



MEDIO AMBIENTE Y MODERNIDAD EN LA OBRA DE LE CORBUSIER A TRAVÉS DEL DIBUJO

AN APPROACH TO ENVIRONMENT AND MODERNITY THROUGH LE CORBUSIER'S DRAWINGS

Ignacio Requena Ruiz

La crisis del internacionalismo en arquitectura a principio de los años 30, introdujo la valoración de aspectos intrínsecos al lugar y la cultura, siendo el clima uno de los elementos esenciales para acercar la arquitectura moderna a las condiciones locales. La obra de Le Corbusier fue significativa de todo este periodo de cambio, mostrando en sus dibujos tres etapas diferentes. En el contexto actual, conocer esta particular lectura de la modernidad fundamenta el sentido de una arquitectura vinculada al medio desde el principio del proyecto.

Palabras clave: Le Corbusier; medio ambiente; dibujo; metodología

he crisis of international architecture, at the first 30s, introduced new ties to place and local culture. Climate was one of outstanding matters which approached the modern movement to national architecture. The work of Le Corbusier reflects all this changing period and his drawings show three different phases. This particular view of modernity could build the basis for an architecture adapted to the environment from the beginning of the project.

Keywords: Le Corbusier; environment; drawing; methodology



1. Axonometría del Centrosoyuz (FLC 15690).

1. Centrosoyuz axonometric (FLC 15690).

La mirada del arquitecto hacia la historia revela una actitud analítica y propositiva. Lejos de visiones contemplativas, el arquitecto reinterpreta la historia desde las coordenadas culturales de su tiempo para interrogarla en busca de orientación frente a los problemas contemporáneos.

Hoy en día, el contexto sociocultural viene marcado por la influencia de la ecología y la sostenibilidad, entre otros aspectos. Como construcción humana, la arquitectura siempre ha implicado un posicionamiento respecto a estas inquietudes, ya que forman parte del origen de nuestra disciplina.

Concretamente, la obra de Le Corbusier (L.C.) fue representativa del cambio de aproximación del arquitecto moderno a la relación entre obra y entorno. Sus dibujos son el testimonio de este proceso ocurrido entre 1930-60.

El edificio isotérmico

La arquitectura internacional, entendida como fenómeno acaecido principalmente en Centroeuropa durante el periodo entreguerras (1), estableció los principios fundamentales del pensamiento de L.C. en los años 20. Se puede ver desde la publicación de su libro-manifiesto *Vers une architecture* (1923) hasta la culminación de una serie de proyectos de gran escala y programas diversos denominados “*Grands travaux*”.

El primero de esos trabajos llegó tras ganar el concurso del *Centrosoyuz* (Moscú, 1928). La principal característica del proyecto surgió por requerimiento de la organización e influyó a otras obras del mismo periodo: “...exigieron el máximo de aportaciones técnicas destinadas al progreso, para constituir en Moscú una verdadera demostración de arquitectura contemporánea basada en las adquisiciones de la ciencia moderna” (2).

Una axonometría correspondiente a la segunda versión del proyecto (fig. 1) mostró como la técnica, manifestada en un sistema de climatización, hizo posible la síntesis entre lo abstracto de las formas modernas y la concepción industrial de la arquitectura. Simbiosis que convirtió el nuevo ingenio en soporte de una arquitectura moderna e internacional cuya translocación a cualquier lugar del planeta quedaría aparentemente resuelta.

La base del dibujo eran los volúmenes limpios del *Centrosoyuz*, resultado de una composición por partes ajustadas al programa y definidos con grafismo preciso en línea negra carente de valoraciones plásticas. En sendos círculos dispuso sobre ellos dos detalles descriptivos del sistema de climatización integrado por el “muro neutralizante (*mur neutralisant*)” y la “aireación puntual (*aération ponctuelle*)”.

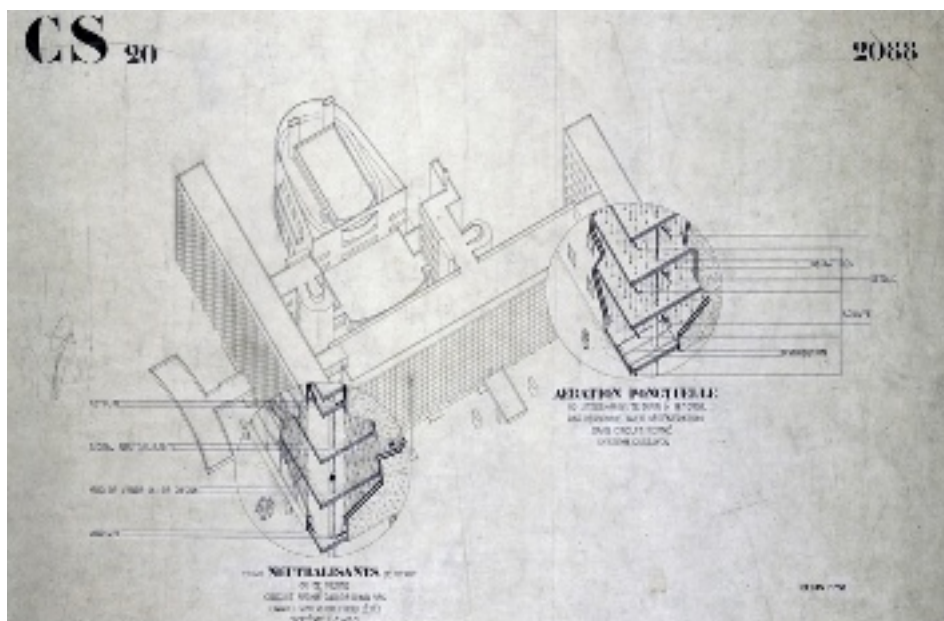
Al elegir esta proyección en perspectiva incidía en los valores abstractos, científicos, técnicos e impersonales del

The architect’s approach to history, far away from contemplative visions, reveals an analytical and purposeful attitude. The architect reinterprets history from his own cultural framework to search guidance for his contemporary problems. Nowadays, that socio-cultural framework is influenced by the ideas of ecology and sustainability among other aspects. As a human construction architecture has always taken an active part in these regards because they are part of the bases of our knowledge. Specifically, the work of Le Corbusier was representative of the changing in the way in which modern architects approached the relationship between architecture and environment. His drawings are evidences of this process occurred happened in the 1930-60 period.

