

## **revista de edificación**

### **Volumen 39-40**



Re 39-40

Texto completo en castellano, resúmenes en inglés  
Portada en color, interior en blanco y negro y color  
Números publicados: 38  
Formato: 29,7 x 23 cm  
Precio: 18 €  
ISSN: 1138-5596  
Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra

## **Revista de Edificación**

Re, Revista de Edificación, ha pretendido, desde su nacimiento, servir de cauce y estímulo para la divulgación de trabajos de investigación universitarios centrados en el ámbito de la edificación.

Es una publicación dedicada a la difusión de estudios científicos encuadrados en el área que ocupa la dimensión constructiva de la Arquitectura, y pretende abrir un espacio a menudo no atendido por las revistas profesionales, dedicadas fundamentalmente a sus aspectos compositivos, visuales, plásticos y gráficos, y las revistas de construcción resultantes de la acumulación de informaciones técnico- comerciales.

Su perfil científico-técnico y su organización temática y sectorial hacen que tenga un interés específico de cara a la profundización en el comercio de los aspectos materiales de la Arquitectura.

COMITÉ CIENTÍFICO / *SCIENTIFIC COMMITTEE*

Eduardo Bayo, Universidad de Navarra / Manuel Blasco, Universidad de Navarra / Juan Echeverría, Universidad de Navarra, Universidad San Pablo-Ceu / Luis Maldonado, Universidad Politécnica de Madrid / Iván Nevzgodin, Universidad de Delft / Domingo Pellicer, Universidad de Navarra / Bárbara Rangel, Universidad de Oporto / Joao Álvaro Rocha, Universidad de Navarra / Ana Sánchez-Ostiz, Universidad de Navarra / José L. Torero, Universidad de Edimburgo / Marina Vidaurre, Universidad de Navarra

CONSEJO EDITORIAL / *EDITORIAL BOARD*

Rubén A. Alcolea, César Martín Gómez, José Manuel Pozo

DIRECCIÓN / *DIRECTION*

César Martín Gómez

COORDINACIÓN / *COORDINATION*

Marina Vidaurre, Carlos Berrián

MAQUETACIÓN / *GRAPHIC DESIGN*

Carlos Berrián, Daniel Redín, Eduard Codinach

EDICIÓN, REDACCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y PUBLICIDAD / *EDITION, EDITORIAL STAFF, DISTRIBUTION AND PUBLISH*

Departamento de Edificación, Departamento de Estructuras, Departamento de Proyectos, Departamento de Urbanismo

E.T.S. de Arquitectura. Universidad de Navarra  
31080 Pamplona  
Tlf. 948 425600 (ext. 2730). Fax 948 425629  
www.unav.es/arquitectura/publicaciones  
spetsa@unav.es

IMPRESIÓN / *PRINTING* Litografía IPAR S. L.

DEPÓSITO LEGAL NA 063-2011

ISSN 1138-5596

PRECIO 18 €



Estación Marquês  
Eduardo Souto de Moura

La Dirección de la Revista no acepta responsabilidades derivadas de las opiniones o juicios de valor de los trabajos publicados, las cuales recaerán exclusivamente sobre sus autores. Esta publicación no puede ser reproducida total o parcialmente por ningún medio sin la autorización expresa por escrito de los autores. Re ha procurado contrastar las fuentes de todas las imágenes y notas al pie utilizadas en este número. Pedimos disculpas por cualquier error u omisión.

*The criteria expressed in the different articles of this issue are the exclusive responsibility of their authors and do not necessarily reflect the opinions of the Management and Editor of this review. No part of this work covered by the copyright hereon may be reproduced or used in any form or by any means, graphic, electronic or mechanical, including photocopying, recording, taping or information storage and retrieval systems without written permission from the publisher. Re has attempted to trace and acknowledge all sources of images and endnotes used in this issue and apologizes for any errors or omissions.*

Fe de erratas: en el número 38 de Re aparece en la página 40 una imagen que fue cedida por IDOM; debemos aclarar que esta imagen es resultado de los estudios realizados por Labein - Tecnalia. En la nota 4 de la página 43 se hace referencia a una ingeniería externa especializada en fuego, que es Labein - Tecnalia.

**METRO DE OPORTO**

- 6 Los nuevos iconos de la movilidad: hacia un nuevo *urbanismo*  
EDUARDO ROJO
- 14 Estación São Bento  
ALVARO SIZA
- 30 Estación Aliados  
EDUARDO SOUTO DE MOURA
- 38 Estación Trindade  
EDUARDO SOUTO DE MOURA
- 46 Estación Bolhão  
EDUARDO SOUTO DE MOURA
- 52 Estación Casa da Musica  
EDUARDO SOUTO DE MOURA
- 60 Estación Marquês  
EDUARDO SOUTO DE MOURA
- 66 Estación Combatentes  
EDUARDO SOUTO DE MOURA
- 76 Estación Salgueiros  
EDUARDO SOUTO DE MOURA
- 82 Funicular Guindais. Batalha - Ribeira  
ADALBERTO DIAS
- 90 Estación Polo Universitario  
ADALBERTO DIAS

**VIVIENDA COLECTIVA**

- 96 Edificios residenciales en el distrito Ecoparc de Neuchâtel  
EMMANUEL REY

**PEQUEÑA CONSTRUCCIÓN**

- 110 Casa TOT  
FERNANDO OÍZA, MICHEL ARAUZO, ENRIQUE KAHLE

**INVESTIGACIÓN**

- 120 Ventilación en viviendas: el reto de una ventilación eficaz y eficiente  
VÍCTOR J. DEL CAMPO, JON TERÉS
- 128 Evacuación de aguas en el marco del CTE: un enfoque prestacional  
JUAN ECHEVERRÍA
- 134 El conocimiento arquitectónico en la era de la información: los repositorios digitales  
LEANDRO MADRAZO
- 142 Lesiones y rehabilitación de las instalaciones de fontanería y saneamiento en edificios destinados a viviendas  
ALBERTO MEISS, JESÚS FEIJÓ

**ENGLISH ABSTRACTS**

## PRESENTACIÓN

CÉSAR MARTÍN GÓMEZ



La Revista de Edificación viene editándose en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra, con la participación activa de sus profesores y alumnos, desde 1987. En estos veinticuatro años, todo lo relacionado con la formación y la profesión del arquitecto y el aparejador ha evolucionado considerablemente, de hecho, ha pasado a hablarse del arquitecto y del ingeniero de edificación (por mucho miedo que este último término suscite en determinados sectores).

De la profesión no hablaremos aquí, la crisis omnipresente en estos tiempos ha generado un aluvión de noticias y opiniones que permiten, mejor o peor, comprender –a veces– qué está sucediendo.

