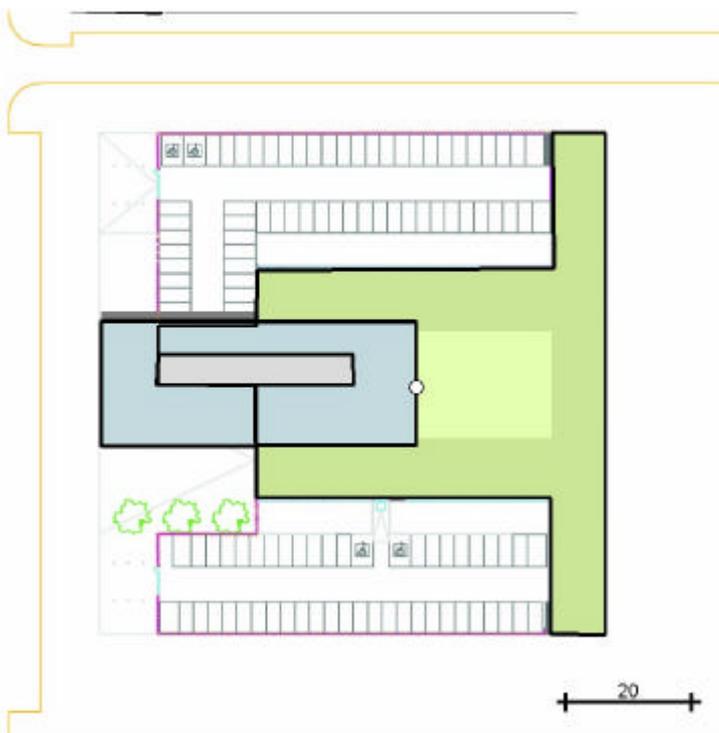
PLANTA 1ª



PLANTA 2ª

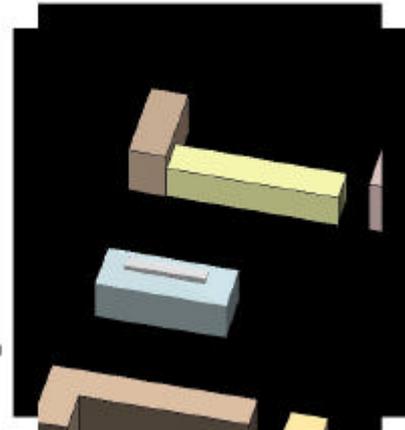
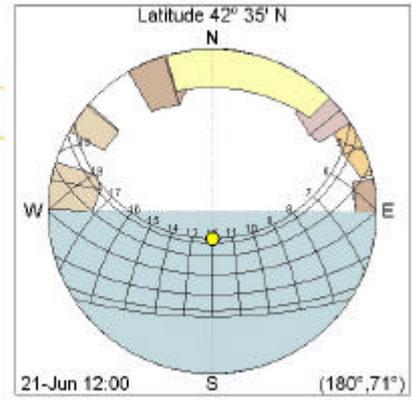
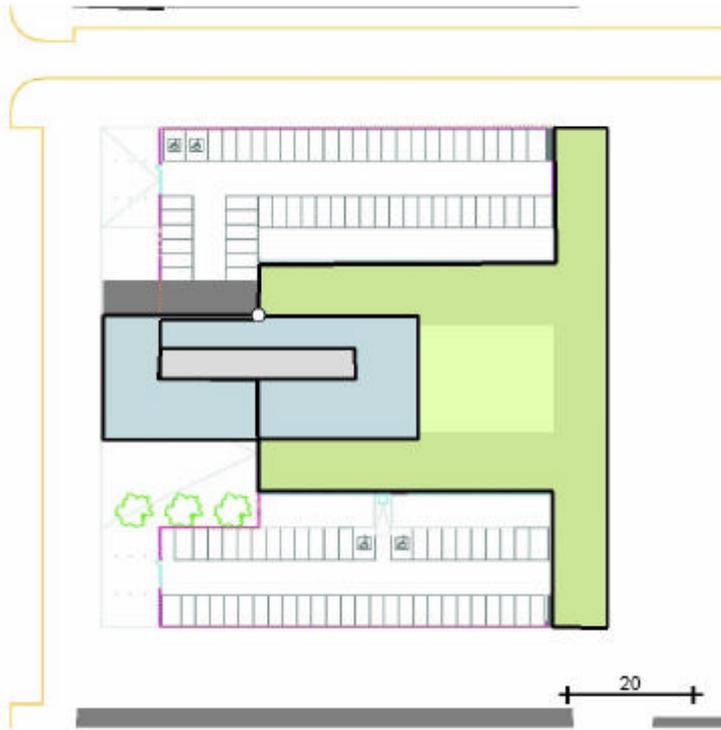