The isothermal building

The international architecture, which was a phenomenon mainly occurred in Central Europe during the interwar period (1), established the fundamental principles of Le Corbusier thought in the 20s. It became evident from his book-manifesto *Vers une architecture* (1923) to his completion of big size works called “*Grands travaux*”.

The first one of these works came after winning *Centrosoyuz* competition (Moscow, 1928). The main feature of the project was requested by the



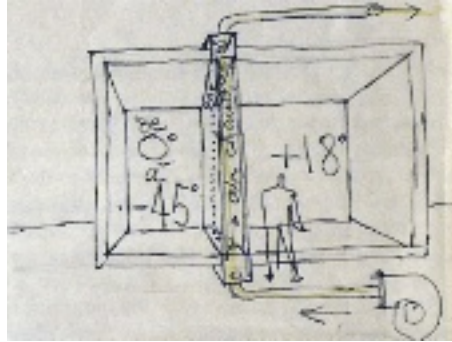
organization, which influenced other works of the same period: “fut exigé d’eaux, le maximum des apports techniques dus au progrès, de façon à constituer à Moscou une véritable démonstration d’architecture contemporaine basée sur les acquis de la science moderne” (2). An axonometric projection corresponding to the second project (fig.1) showed how the technique, which was stood for an air conditioning system, did a synthesis between the abstract modern shapes and the industrial conception of architecture. This symbiosis became in the support of a modern and international architecture that could be settled anywhere in the world.

The sharp volumes of the building, as a result of the functional parts composition, were the basis of the drawing and they were only drawn with precise black ink lines. Over the scheme there were two encircled details which defined the two parts of the air conditioning system: “neutralizing wall (*mur neutralisant*)” and “punctual aeration (*aération ponctuelle*)”. The choice of this kind of perspective remembered the values of abstraction, scientific, technical and impersonal which turned the axonometric into an elementary graphical resource for the engineering of the second half of the 19th century (3). This singularity also made the axonometric perfect for the Central Europe artistic Vanguards. It was introduced by *De Stijl* group in an exhibition at the Gallery L’Effort Moderne (Paris, 1923) (4). Both values, the engineering and plastic ones, made the axonometric the right graphical resource for Le Corbusier

The *neutralizing wall*, detailed on the left side of the drawing, was a facade wall composed of two leaves, which could be transparent or opaque, and whose air gap was hermetic for controlling the temperature as a way to offset the external conditions (fig. 2) 1. The technology achieved to replace the thermal inertia of the old buildings walls with completely smooth walls of minimum thickness. Moreover, it enhanced the abstract character that defined architecture as “*le jeu, savant, correct et magnifique des volumes sous la lumière*” (5).

This well-known definition, besides their drawings (fig.3) and photographs of the *Voyage d’Orient* (1911), showed the true role of the light during this period: the architectural shape delineation. However, the sunlight was not already implemented in architecture with scientific methods as it was in other fields.

2. Esquema del muro neutralizante. Le Corbusier.
2. Neutralizing wall. Le Corbusier.



2

mundo de la máquina que convirtieron a la axonometría en herramienta gráfica elemental de la ingeniería desde mitad del siglo XIX (3). Esa misma singularidad la hizo idónea para las vanguardias artísticas centroeuropeas, donde se introdujo de la mano del grupo *De Stijl* en la exposición de la galería *L’Effort Moderne* (París, 1923) (4). Ambos valores, lo ingenieril y lo plástico, hicieron de la axonometría un recurso gráfico perfecto a los ojos de L.C.

El “muro neutralizante” detallado a la izquierda era una solución de cerramiento de fachada de dos hojas, transparentes u opacas, con una cámara de aire hermética de temperatura controlada que contrarrestaba las condiciones exteriores a modo de aislamiento activo (fig. 2) 1. La tecnología lograba suplir la inercia térmica de las construcciones antiguas con cerramientos de mínimo espesor completamente lisos, potenciando el carácter abstracto que definía la arquitectura como “...el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes reunidos bajo la luz” (5).

Esta afirmación, junto a sus dibujos (fig. 3) y fotografías del *Voyage d’Orient* (1911), destilan el verdadero papel de la luz en este periodo: la delineación de la forma arquitectónica. Sin embargo, la luz solar no había sido implementada en arquitectura con los mé-

todos racionales ya presentes en otros campos científicos. Dibujos del mismo periodo muestran el trazado de sombras proyectadas mediante el criterio canónico establecido por Monge a principios del siglo XIX. Los rayos solares formaban un ángulo de 45° en planta y sección, otorgándole un cometido meramente explicativo del carácter tectónico de la arquitectura, pero no respondían a criterios reales de soleamiento. Sirvan de ejemplo las sombras en planta del *Plan Voisin* (1925), con un sol de oeste irreal por su altura, o los alzados del *Palais de la Société des Nations* (1927), con sombras del mismo ángulo sin atender a la orientación (6). Junto al *Centrosoyuz* fueron los únicos proyectos publicados en la *Oeuvre Complète* (1910-1929) que representaron las sombras proyectadas.

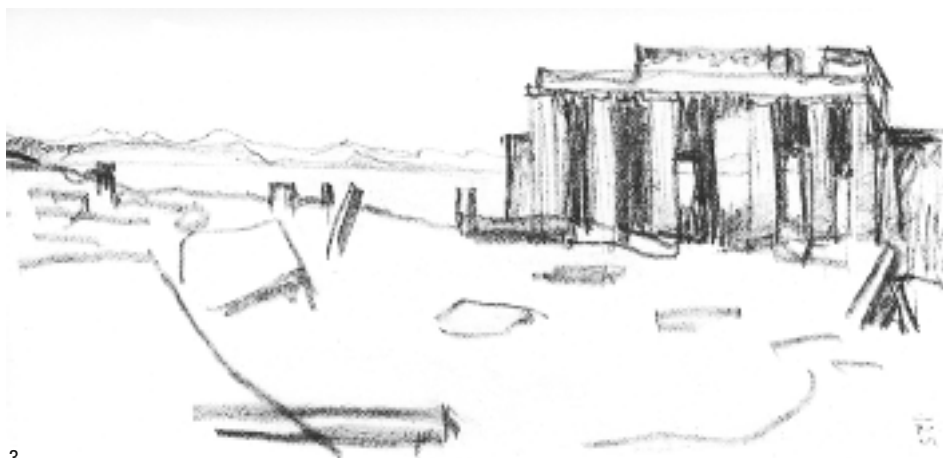
La “aireación puntual”, situada en el detalle de la derecha e ideada por Gustave Lyon, era un mecanismo de renovación y climatización del aire. A través de conductos de impulsión instalados en el techo y de retorno en el pavimento, climatizaba el aire a 18°C a razón de 80 l./pers. X min. para cualquier usuario y lugar. La arquitectura era una “máquina de habitar (*machine à habiter*)” (7) donde la técnica acometía los problemas derivados de su implantación en un clima para el cual no había sido proyectada.