Pero sobre la formación sí que hemos de hablar, y más dado el origen universitario y no profesionalizado de esta publicación, pues apenas se encuentran discursos propositivos serios, que apuesten por alternativas potentes dentro del ‘buenismo’ mal interpretado que algunos hacen del Proceso de Bolonia.

Y sin embargo, la investigación universitaria, la investigación en la edificación nacida en las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería de Edificación, está llamada a cobrar un papel relevante que afectará, completando el círculo, a la profesión.

En esta dinámica, las revistas indexadas con revisión por pares, se convierten en la herramienta homogeneizadora, la vara de medir común, para los investigadores. La Revista de Edificación, después de 38 números publicados, no se va a reinventar, pero sí se va a adaptar, como no cabía que fuera de otra manera, a este nuevo escenario, como ya hizo hace algunos años su hermana, la Revista de Arquitectura, también editada en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra.

Este doble número que se presenta es el primero de esta lógica transición. Tal vez el lector no aprecie cambios con respecto a números anteriores, puesto que se mantiene el esquema de [proyecto principal + viviendas + pequeña construcción + artículos técnicos], o tal vez pueda reseñarse la componente urbana de este número, pero el gran paso adelante está en los artículos técnicos, pues la dinámica de la revisión ciega por pares, eleva un grado más el espíritu de excelencia perseguido por los responsables de la revista a lo largo de estos años.

Además, la casi nula existencia de revistas indexadas en este área de la edificación, que recojan la investigación en campos como la construcción, las estructuras, la protección contra incendios, las instalaciones o la energía, ha animado a publicar este doble número. Confiamos desde la modestia, pero también desde el deseo de superación, que se convierta en una revista de referencia para los profesionales, estudiosos y estudiantes del proceso edificatorio en lengua española.



# EDIFICIOS RESIDENCIALES EN EL DISTRITO ECOPARC DE NEUCHÂTEL

Emmanuel Rey

*El distrito del Ecoparc significa la creación de un nuevo y denso hub urbano multi-funcional, al regenerar un páramo en la vecindad inmediata de la estación de tren de Neuchâtel, Suiza. Las viviendas creadas dentro de este marco han sido concebidas con la mirada puesta en la arquitectura sostenible, caracterizada de manera sobresaliente por una integración cuidadosa con el lugar, alentando una amplia diversidad tipológica, el uso de los recursos climáticos locales, y un reducido consumo de energías no renovables y una alta calidad ambiental.*

## 1. LA REGENERACIÓN URBANA COMO ALTERNATIVA AL URBANISMO DISPERSO

La visión del equilibrio subrayado por el concepto de desarrollo sostenible alienta el llamar la atención sobre el razonamiento detrás del desarrollo del entorno construido en las últimas décadas. Más allá de cuestiones puramente estéticas, los proyectos contemporáneos de arquitectura de hoy en día incluyen, por lo tanto, amplios desafíos mucho más allá de la estricta disciplina arquitectónica. Deben contribuir a la ciudad sostenible a través de la acción de construir: calidad espacial en la vida cotidiana, gestión de recursos no renovables, minimización del impacto medioambiental, crecimiento del equilibrio socio-cultural y la generación de procesos económicamente eficientes.

En esta conjunción entre reflexiones teóricas y experimentación práctica, las cuestiones de densificación ocupan un lugar predominante. La explosión de las conurbaciones hacia una yuxtaposición de periferias con crecimiento descontrolados, a menudo caracterizadas por un planeamiento caótico, proporciona sin duda una multitud de efectos negativos a todos los niveles, medioambientales, socio-culturales y económicos.

El crecimiento urbano desmesurado se vincula inicialmente con el uso irracional del suelo que no solo debe considerarse como un desperdicio de recursos del suelo pero también añade presión dañina sobre el paisaje. La segregación de las funciones urbanas también conlleva un aumento de la degradación medio ambiental, especialmente vinculada al aumento de las distancias a recorrer y el creciente aumento del uso del transporte individual. Las largas

distancias que separan las zonas residenciales, terciarias, comerciales, y de recreo son aún frecuentes y muchos habitantes son casi totalmente dependientes de sus vehículos privados, con grandes consumos de energía, con todos los problemas inherentes de la congestión urbana y la polución atmosférica y sonora<sup>1</sup>.

El crecimiento urbano también comporta un aumento del impacto medioambiental ligado a la construcción y explotación de las redes de infraestructuras. A pesar de los esfuerzos realizados para extender las redes de alcantarillado, transporte, y suministros, algunas áreas periféricas aún son peores que otras, conllevando el reconocimiento de la disparidad económica y la fragmentación social. Al mismo tiempo, los centros históricos pierden su potencial fiscal y atraen habitantes de estratos sociales cada vez más bajos que requieren mayores servicios sociales. Desde un punto de vista socio-cultural, la urbanización dispersa aparece como una estructura generalmente frágil, en contradicción con una visión de equilibrio a largo plazo. Para una comunidad que es en su conjunto demográficamente constante, una aglomeración dispersa generará una creciente disparidad social y un aumento del coste de su funcionamiento<sup>2</sup>.

Enfrentados a este estado de la cuestión, durante más de una década la política pública en la mayor parte de los países europeos ha tendido a promocionar estrategias territoriales basadas en la densificación de la trama urbana existente. Esto quedaba reflejado en ubicuos eslogans como “Crecimiento interior” o “Reconstruir la





ciudad dentro de la ciudad”; pero tras estas frases hechas, centrarse en la densificación resultaba ser un gran desafío en términos de calidad para el arquitecto. Desde luego que debemos recuperar las zonas degradadas y los solares vacíos; se deben crear nuevas áreas en los intersticios del tejido existente y zonas densamente pobladas deben ser transformadas. Algunos analistas enfatizan que el fenómeno de envejecimiento de una población que envejece en la mayoría de países Europeos, probablemente aumentará la demanda de vivienda en las ciudades en las próximas décadas<sup>3</sup>. Por lo tanto los proyectos de barrios sostenibles combinando la calidad de vida con la urbanidad no se justifican solo desde los aspectos medioambientales y económicos, sino también como respuesta a una gran cantidad de aspiraciones socio-culturales.