PLANTA 3ª

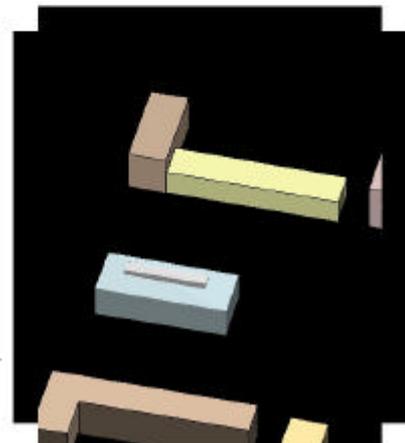
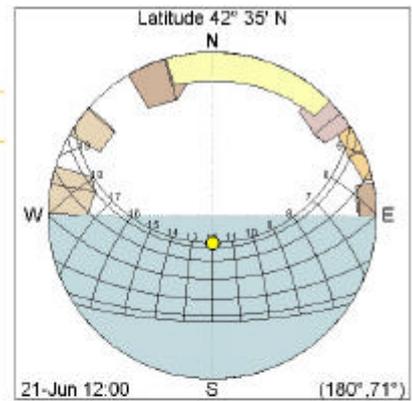
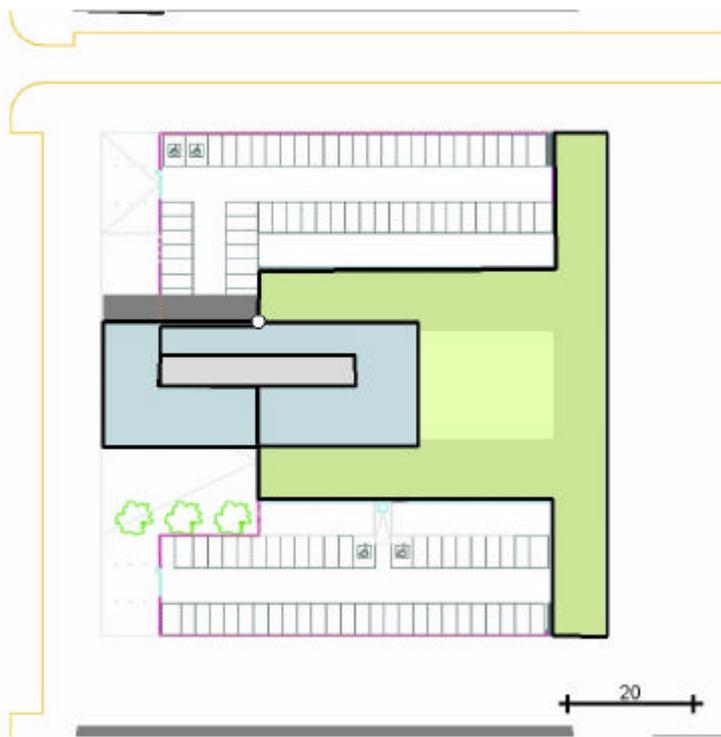