El sistema ideado implicaba exigencias técnicas inviables en aquel contexto y los contratiempos surgieron de inmediato, desde la economía en el *Centrosoyuz* y desde la técnica en la *Cité de Refuge* (París, 1929). El concurso del edificio de oficinas *Retenants-talt* (Zurich, 1933) constituyó el epíteto de una “manifestación leal, precisa y sublime del espíritu de la época moderna” (8) que jamás pudo desarrollar en toda su complejidad.



3. Acrópolis de Atenas en Carnet 3 del Voyage d'Orient (1911). Le Corbusier.

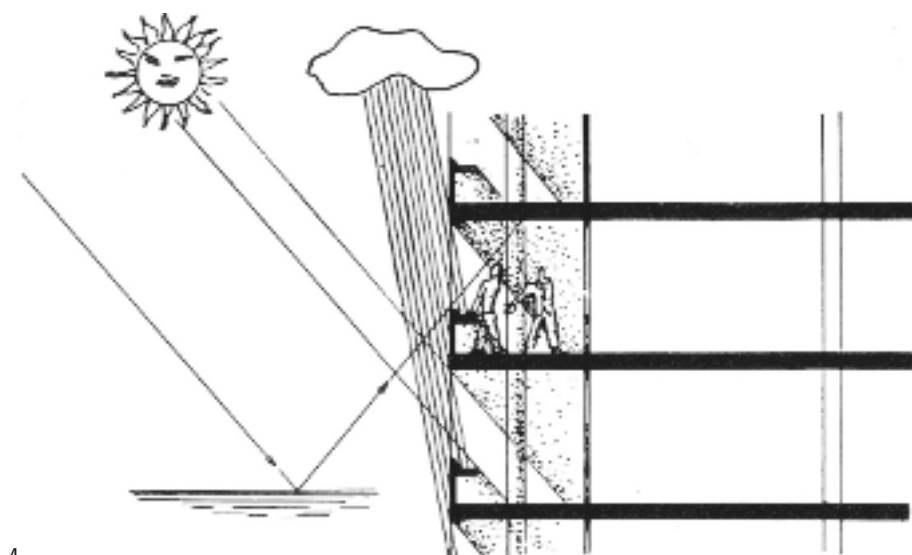
3. Athens Acropolis in Carnet 3 of the Voyage d'Orient (1911). Le Corbusier.



3

4. Sección esquemática del Rascacielos del Quartier la Marine.

4. Schematic cross section of Quartier la Marine skyscraper.



4

Soleamiento y modernidad

El declive del internacionalismo de los años 20 inició a partir de la fallida experiencia de vivienda experimental en la *Weissenhofsiedlung* de Stuttgart (1927) y pudo constatarse en la III Reunión Internacional de Arquitectos (1935), titulada “*De l'évolution actuelle des architectures nationales*” (9).

En la figura de L.C. esta transición tuvo especial reflejo en los viajes a Sudamérica (1929-1936) y Argel (1931).

Allí conoció otras culturas cuyas arquitecturas vernáculas, adaptándose a las exigencias de climas agrestes, creaban espacios habitables con soluciones de una plasticidad no premeditada. Este duplo de valores, climáticos y culturales, marcó la transformación de su arquitectura en la década de los 30.

La sección esquemática (fig.4) del proyecto del Rascacielos en el *Quartier la Marine* (Argel, 1938), incluido dentro del *Plan Obus* (Argel, 1933),

Other drawings of the same period showed the projected shadows layout by using the canonical criteria laid down by Monge at the beginning of the 19th century. The Sun's rays were drawn on a 45° angle in plans and sections, which was only a formal description resource that did not respond to sunlight nature. For instance, the shadows on plans of the *Plan Voisin* (1925), with an unrealistic sun altitude angle from West, or even the elevations of the *Palais de la Société des Nations*, which were all shaded using the same angle regardless of their orientation (6). There are no more projects published in the *Oeuvre Complète* (1910-1929) with shadows projection.

The *punctual aeration*, located at the right side detail and designed by Gustave Lyon, was a mechanism for air renovation and hygrothermal conditioning. Using impulsion air ducts installed in the ceiling and return air ducts in the pavement, it conditioned the air to 18 °C and a renovation rate 80 l./pax. x min. for worldwide users. In these terms architecture was a “machine for living (*machine à habiter*)” (7) where the technique dealt the troubles of its arrangement in a different climate. The designed system involved technical requirements unviable in the 20s. As a result, the troubles immediately emerged, from the economics in the *Centrosoyuz* and from the technique in the *Cité de Réfuge* (Paris, 1929). The competition for the *Retenantstalt* offices (Zurich, 1933) was the epithet of this system as a “*manifestation loyale, honnête, précise et sublime de l'esprit de l'époque moderne*” (8) that he never developed in all its complexity.

Sunlight and modernity

The internationalism began its decline with the failed experience of experimental housing in the *Weissenhofsiedlung* (Stuttgart, 1927) and it was confirmed in the 3rd International Meeting of Architects in Central Europe (1935) entitled “Actual Evolution of National Architectures” (9). In the evolution of Le Corbusier this transition began with the trips to South America (1929 & 1936) and Algiers (1931). Discovering other cultures whose vernacular architectures were adapted to warm climates and created very expressive solutions. This pair of climatic and cultural directed his architecture transformation in the 30s.

The schematic section (fig.4) of the project for the *Skyscraper at Quartier La Marine* (Algiers,



1938), which was included in the *Plan Obus* (Algiers, 1933), reflected the change towards an interpretation of the vernacular through modernity thinking. It was synthesized in the *brise-soleil* as an architectural device which combined climate, culture and user. The section showed the ideal conditions proposed in the *Ville Radieuse* (1933) for the modern citizen's life, but it was applied in a building placed at the *Kasbah's* urban fabric. Inside the apartment the inhabitant looked to the horizon, take advantage of its physiological benefits **2** and came in contact with nature. The way of life was organized by sunlight with the "solar journey" definition, which also was an essential part of the drawing. The drawing summarized three climate phenomena considered in architecture: direct solar radiation, reflected radiation and rain.