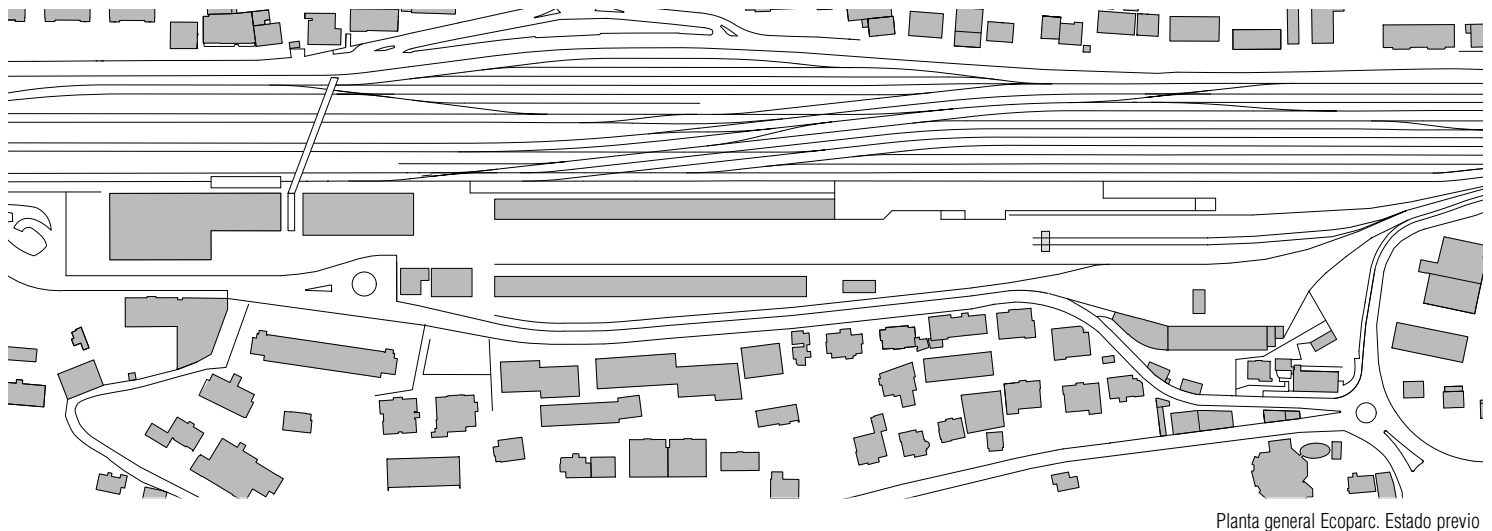
En el marco de la vivienda, se deberán desarrollar tipologías capaces de ofrecer una alternativa creíble en el contexto urbano a la vivienda aislada de los suburbios, al tiempo que se integran otras cuestiones medioambientales y socio-culturales inherentes a la arquitectura sostenible. La presentación de las viviendas creadas dentro del marco del distrito sostenible del Ecoparc de Neuchâtel resalta las cuestiones arquitectónicas, espaciales, tipológicas y técnicas en juego con este enfoque<sup>4</sup>.

## 2. UN LABORATORIO DE SOSTENIBILIDAD EN ACCIÓN

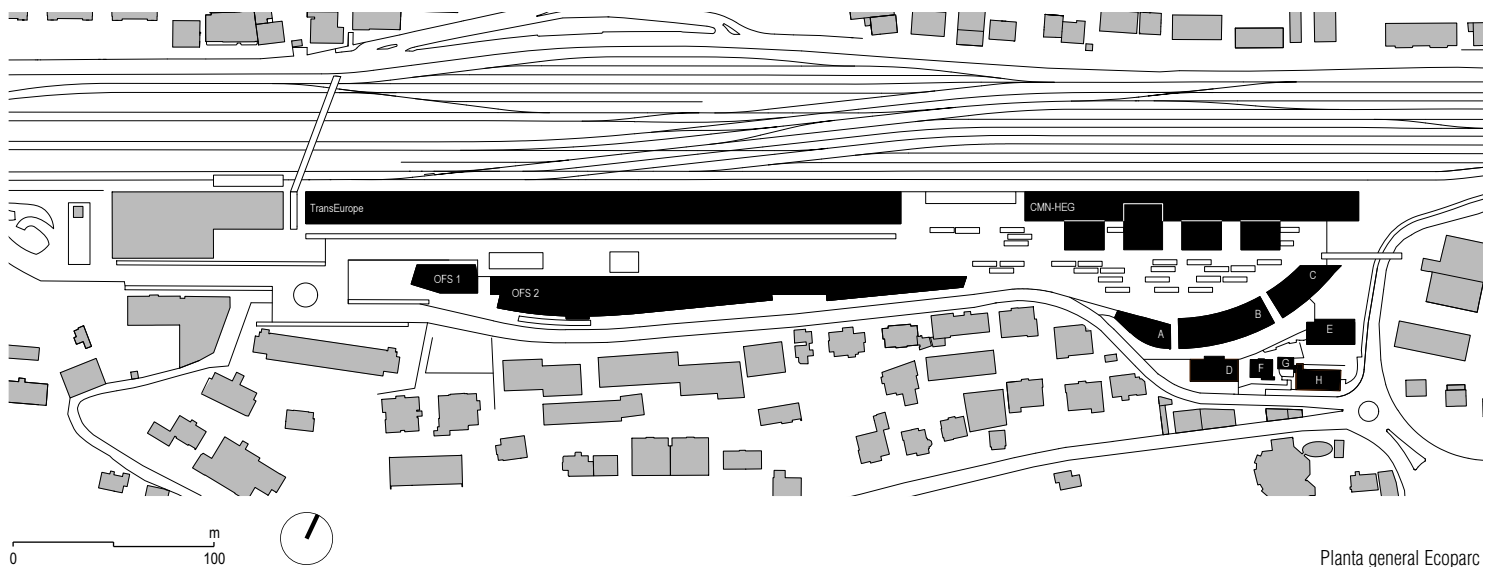
Darle forma a esta necesidad de densificación mediante la revitalización de un páramo urbano de unas 4 hectáreas en la estación de tren de Neuchâtel, el proyecto Ecoparc representa la creación de un nuevo barrio cuyo perímetro incluye de manera notable la Oficina Federal Suiza de Estadística (FOS), un antiguo edificio industrial reconvertido en *lofts* y viviendas de nueva creación, escuelas y bloques poli funcionales.

El potencial de desarrollo urbano del solar se hizo latente por primera vez en 1990 cuando Bauart ganó el concurso para la construcción del edificio FOS y la densificación del área circundante. El concurso originó entonces una serie de proyectos coordinados. Por una parte, la nueva sede de FOS se desarrolló integrando una serie de enfoques pioneros al respecto de la construcción ecológica, proporcionando así un claro estatus de proyecto ejemplar para la integración de criterios de desarrollo sostenible. Por otra parte, los propietarios del inmueble le encargaron a Bauart que concibiera un proyecto para el desarrollo coherente de este sector, y coordinar el debate con la ciudad de Neuchâtel, que había otorgado a la zona el estatus de Polo de Desarrollo estratégico en su nuevo *masterplan*.

La primera fase del proyecto conllevó el dibujo de un plan general que adoptara el masterplan del barrio anticipando la creación de



Planta general Ecoparc. Estado previo



Planta general Ecoparc

una superficie construida de 75000 m<sup>2</sup>. A nivel morfológico, una característica específica de este nuevo hub urbano es que ha sido construido en una meseta creada especialmente para el ferrocarril al nivelar la antigua colina de Crêt-Taconnet a finales del siglo XIX. Al emplear la resultante geometría dual –rectilínea a lo largo de las vías y curva resiguiendo las costas del Lago de Neuchâtel– se estableció un dialogo entre los largos edificios que resiguen las vías, curvos sobre la meseta y variados por debajo de esta. Al enfatizar la silueta de las partes que componen un lugar se mejora el proyecto de un barrio entero al generar en su centro un área vacía destinada a la comunidad –el centro simbólico de una nueva urbanidad.