PLANTA 4ª

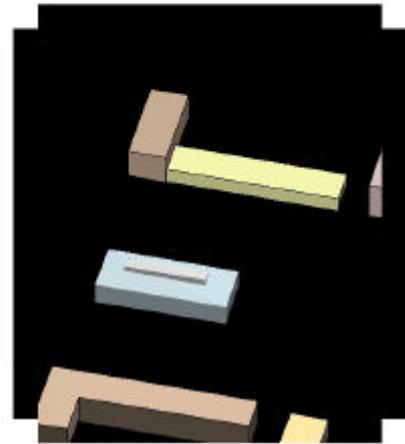
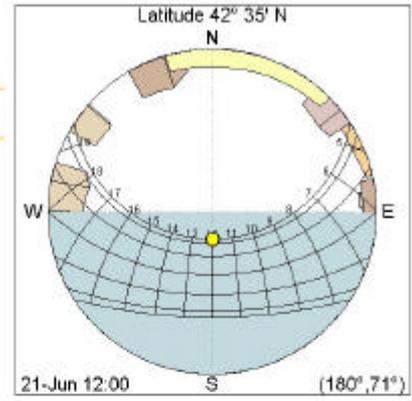
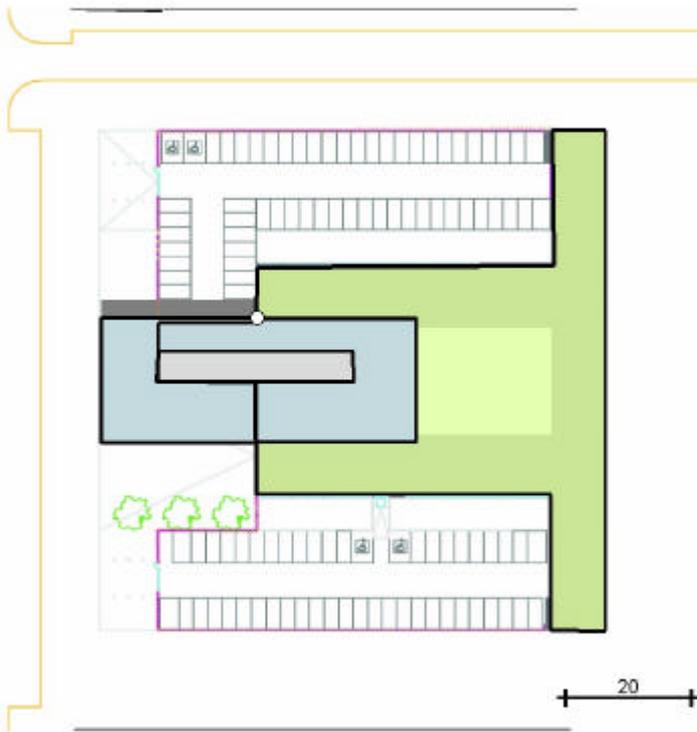
ESTUDIO SOLAR FACHADA FT4



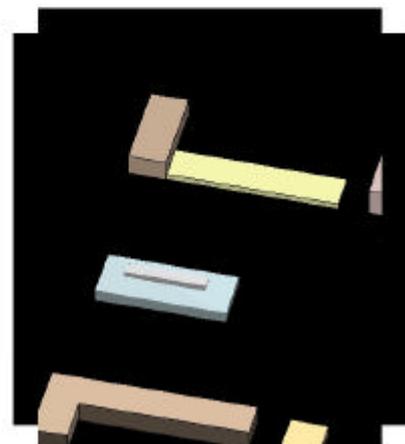
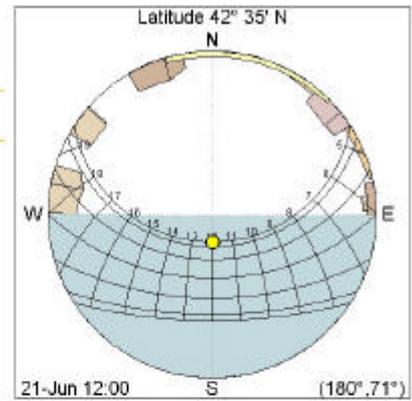
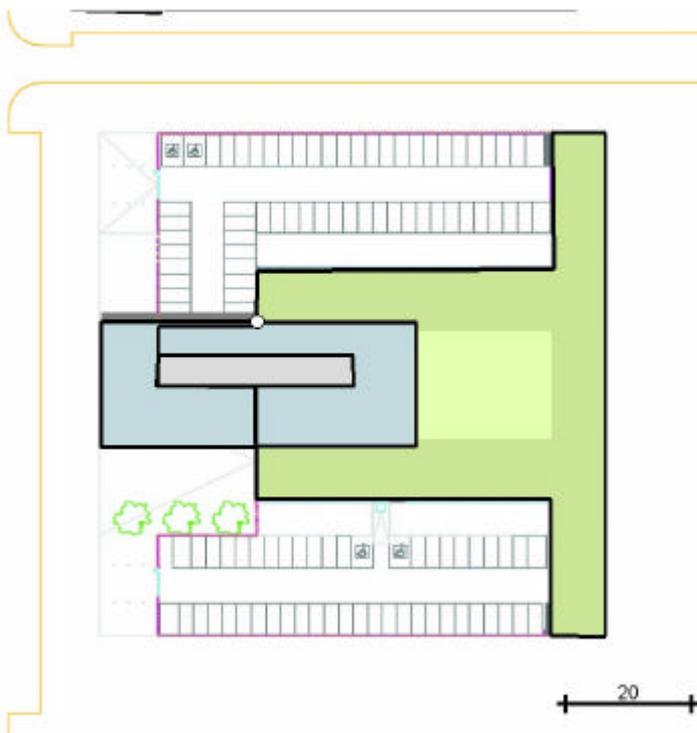
PLANTA 1ª



PLANTA 2ª



PLANTA 3ª



PLANTA 4ª