Due to the absence of an explicit technical justification, the section became in a drawing-manifesto which was the first approach to the *brise-soleil* as the basis of the relationship between climate and shape. It was designed with anthropometric measures using the *Modulor* as a rule of proportions.

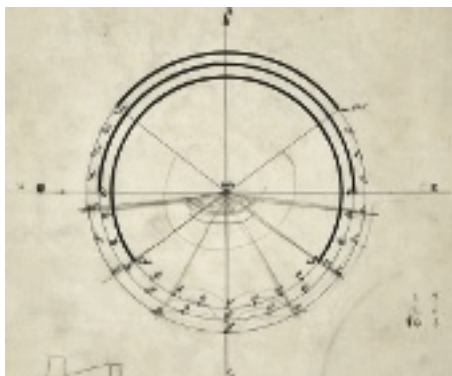
The sunlight became indispensable both technical and sensitive point of view. During the 30s he joined the graphic calculations to predict sunpath angles, allowing him to research in architectural solutions against the solar radiation. The solar charts were the result of the gnomonics and geometry combination, which were firstly applied in architecture by Atkinson in 1912.

The heliotechnique methods appeared (fig.5) progressively in projects such as the *Sanatorium* (Zurich, 1934) or the *Stade de 100.000 places* (Paris, 1936) and it were clearly stated in the report of the Skyscraper of 1938: "the shape and dimensions of the *brise-soleil* are determined from a sunlight diagram which is itself a function of the latitude of the site and orientation of elevations" (11). A current study of the *brise-soleil* with solar charts and shadow masks corroborates the proper sizing for controlling solar radiation at this latitude. However, it also indicates a lack of knowledge about the solar dynamics because it is not technically justifiable the overall implementation at the north elevation, or the height duplication of the southwestern side of the *loggia* (12).

The consolidation of the processes of graphical calculation and verification was evidenced years later in the projects for *Usine Duval* (Saint-Dié, 1946) or *Unité d'Habitation* (Marseille, 1947).

5. Carta solar de París (FLC 24788).

5. Paris solar chart (FLC 24788).



5

reflejó el cambio hacia una interpretación de lo vernáculo a través de la modernidad sintetizando la relación del *brise-soleil* con el clima, la cultura y el usuario. La sección muestra las condiciones vitales idóneas del individuo tipo moderno establecidas previamente en la *Ville Radieuse* (1933) aplicadas a un edificio en altura situado en el tejido urbano de la *Kasbah*. Desde el apartamento el habitante prolongaba la mirada hacia el horizonte, recibía los beneficios fisiológicos **2** de la radiación solar y mantenía contacto con la naturaleza. La luz del Sol, parte esencial del dibujo, organizaba el modo de vida mediante la "jornada solar". Tres son los fenómenos climáticos recogidos: radiación solar directa, radiación reflejada del mar y lluvia.

Al carecer de motivación técnica explícita, la sección toma carácter de dibujo-manifiesto donde argumenta la primera definición del *brise-soleil* en base a la relación entre el clima y la forma. Las condiciones antropométricas aparecen con el *Modulor* como regla de proporciones.

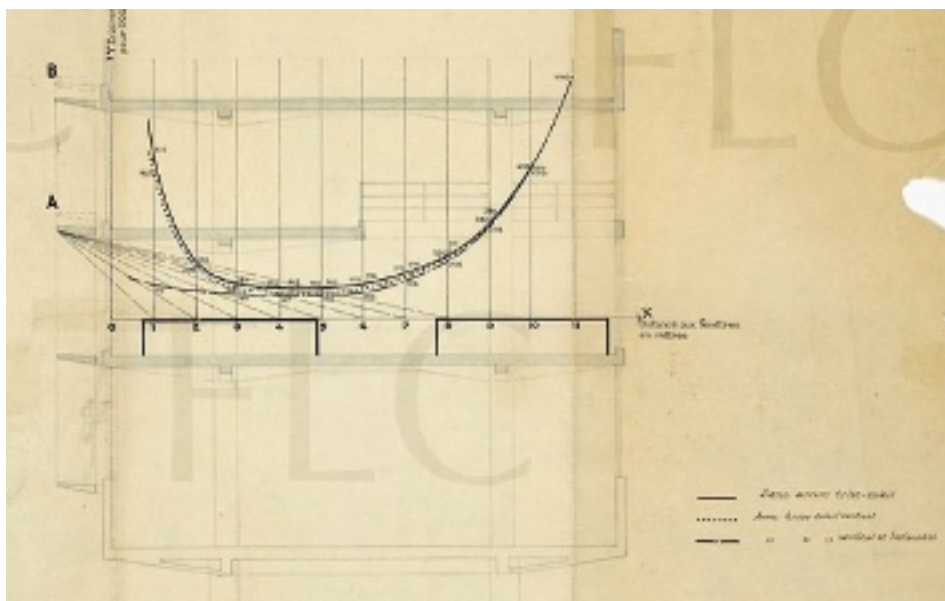
El soleamiento, problemático años atrás, se hizo indispensable desde una doble mirada técnica y sensible. Durante los años 30 incorporó el cálculo

gráfico para anticipar trayectorias relativas y ángulos solares, permitiéndole investigar en soluciones arquitectónicas a la radiación solar. Las cartas solares empleadas combinaban la gnomónica y la geometría, siendo difundidas entre los arquitectos modernos por Atkinson desde 1912.

Las metodologías heliotécnicas aparecieron (fig. 5) de manera progresiva en proyectos como el *Sanatorium* (Zurich, 1934) o el *Stade de 100.000 places* (París, 1936) y terminaron explicitándose en la memoria del Rascacielos de 1938: "la forma y las dimensiones del *brise-soleil* están determinadas por un ábaco de soleamiento realizado en función a la latitud del lugar y la orientación de las fachadas" (11). Un estudio actual de los *brises-soleil* con carta solar y máscaras de sombras, corrobora su correcto dimensionado para el control de la radiación solar en esa latitud. Sin embargo, también indica un desconocimiento de la dinámica solar, ya que no es justificable técnicamente su aplicación general hacia norte o la duplicación de la altura en la parte suroeste de la *loggia* (12).