Desde el 2000, bastantes edificios han sido sucesivamente completados para revitalizar este nuevo y sostenible distrito poli funcional, siguiendo los principios del primer edificio de FOS a nivel de barrio entero. Esto comporta la ampliación del edificio FOS en forma de torre de 15 plantas como hito para el nuevo distrito, una serie de edificios residenciales y bloques comerciales que abarcan casi 100 apartamentos y un gran número de oficinas privadas, así como dos edificios escolares denominados “Campus Arc”.

Más allá de aspectos relacionados con la densificación urbana y la movilidad, el proyecto también integra muchas otras dimensio-

nes ligadas con el concepto de desarrollo sostenible, en especial la minimización del consumo energético, el uso de energías renovables, la gestión del confort del usuario priorizando los métodos pasivos, la diversidad tipológica residencial que favorezca la mezcla inter-generacional y la instalación de sinergias funcionales. El proyecto del Ecoparc, con la duración y el alcance de un distrito entero, representa un experimento práctico de sostenibilidad donde la complejidad operativa requiere una cierta cantidad de inventiva no solo en el plano espacial y su expresión pero también en los diversos procesos desarrollados para aglutinar a todos los agentes implicados en dicha realización<sup>5</sup>.

### 3. INTEGRACIÓN MORFOLÓGICA

Es interesante señalar que la primera fase de los edificios residenciales se desarrollo inicialmente dejando de lado, hasta cierto punto, cuestiones inmobiliarias. Este original enfoque fue aprobado por los propietarios que deseaban contribuir conjuntamente al desarrollo de un proyecto coherente en todo su conjunto. Este enfoque afectaría en primer lugar a la reflexión de los volúmenes más apropiados para el lugar, y decidir más tarde un reparto equitativo



entre los propietarios, teniendo en cuenta la superficie de las parcelas, la densidad edificatoria de cada solar y también un cierto coeficiente de calidad.

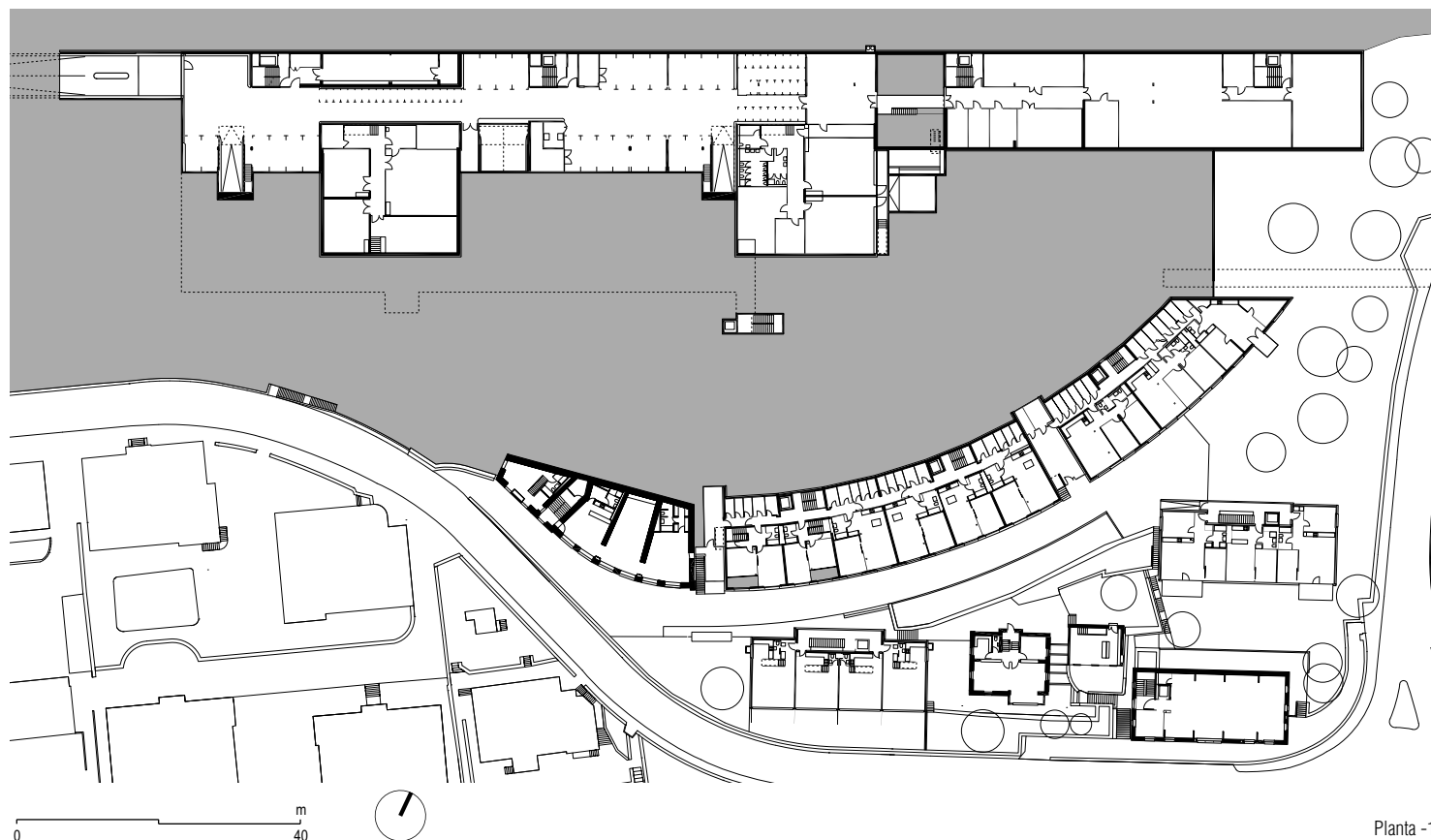
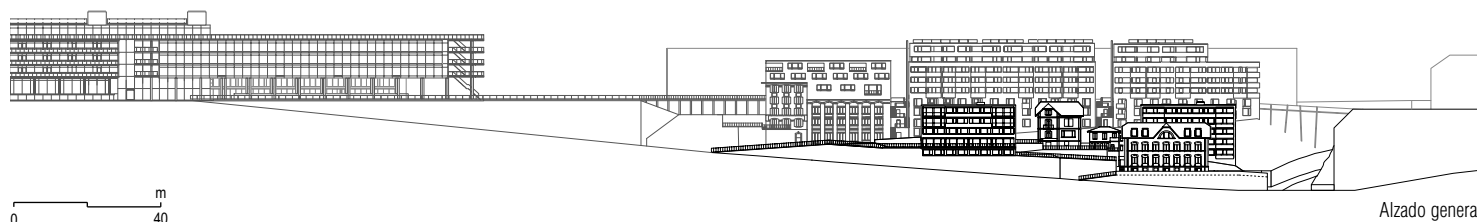
Fue entonces posible convencer a los propietarios de la parte baja del solar a ceder parcialmente su derechos de construcción que los autorizaba a construir hasta una altura de 20 metros en la cornisa de esta zona industrial. Por su parte, estos propietarios recibirían una porción de tierra de los propietarios de la zona alta del solar, consiguiendo de esta manera construir nuevos volúmenes sin menoscabar la calidad del conjunto u obstruir la vista desde los bloques del nivel superior. El volumen resultante se adaptó correctamente al lugar, tejiendo vínculos morfológicos con el área urbana circundante y garantizando una calidad óptima para todos los apartamentos. Este proceso organizativo, que necesitó de cantidad de reuniones coordinadas por el despacho de los arquitectos, nos proporcionó la posibilidad de alcanzar una solución integral que fuera aceptable por todas las partes y no conllevará intercambios económicos entre los propietarios.