La consolidación de los procesos de cálculo gráfico y comprobación se hizo evidente años después en los proyectos de la *Usine Duval* (Saint-Dié, 1945) y la *Unité d'habitation* (Marsella, 1947). Con ayuda del *Atelier des Bâisseurs* **3** abordó el análisis de soleamiento, sombras proyectadas y niveles lumínicos en el interior de los espacios, dejando numerosos documentos que atestiguan la minuciosidad del proceso (fig. 6).

Junto a esta aproximación científica, la sección sugiere la idea del confort ambiental de los espacios umbríos mediante una trama de puntos atenuados hacia el interior. Si bien este grafismo ya estaba presente en el



6



7

lenguaje gráfico de L.C., en este caso acentuó la densidad de la sombra mediterránea, recordando sus fotografías de las *loggias* y *mashrabiyyas* árabes en los viajes a Argel (fig. 7). De este modo, el proyecto moderno generaba una respuesta ante los aspectos culturales y sensoriales de la sombra: “el *brise-soleil* se aplica en forma de elementos de magnitud equivalente a la *loggia*, elemento arquitectónico tradicional reintroducido en la arquitectura moderna” (13).

A partir del internacionalismo de épocas anteriores, la condición nacional de la arquitectura de L.C. germinó en el clima. Los dibujos revelan una aproximación implícita en la forma arquitectónica con una doble argumentación técnico-plástica resultado de su particular visión, evidenciándose en obras como las *Unité d’habitation* (Marsella, 1946-Firminy, 1965), la *Maison du Brésil* (París, 1952) o el *Couvent de la Tourette* (Eveux-sur-l’Arbresle, 1953).

6. Manufactura Duval. Cálculo niveles lumínicos (FLC 32274).

7. Fotografía de las *loggias* en M’Zab. Le Corbusier.

6. *Usine Duval*. Lighting levels (FLC 32274).

7. Photo of the *loggias* in M’Zab. Le Corbusier.

The technical support of the *Atelier des Bâisseurs* 3 allowed Le Corbusier to analyze the sunlight, projected shadows and inside lighting levels. Facts that we can be showed in many documents which give evidence of the meticulousness of the process (fig.6).

Apart from this scientific approach, the aforementioned section suggested the comfort idea implicit to shady ambiances by using a gradated dots shade. Whereas this graphical tool was already present in the language of Le Corbusier, this case accentuated the density of the Mediterranean shade, recalling his old photographs from Algiers about *loggias* and *mashrabiyyas* (fig. 7). In this way, the modern project generated a response to the cultural and sensory aspects of the shadow: “*Le brise-soleil est appliqué sous la forme d’éléments de grandeur équivalent à une loggia, élément traditionnel architectural réintroduit dans l’architecture moderne*” (13).

Supported on the 20s’ internationalism Le Corbusier did a national approach to architecture that finished in the adaption of shape to the climate. The drawings reveals its double definition, both technique and plastic, as a result of his particular point of view. It became evident in works such as *Unités d’Habitation* (Marseille, 1946 - Firminy, 1965), *Maison du Brésil* (Paris, 1952) or *Couvent de la Tourette* (Eveux-sur-l’Arbresle, 1953).

Shape, climate and design methods. *Maisons des Péons* in Chandigarh

At the early 50s the atelier was absorbed by the Indian projects (Ahmedabad and Chandigarh), which led them to change their methods for adapting their architecture to the tropical climate framework.

The perception of the climate as a dynamic phenomenon appeared in the work of the Swiss master against the previous predictable perception. It was a latent idea in the mid-30s drawings about tropical climate (fig.8) or the representation of the “solar journey”. Moreover, he extended this point of view to his plastic works by painting the sunpaths (fig.9) in several plates of *Le Poème de l’Angle Droit* (1955). This approach finally extended the environmental parameters analyzed: “*Adaptation Climatique: 6. Pluie; 7 et 8. Soleil d’été; 9. Soleil d’hiver; 11. Aération par températures différentielles le*

matin; 12. L'après-midi; 13. Ventilation artificielle; 14. Lumière" (14).

The *Maison des Péons* (Chandigarh, 1951) was the ideal case study project for testing two new design methods which combined climate and shape through the geometry. In this way, the environmental matters were introduced in the modern architecture analyzing them by the scientific method.

The complexity of shadowing calculation by graphic procedures carried out so far this time 4 were now coordinated by Xenakis using the *Epure du Soleil* in 1951 (fig.10). It was a design abacus specific to each location which provided the architect with solar angles (azimuths and height) in plans and sections. The scheme did not evaluate the east solar radiation due to its low component heat, thus simplified the diagram with azimuths and solar height angles from midday to sunset. It could be considered a justifiable simplification from a practical point of view, although the accuracy of the method decreased especially in tropical climates. The abacus was the technical support for the orientation, depth and separation of the concrete elements of the framework, which also determined the Le Corbusier buildings facades from that moment on.

As a complement method for the remaining atmospheric phenomena, the collaborators Xenakis, Missenard 5 and Doshi, developed during the same year the method called *Grille Climatique* (fig.11). This table combined the numerical characterization of climate with the bioclimatic architecture design solutions, based on four parameters: air temperature, radiant temperature, humidity and air velocity. It featured four rows, one of them for each parameter, and three columns, which show the climate data, ambiances corrections and architectural procedures.

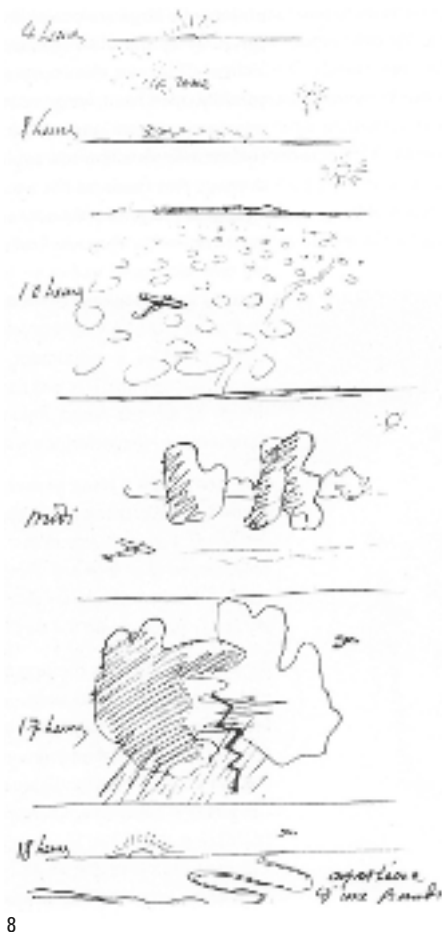
The proposed bioclimatic procedures defined an architecture permanently changing responding to external conditions. It was reflected in fourteen sketches about the climate-architecture-user interaction that were personally drawn by Le Corbusier. The air movement was represented as an amorphous flow crossing the building responding intuitively to physical rules (fig.12). These plans and sections were based on the same fluid dynamics logical that Le Corbusier knew years before, as we can show in the tables, writings and photographs published in *Vers une architecture* (1923) and *Aircraft* (1935). However, far away from being only a formal

8. Evolución del día en clima tropical. Le Corbusier.

9. El sol y su movimiento relativo respecto a la arquitectura. Le Corbusier.

8. Solar journey in a tropical climate. Le Corbusier.

9. The sunpath and its relation with architecture. Le Corbusier.



8



9

Forma, clima y método. *Maisons des Péons* en Chandigarh

A principio de los 50 el atelier estaba inmerso en los proyectos de la India (Ahmedabad y Chandigarh), lo cual les llevó a modificar sus métodos de proyecto para adaptarse al contexto climático tropical.

La percepción de un clima dinámico ante cuyos efectos la arquitectura debía responder, comenzó a tomar peso en la obra del maestro suizo frente a la lectura estática anterior. Esta idea estaba latente en sus dibujos sobre el clima tropical (fig. 8) o en la representación de la jornada solar realizados a mitad de los años 30, extendida después a la obra pictórica con representaciones del movimiento del Sol (fig. 9) en *Le poème de l'angle droit* (1955). Esta variabilidad amplió el espectro de parámetros ambientales analizados: "...adaptación climática: 6.lluvia; 7 y 8. sol de verano; 9.sol de invierno; 11.ventilación por temperaturas diferenciales por la mañana; 12.por la tarde; 13.ventilación artificial; 14.luz" (14).

El proyecto de las *Maisons des Péons* (Chandigarh, 1951) fue el caso de estudio idóneo para ensayar dos nuevos métodos de proyecto que unieran forma y clima mediante la geometría. De este modo, el análisis científico de los aspectos ambientales provocó su introducción en la arquitectura moderna.

Los complejos procesos de cálculo gráfico de soleamiento realizados hasta el momento 4 fueron coordinados por Xenakis con una dimensión proyectiva en los *Epure du soleil* en 1951 (fig. 10). Un ábaco de diseño específico a cada emplazamiento con el cual, fijando el azimut de la fachada, la fecha y la hora, se obtenían azimut y altura solares aplicables directamente sobre plantas o secciones. El esquema no evaluaba la



- 10. *Epure du soleil* de Chandigarh (FLC 05071).
- 11. *Grille Climatique* de Chandigarh (FLC 05623).
- 10. *Epure du soleil* in Chandigarh (FLC 05071).
- 11. *Grille Climatique* of Chandigarh (FLC 05623).

radiación solar de levante por su bajo componente calorífico, simplificando así el diagrama sólo con azimuts y alturas solares desde medio día hasta el anochecer. Aunque disminuía la precisión del método, especialmente en climas tropicales, puede considerarse una reducción justificable desde un punto de vista práctico. El ábaco sirvió de argumento técnico a la orientación, profundidad y separación de los elementos del entramado, determinando la configuración de las envolventes lecorbusianas a partir de este momento.

Como metodología complementaria ante el resto de fenómenos atmosféricos, Xenakis, Missenard y Doshi, elaboraron el *Grille climatique* ese mismo año (fig. 11). Esta tabla vinculaba

la caracterización numérica del clima con las actuaciones bioclimáticas a llevar a cabo en el proyecto, basándose en cuatro parámetros base: temperatura del aire, humedad, velocidad del aire y temperatura radiante. Presentaba cuatro filas, una por cada parámetro, y tres columnas: datos climáticos, correcciones a realizar y procedimientos arquitectónicos.

Las propuestas bioclimáticas dibujaron una arquitectura cambiante ante los variables estímulos externos, reflejada en catorce croquis de interacción clima-arquitectura-habitante realizados personalmente por L.C. En ellos la ventilación pasó de representarse con flechas abstractas, a materializarse en un flujo amorfo a

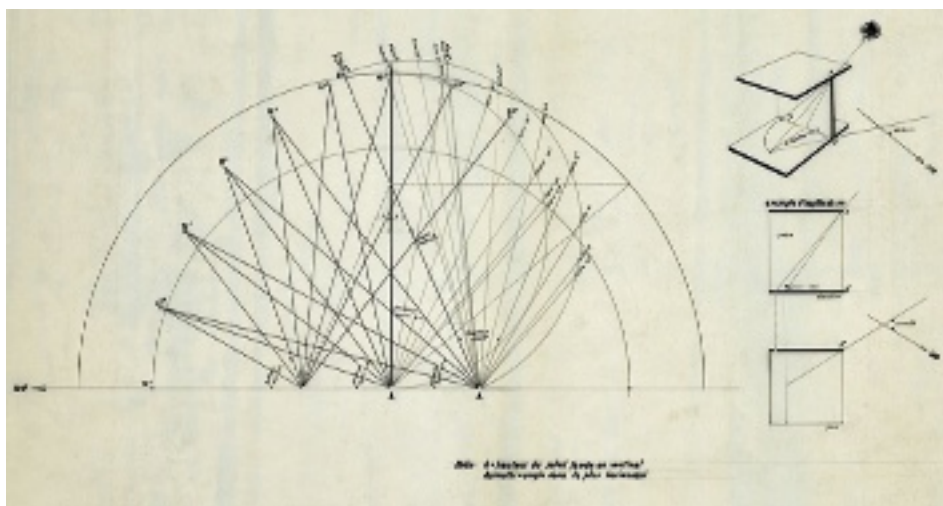
inspiración, this knowledge turned into new features of his architecture: air movement permeability, which determined the number and arrangement of the "ventilation door (*aerateur*)"; height of the spaces, a higher altitude raises the heat above the habitable zone; depth limitation for guaranteeing the cross ventilation effect; aerodynamic shapes used for *aerateur* or spaces exposed to the wind 6.