El primer grupo de edificios residenciales se sitúa parcialmente a lo largo de la cima del viejo altiplano del ferrocarril, resiguiendo su forma curva. Incluye un edificio de 8 plantas construido contra la meseta que incluye la yuxtaposición de un antiguo

almacén (con fecha de 1910 y ampliado durante los 50) reconvertido en lofts, así como dos nuevas edificaciones construidas tras el primer edificio. Este emplazamiento ofrece a sus habitantes una vistas óptimas del solar y el soleamiento. La estricta continuidad del nivel de la cornisa de los tres edificios significa que el volumen encajará de manera precisa con el lugar, resaltando los límites exteriores de la meseta.

El segundo grupo está conformado con dos bloques más pequeños y tres edificios reconvertidos —una fábrica, una villa y un pabellón exterior— conformando un denso conjunto sobre la colina que teje vínculos morfológicos con la trama urbana circundante. Este conjunto construido encaja en una red de terrazas y caminos bordeados por muros de contención que recuerdan los viejos muros de los viñedos. Algunos de estos muros albergan actividades diversas, oficinas iluminadas por altas ventanas horizontales; otras se proyectan ligeramente para permitir la colocación de una escalera, recortada en la piedra. Esto se completa con una serie de escaleras conectando las calles inferiores al altiplano de la estación, adaptadas a las aberturas entre los edificios curvos. Estos rasgos son particularmente característicos de la arquitectura de una población en la falda de la montaña como Neuchâtel y contribuye a la integración satisfactoria del proyecto en su contexto urbano en su sentido más amplio.





El lenguaje arquitectónico empleado atestigua el mismo espíritu continuista mientras que reafirma su contemporaneidad: el uso de altos muros hace claramente eco a la estructura de la antiguo depósito aduanero, pero la utilización de un enyesado liso y la forma horizontal de las amplias aberturas en franjas escalonadas llaman la atención como una rotunda afirmación de intervención contemporánea. La característica principal de las fachadas del edificio son las ventanas horizontales enmarcadas por grandes aberturas y balcones volados en ambos extremos. La imagen que se consigue es una por lo tanto una extrapolación de rasgos arquitectónicos de algunos de los edificios que flanquean las vías férreas.

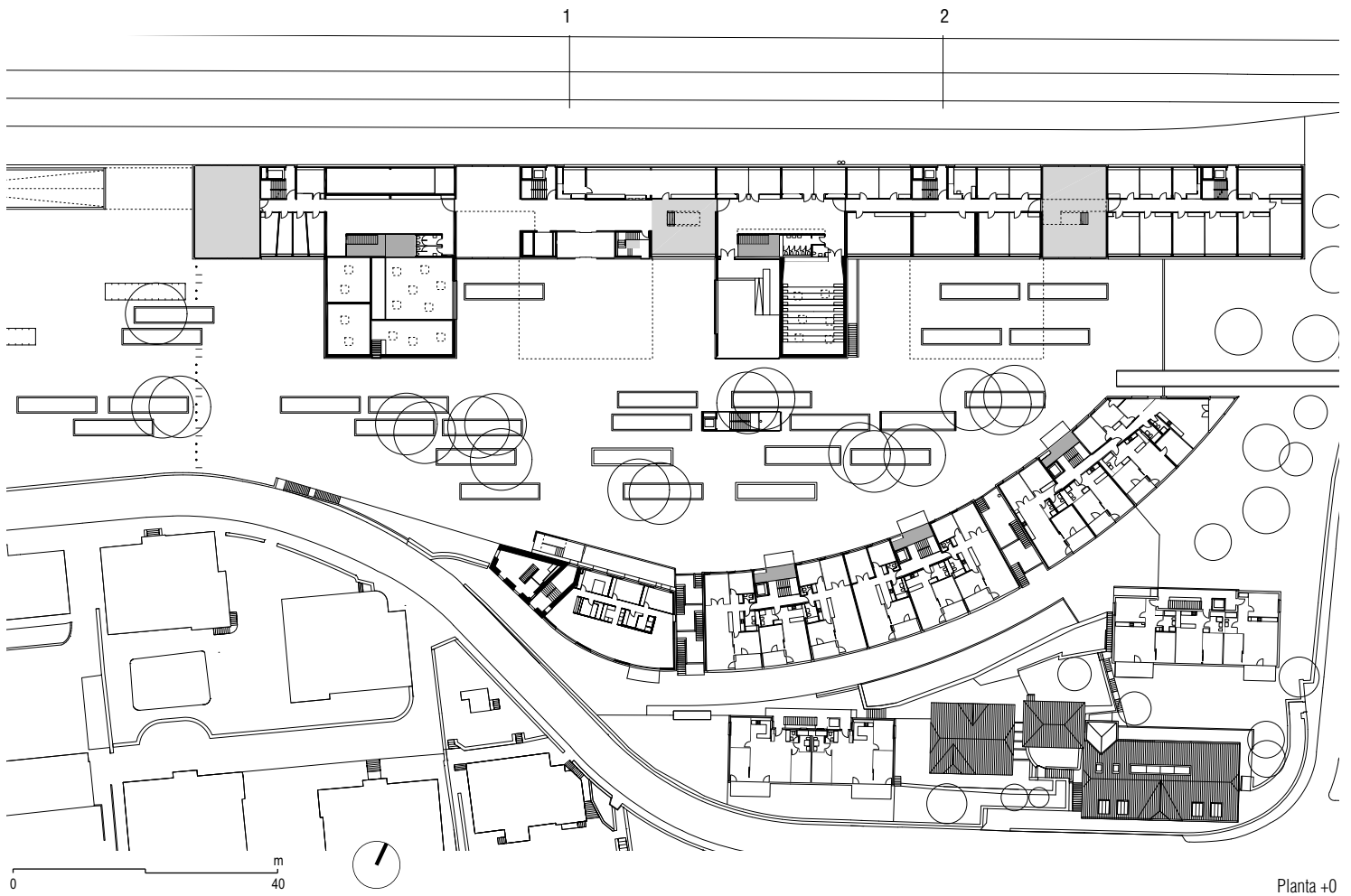
Se ha prestado una especial atención a la definición del estatus diferenciado de los espacios de transición entre las esferas públicas y privadas, para permitir una interacción social óptima. La concepción y disposición de las entradas a los diferentes edificios reciben por lo tanto una atención específica. Las escaleras de los edificios curvos, situadas en la fachada posterior, se colocan en unos importantes volúmenes verticales totalmente acristalados, disfrutando de esta manera de iluminación natural permanente y por encima de todo les confiere una permeabilidad visual que sitúa estas áreas de transición en contacto directo con el mundo exterior y las zonas públicas de ocio.