The emergence of this sort of drawings proliferated in the projects of the *Chandigarh's Capitol*, with the goal of making visible to the Hindu authorities the environmental effectiveness of an architecture which combined climate, ambiance and shape 7, reducing the air conditioning dependence.

Unfinished research

Combining shape and climate with graphical procedures, Le Corbusier balanced the ambience's and facility's matters and the predominant shape and structural matters, eliminating the false division practiced by the historiography of architecture since early 30s (15). His last works showed his capability to measure, draw and design with the intangible aspects of the architecture, as we can show in the graphic methods of illumination, thermal radiation, air movement, humidity, isolation or acoustic conditioning.

Le Corbusier, who was attentive to the modern society evolution, defended the importance of the drawing and the technique to set up new languages which redescribe the changing frameworks of his time. In this case, the understanding of environmental phenomena in architecture mixed scientific contributions with geometric procedures, beginning a new language of environment whose evolution towards new ways of measuring, drawing and designing (fig.14) are already untapped. ■



10



11

12. Vivienda de 110 m² con los *aérateurs* abiertos el viento (FLC 5605).

12. 110 m² house with the *aérateurs* open (FLC 5605).

NOTES

1 / Idea which Le Corbusier used previously in Villa Schwob (La Chaux-de-Fonds, 1916)

2 / In the CIAM of 1930 in Brussels Le Corbusier surveyed physicians, installers, physicists and architects about the need for solar radiation and natural ventilation (10).

3 / Technical office created in 1943 by Le Corbusier

4 / It was evidenced in the articles: "Reglage de l'enseleillement" (1945) by A.Wogenscky and "Problèmes de l'enseleillement" (1946) by Le Corbusier

5 / French engineer focused on human comfort, heating and ventilation.

6 / For instance the well-known *breeze-hall* at the Millowners Association (Ahmedabad, 1952).

7 / Note redirected to P.L.Varma on 26th of may of 1956 (FLC P1-10-306).

References

(1) / CALDUCH, J. 2003 *La arquitectura moderna nacional. De 1927 a 1935: la crisis del internacionalismo*, Universidad de Alicante, Alicante. p.43

(2) / LE CORBUSIER Y JEANNERET, P. 1937 *Oeuvre complète 1910-1929*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.206

(3) / SAINZ, J. 2005 *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*, Reverté, Barcelona. p.137

(4) / BOIS, Y.A. 1981 "Metamorphosis of axonometry", *Daidalos* (1). p.41

(5) / LE CORBUSIER 1998 *Hacia una arquitectura*, Poseidón, Buenos Aires. p.16

(6) / LE CORBUSIER Y JEANNERET, P. 1937 Ob.cit.

(7) / LE CORBUSIER 1998 Ob.cit. p.73

(8) / LE CORBUSIER Y JEANNERET, P. 1934 *Oeuvre complète 1929-1934*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.178

(9) / CALDUCH, J. 2003 Ob.cit.

(10) / ÁBALOS, I. Y HERREROS, J. 1987 "De la ventana corrida al brise-soleil. Los límites de una idea", *A&V*(10), p.72

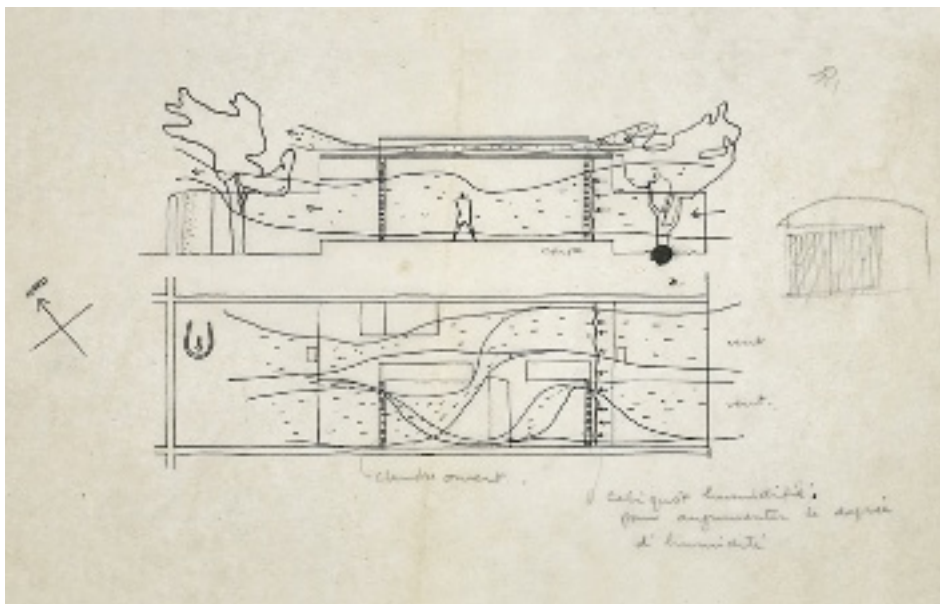
(11) / LE CORBUSIER 1946 *Oeuvre complète 1938-1946*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.56

(12) / REQUENA, I. 2011 *Arquitectura adaptada al clima en el movimiento moderno: Le Corbusier (1930-1960)*, Tesis doctoral, Universidad de Alicante. p.125

(13) / LE CORBUSIER 1946 Ob.cit. p.50

(14) / LE CORBUSIER 1953 *Oeuvre complète 1946-1952*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.137

(15) / BANHAM, R. 1975 *La arquitectura del entorno bien climatizado*, Ediciones Infinito, Buenos Aires. p.9



12

través del edificio que obedecía a leyes físicas (fig. 12). Aunque intuitivas, las plantas y secciones tenían una lógica basada en la dinámica de fluidos, importada por L.C. del mundo de la aeronáutica reflejado en las tablas, escritos y fotografías de *Vers une architecture* (1923) y *Aircraft* (1935).

Lo que en principio en los años 20 fue una referencia formal pasó a determinar nuevas características de su arquitectura: permeabilidad de la arquitectura al aire, mediante número y disposición de las compuertas de ventilación o *aérateurs*; altura libre de los espacios, una mayor altura eleva el calor por encima de la zona habitable; limitación de la profundidad garantizando la ventilación cruzada; introducción de formas alabeadas en los *aérateurs* o aerodinámicas en espacios expuestos al viento 5.

La aparición de este tipo de dibujos proliferó en los proyectos del conjunto del *Capitolio* de Chandigarh, con el objetivo de hacer visible a las autoridades hindúes la eficacia ambiental de una arquitectura directamente vinculada al clima desde la forma 6, reduciendo la dependencia del aire acondicionado. ■

Investigación inacabada

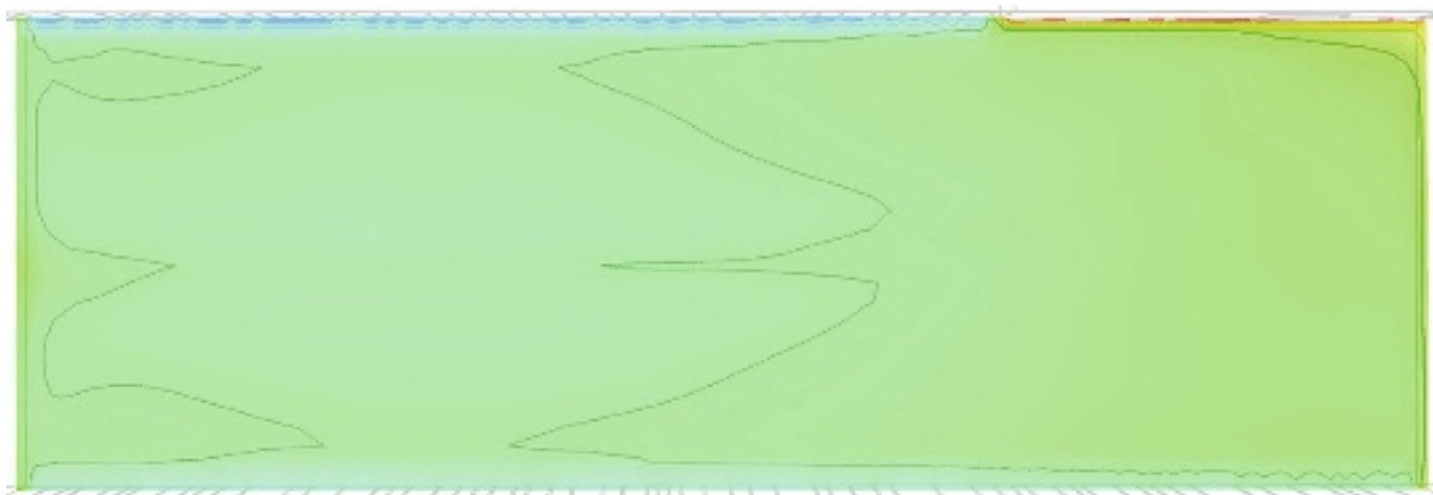
Al relacionar arquitectura y clima con procedimientos gráficos, L.C. equiparó aspectos pertenecientes a la esfera de lo ambiental y los servicios, con los predominantes argumentos formales y estructurales, eliminando una división practicada por la historiografía de la arquitectura desde principios del siglo XX (15). Los últimos trabajos esbozaron la capacidad de medir, dibujar y proyectar con los aspectos intangibles de la arquitectura mostrada en los métodos de cálculo gráfico de soleamiento, radiación térmica, movimiento del aire, humedad ambiental, aislamiento y acondicionamiento acústico.

Le Corbusier, atento a la evolución de la sociedad moderna, defendió la importancia de la mirada que, junto al dibujo y la técnica, configuró nuevos lenguajes para describir los contextos cambiantes de su tiempo. En este caso, la comprensión de los fenómenos ambientales en arquitectura, mezcló aportaciones científicas con procedimientos gráficos, marcando el comienzo de un lenguaje de lo ambiental cuya evolución hacia nuevas formas de medir y dibujar (fig. 14) nos aporta visiones de la arquitectura aún por explorar. ■



13. Simulaciones térmicas de invierno y verano en el Convento de la Tourette.

13. Winter and summer thermal studies for la Tourette monastery.



13

NOTAS

- 1 / Concepto empleado anteriormente en la *Villa Schwob* (La Chaux-de-Fonds, 1916)
- En el CIAM de Bruselas de 1930 Le Corbusier encuestó a médicos, instaladores, físicos y arquitectos sobre la necesidad de la radiación solar y la ventilación natural (10).
- 2 / Gabinete técnico creado en 1943 por L.C.
- 3 / Se evidenció en los artículos "Reglage de l'ensoleillement" (1945) de A.Wogenscky y "Problèmes de l'ensoleillement" (1946) de L.C.
- 4 / Ingeniero francés especializado en climatización y confort ambiental.
- 5 / Por ejemplo el *breeze-hall* del Palacio de los Hilanderos (Ahmedabad, 1952).
- 6 / Mostrado en la nota redirigida a P.L.Varma del 26 de mayo de 1956 (FLC P1-10-306).

Referencias

- 1 / CALDUCH, J. 2003 *La arquitectura moderna nacional. De 1927 a 1935: la crisis del internacionalismo*, Universidad de Alicante, Alicante. p.43
- 2 / LE CORBUSIER y JEANNERET, P. 1937 *Oeuvre complète 1910-1929*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.206
- 3 / SAINZ, J. 2005 *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*, Reverté, Barcelona. p.137
- 4 / BOIS, Y.A. 1981 "Metamorphosis of axonometry", *Daidalos* (1). p.41
- 5 / LE CORBUSIER 1998 *Hacia una arquitectura*, Poseidón, Buenos Aires. p.16
- 6 / LE CORBUSIER y JEANNERET, P. 1937 Ob.cit.
- 7 / LE CORBUSIER 1998 Ob.cit. p.73

- 8 / LE CORBUSIER y JEANNERET, P. 1934 *Oeuvre complète 1929-1934*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.178
- 9 / CALDUCH, J. 2003 Ob.cit.
- 10 / ÁBALOS, I. y HERREROS, J. 1987 "De la ventana corrida al brise-soleil. Los límites de una idea", *A&V*(10), p.72
- 11 / LE CORBUSIER 1946 *Oeuvre complète 1938-1946*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.56
- 12 / REQUENA, I. 2011 *Arquitectura adaptada al clima en el movimiento moderno: Le Corbusier (1930-1960)*, Tesis doctoral, Universidad de Alicante. p.125
- 13 / LE CORBUSIER 1946 Ob.cit. p.50
- 14 / LE CORBUSIER 1953 *Oeuvre complète 1946-1952*, Les Éditions d'Architecture, Zurich. p.137
- 15 / BANHAM, R. 1975 *La arquitectura del entorno bien climatizado*, Ediciones Infinito, Buenos Aires. p.9