El hall de acceso en los edificios más bajos consiste en una disposición de cajas de escalera rectas y pasajes que materializan la progresiva transición desde el vecindario hasta la vivienda, mientras que los vidrios traslucidos y el acabado basto de pavimentos y muros proporcionan la sensación de estar tanto al interior como al exterior.

#### 4. DIVERSIDAD TIPOLOGICA DE LA VIVIENDA

Una de las mayores aspiraciones socio-culturales del proyecto es proporcionar una óptima calidad de vida. Esto se consigue mediante un alto grado de confort de los apartamentos y mediante el particular cuidado que se le otorga al espacio exterior donde una tipología porticada proporciona posibilidades de mayor privacidad. Desarrollar una zona pública en el centro del barrio, reservada exclusivamente para peatones y movilidad blanda, y la proximidad de equipamientos públicos mejoran en gran manera la vida vecinal.

A nivel operativo, los apartamentos pertenecen en su totalidad al mercado libre, sin subsidios públicos. Así que, con esto en mente, las rentas se fijan según el mercado de obra nueva de Neuchâtel. La diversidad tipológica, con una amplia variedad de





Planta +1

tamaños y tipos de viviendas, contribuye sin embargo a generar un mayor potencial de mezcla inter-generacional. La diversidad tipológica se puede apreciar mediante una variedad de tamaños de apartamentos, desde estudios a apartamentos de 5 habitaciones. También se puede apreciar en la diversidad de disposiciones específicas: *lofts*, duplex y *simplex*. Esta variedad habitacional permite al habitante aprovechar las cualidades contextuales del lugar, mientras que se adaptan al mismo tiempo a las difíciles condiciones generadas por la pendiente y el hecho que la mayoría de los edificios dan la espalda a varios niveles.

Los *lofts*, situados en las plantas más bajas y en la parte elevada del edificio reconvertido, se inspiran en la pura expansión y fluidez del espacio de escala industrial. Su concepción básica arranca de la confrontación entre la existente estructura radial de los muros, resiguiendo la geometría curva del edificio, y los volúmenes ortogonales que contienen las áreas de servicio y los baños. Los lofts, ofrecen una amplia planta libre. La predominante luz natural saca a relucir la belleza de los materiales y acabados que a menudo se dejan sin tratar.

Los apartamentos de las plantas intermedias de los edificios curvos están concebidos para abarcar todo el ancho de la edificación. Situados en una posición central, la cocina se abre a la sala de estar que se prolonga a través de unas puertas dobles hasta una habitación situada en el extremo Norte. El ancho del apartamento se percibe así en toda su magnitud, resaltando su espacialidad y el potencial de flexibilidad de la planta.

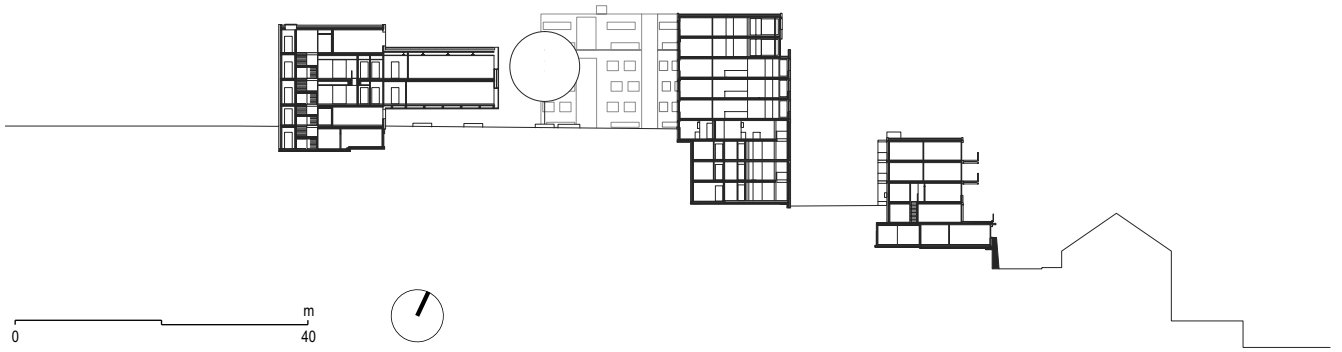
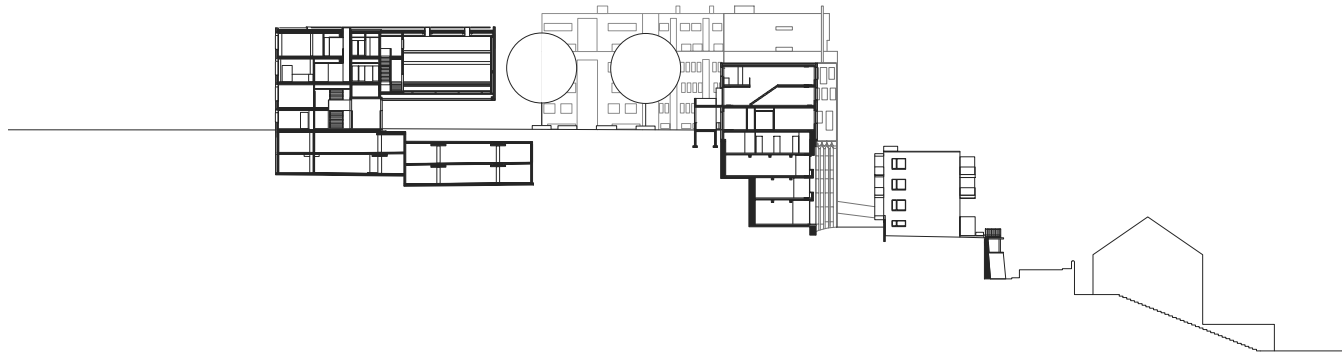
Por otra parte, algunos de los apartamentos situados en los edi-

ficios más bajos están caracterizados por la posición central de las salas de estar, situadas en el centro de la vivienda y a la que se abren todas las habitaciones contiguas. La percepción del tamaño de este espacio se intensifica mediante la interacción visual con la cocina americana y el exterior a través de las alargadas ventanas al sur y un panel corredero en uno de sus ángulos: a través de esta perspectiva diagonal, la sala de estar se abre a un espacioso balcón con vistas sobre el lago.

Otra tipología de apartamentos combina en el mismo objeto arquitectónico las ventajas de la vivienda aislada y el bloque de viviendas, configurados en forma de apartamentos duplex con terrazas en las plantas inferiores de uno de los edificios localizados en un nivel inferior, permitiendo a sus habitantes utilizar el suelo a modo de jardín privado.

En paralelo a la búsqueda de diversidad, se han desarrollado diversas estrategias para obtener la máxima flexibilidad espacial al posibilitar una gran variedad de soluciones simples y sutiles. La estructura de pilares de ciertas zonas del conjunto nos permite imaginar transformaciones funcionales a largo plazo y la conversión futura de algunos sectores en espacios de oficinas. Para su uso cotidiano los apartamentos tienen particiones flexibles abriendo o cerrando áreas diferenciadas, como puertas de mayor tamaño de lo habitual (correderas o dobles), de esta manera las habitaciones pueden ser usadas de manera habitual o como habitaciones de invitados, despachos o simplemente como extensiones de la sala de estar.

La mayoría de los apartamentos tienen unas generosas zonas al aire libre con formas diversas, como porches, balcones, y terrazas.





Amplias y bien proporcionadas para permitir la flexibilidad de usos, estas zonas como los balcones colgantes o los porches rehundidos en el último piso de los edificios curvos se diseñan de manera muy cuidadosa. Afirmando de esta manera que la calidad de la vivienda sostenible también proviene de la riqueza de sus espacios exteriores<sup>6</sup>.

## 5. ASPECTOS TÉCNICOS RELACIONADOS CON LA SOSTENIBILIDAD

De la variedad de aspectos medioambientales que se han tenido en cuenta para el proyecto, aquellos conectados con el uso racional de la energía son de gran importancia. La proximidad con la estación del solar y la optimización de la capacidad de aparcamiento, correspondiente al 69% de los valores de referencia estándar, ayuda a promover el uso del transporte público y la movilidad blanda (peatonal o en bicicleta). Las plazas de aparcamiento solo se permiten en caso de absoluta necesidad y este está estrictamente limitado.

Numerosas medidas se han tomado en el edificio para ayudar a controlar el consumo energético y la aportación de calor: la integración de principios bioclimáticos en el diseño del edificio y el desarrollo de recursos locales (luz natural y ventilación, refrigeración nocturna pasiva). Las medidas para mejorar el

comportamiento energético de los edificios residenciales de Ecoparc se pueden agrupar en tres categorías principales.

Basado en la integración de los principios de la arquitectura bioclimática, el primer enfoque, con la vista puesta en el ahorro energético, es reducir las necesidades del edificio. Esto se desarrolla de acuerdo con los principios de la arquitectura bioclimática, i.e. un concepto arquitectónico que resalta los recursos naturales del lugar y la climatología local: la forma compacta de los edificios, la organización de un planta diferenciando claramente la fachada sur de las zonas de día de la fachada norte de las zonas de noche y la orientación de aberturas (cantidad de ventanas a sur para maximizar la aportación solar, y menores aberturas a norte para disminuir la pérdida de calor a través del cristal). La tipología escogida para los apartamentos y las zonas públicas está también condicionada por la optimización de la luz natural, minimizando el empleo de luz artificial y disminuyendo por lo tanto el consumo energético.

La segunda categoría de medidas para mejorar el rendimiento energético es buscar el uso racional de la energía. La estructura del edificio presenta gruesos de aislante mayores que los exigidos por la normativa, sea en la solera (16 cm de aislante de grafito de poliestireno EPS), en fachada (18-20 cm de aislante de grafito de poliestireno EPS) o en cubierta (18 cm de aislante de grafito de poliestireno EPS). Las ventanas también garantizan un buen aislamiento, marcos de madera y acero y doble cristal ( $u = 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).





Se ha prestado una especial atención a reducir los puentes térmicos en las juntas estructurales, en concreto en los cantos de forjados, cajas de persiana y marcos de ventana. Todas las zonas climatizadas se benefician de una renovación de aire controlada, que optimiza el confort en invierno, mientras que minimizan las pérdidas de calor mediante la ventilación. El sistema consiste de una red de conductos de ventilación de doble flujo, vinculados a un monoblock de ventilación con intercambiador de calor. El aire se filtra a nivel del techo a través de rejillas incorporadas en el hormigón armado. La extracción se realiza a través de los lavabos.

La tercera acción consiste en la utilización de la energía solar. Todos los edificios residenciales están equipados con captadores solares que les permiten suplir aproximadamente el 50% de los requerimientos domésticos de agua caliente. Los captadores solares se integran en la cubierta de cada edificio utilizando un material que no interfiere de ninguna manera en la continuidad del aislamiento térmico y es compatible con la cubierta vegetal.

Gracias a estas medidas complementarias, los edificios de apartamentos obtuvieron el certificado Minergie, el cuál atestigua el respeto por el bajo consumo energético en la normativa de construcción en Suiza. La monitorización del consumo energético demuestra que los resultados efectivos están muy próximos a las simulaciones, presentando un índice final de energías no renovables para calefacción y agua caliente sanitaria situada entre los 34 y los 42 kW·h / (m<sup>2</sup>·r).

La especial atención por las energías grises se plasma en los materiales empleados y los análisis que se han desarrollado en para ciertos elementos para limitar su impacto en el medio ambiente. Esta visión ha llevado a la elección de ventanas con marcos de metal y madera y la aplicación de aislamiento perimetral con paneles de poliestireno de grafito, que presenta informes de sostenibilidad favorables comparados con otros materiales que se encuentran en el mercado.

Teniendo en cuenta que el consumo medio de energía ligado a una vivienda (construcción y funcionamiento), la infraestructura (construcción y funcionamiento) y la movilidad en su conjunto, el consumo total de un habitante del proyecto Ecoparc es aproximadamente el 50% de un habitante de una vivienda unifamiliar en los suburbios según el mínimo exigido por la normativa (límite de valor SIA)<sup>7</sup>.

Deberíamos enfatizar que se integraron otras medidas de construcción sostenible en el diseño y la construcción de los edificios, por ejemplo: la disminución de los desechos derivados de la construcción, gestión de aguas pluviales gracias a sistemas de infiltración complementaria y estrategias de retención, creación sistemática de cubiertas vegetales y grandes zonas pantanosas en todas las colinas entre los edificios.

## 6. PERSPECTIVAS

La creación del distrito Ecoparc es una evidencia concreta de la posibilidad de proporcionar una alternativa a las expansiones descontroladas con un barrio de nueva creación sobre una zona abandonada y la integración coherente y óptima de cuestiones medioambientales, socio-culturales y económicas surgidas de la acción de ‘Reconstruir la Ciudad en la Ciudad’<sup>8</sup>. Este enfoque nos

permitió desarrollar infraestructuras preexistentes y redes asociadas con la revitalización socio-cultural vinculada a la implementación de nuevas funciones y nuevas viviendas en un contexto urbano que pierde empuje. La importante densidad humana neta en el vecindario confirma la vocación de núcleo estratégico que obtiene hoy el nuevo barrio; de hecho, hay unas 406 personas por hectárea, muy superior a las 97 de la media de la ciudad de Neuchâtel.

La búsqueda constante de la optimización entre los criterios medioambientales, socio-culturales, y económicos son una parte integral de un proyecto de arquitectura sostenible. Aunque los principios de optimización parezcan relativamente sencillos de conseguir a nivel conceptual, se debería enfatizar que su realización requiere un seguimiento posterior especialmente concienzudo y una coordinación entre los diferentes agentes implicados. La experiencia adquirida a través de los procesos de densificación urbana y la innovación constructiva demuestra que para conseguir el éxito de una operación de este tipo es imprescindible el diálogo con los diferentes agentes implicados de este tipo de enfoque interdisciplinar.

Esto último es un enfoque muy práctico al desarrollo sostenible donde convergen consideraciones de gran escala vinculadas al tema de la ciudad policéntrica y los procesos experimentales conectados con demandas operacionales más limitadas. Es sin duda la conjunción de las diferentes acciones convergentes, a diferentes niveles, que hacen posible la materialización de la construcción sostenible. Sin embargo, no es fácil obtener la integración de metas de sostenibilidad en estos complejos procesos. Ello conlleva localizar un enfoque determinado, compartido por la mayoría de los agentes implicados en la operación, desde los más altos niveles de decisión hasta el usuario final. Un seguimiento crítico y una constante optimización de las operaciones también resultan cruciales.

De hecho, la atención principal se debería centrar en la realización de proyectos verdaderamente innovadores, inyectando el dinamismo necesario a un enfoque pionero y asegurando la continuidad de proyectos que pueden llegar a durar varios años. Es con este espíritu innovador, analizando y mejorando constantemente, que pueden surgir nuevas soluciones.

El enfoque sostenible de este proyecto reconoce implícitamente la contribución crucial de la creatividad en los campos de la arquitectura y el urbanismo. Teniendo en cuenta la multitud de parámetros que se deben integrar, es indispensable que los agentes estén en posición de llevar adelante el proyecto con un cierto grado de inventiva, no solo en términos de “diseño” del espacio pero también con respecto a los procesos inherentes en la producción de un entorno construido de calidad.

Sujetos a adquirir el reconocimiento de su valor añadido, los arquitectos pueden hacer todo lo que esté al alcance de su mano para aprovechar las energías de las que disponen, encontrar maneras de abrir puertas cerradas y cultivar el diálogo entre las diferentes entidades involucradas. A un mismo tiempo Creador, Hacedor, y Desarrollador, juegan un papel primordial en el éxito de este tipo de operaciones que exigen no solo un habilidad apropiada para llevar a cabo un proyecto pero también la habilidad para saber como escoger al mejor socio<sup>9</sup>.





## NOTAS

1. Nos referimos aquí a los trabajos publicados por Fouchier, Vincent, *Les densités urbaines et le développement durable. Le cas de l'Île-de-France et des villes nouvelles*, SGVN, Paris, 1997; o por Newman, Peter y Kenworthy, Jeff, *Sustainability and Cities : Overcoming Automobile Dependence*, Island Press, Washington, 1999.
2. Sobre esta materia ver en particular el trabajo publicado bajo la dirección de Marc Sauvez *La ville et l'enjeu du développement durable*, La Documentation française, Paris, 2001.
3. Documentación del Forum Ecoparc 2005 titulada *Vieillir en ville?* que podemos encontrar en <http://www.ecoparc.ch>.
4. Fundada en 1987, Bauart Architectes et Urbanistes SA emplea hoy a 65 personas en sus tres oficinas situadas en Berna, Neuchâtel y Zurich (Suiza). Willi Frei, Stefan Graf, Peter C. Jakob, Emmanuel Rey, Yorick Ringeisen y Marco Ryter son sus seis socios. Desde el principio, el estudio se ha propuesto integrar la innovación y la sostenibilidad en su proyectos, tanto para nuevas construcciones como en las reformas y remodelaciones de edificios existentes (<http://www.bauart.ch>).
5. REY, E., "Integration of Energy Issues into the Design Process of Sustainable Neighborhoods", en *Proceedings of PLEA 2006*, Geneva, Septiembre 2006, pp. 679-682.
6. MARCHAND, B., "The spirit of the city" en *Quartier Ecoparc Bauart # 2*, Birkhäuser, Bâle-Berlin-Boston, 2009, pp. 53-67.
7. REY, E., "Régénération des friches urbaines et développement durable : vers une évaluation intégrée à la dynamique du projet", *Louvain-la-Neuve: Université Catholique de Louvain*, Faculté des Sciences appliquées, Département d'architecture, urbanisme, génie civil et environnemental, PhD Thesis, 2006.
8. El proyecto Ecoparc es la parte significativa del "Quartier Gare/Crêt-Taconnet" galardonado con el premio ASPAN-SO 2007 dentro de la categoría "Densidad y calidad del espacio urbano", galardonado conjuntamente al estudio Bauart y a la Ciudad de Neuchâtel.
9. REY, E., "Processus de densification urbaine: expériences liées au développement du quartier durable Ecoparc à Neuchâtel (Switzerland)" en *Les nouvelles formes de l'aménagement*, ADEF, Paris, 2009, pp. 77-98.



**Emmanuel Rey** arquitecto por la Universidad Politécnica de Lausana (EPFL) en 1997, postgrado en arquitectura y desarrollo sostenible por la EPFL, la Universidad Católica de Lovaina, la Escuela de Arquitectura de Toulouse y por la Architectural Association School of Architecture de Londres. En 2006 obtuvo el doctorado en la Universidad Católica de Lovaina y en 2009 fue galardonado con el premio Gustave Magnel por su Tesis. Desde 2000 trabaja en la firma de arquitectura Bauart con sede en Berna, Neuchâtel y Zúrich, convirtiéndose en socio de la misma en 2004. En 2010 es nombrado profesor asistente en la Escuela de Arquitectura, Ingeniería Civil y Ambiental de la EPFL, y funda el Laboratorio de Arquitectura y Tecnologías Sostenibles (LAST).