

informes de la construcción

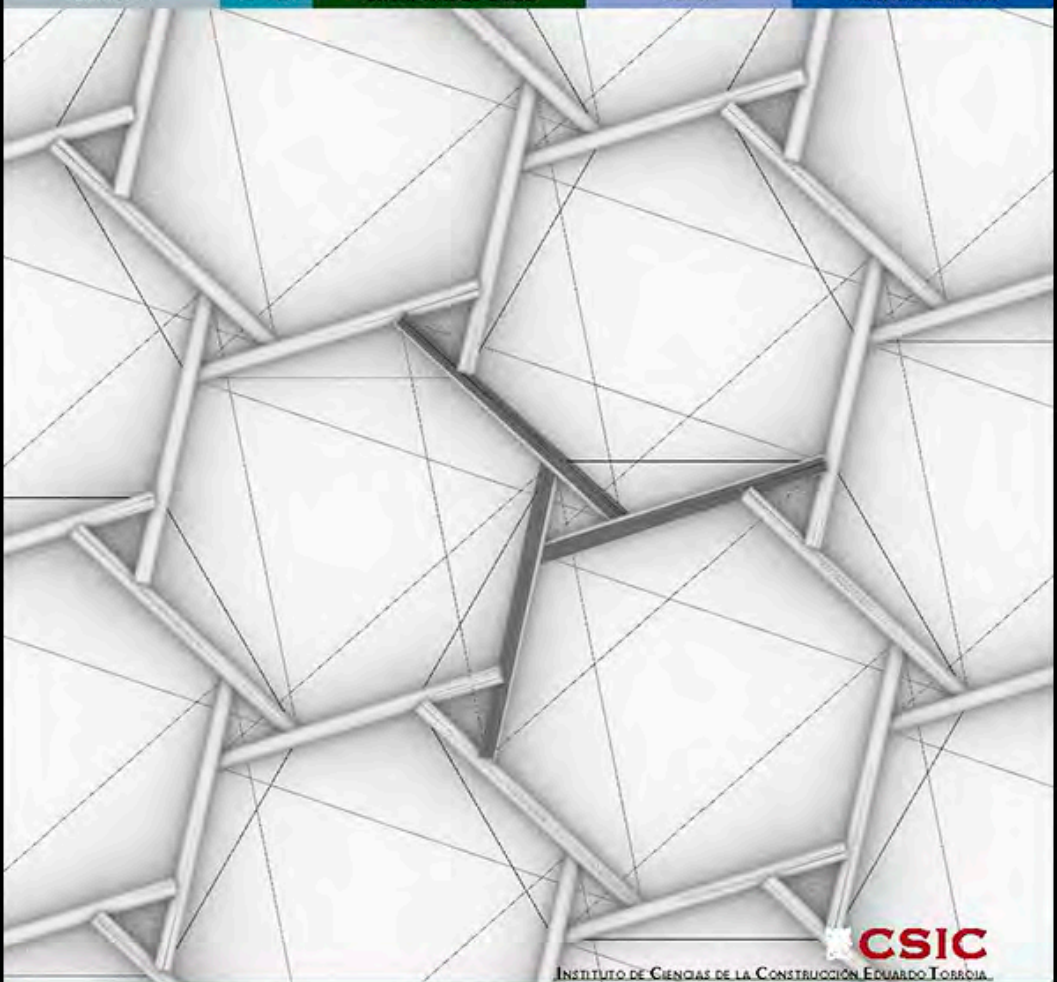
Volumen 74

Nº 565

enero-marzo 2022

Madrid

ISSN-L: 0020-0883



CSIC

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INICIO / ARCHIVOS / Vol. 74 Núm. 566 (2022)

Vol. 74 Núm. 566 (2022)



DOI: <https://doi.org/10.3989/ic.2022.v74.i566>

PUBLICADO: 2022-06-30

Artículos

[es] **Análisis de ciclo de vida en bloques de hormigón: comparación del impacto producido entre bloques tradicionales y con subproductos**

Maggi Madrid, Yokasta García Frómeta, Jesús Cuadrado, Jesús María Blanco
e438

 HTML

 PDF

 XML

[en] **Niveles de óxidos de nitrógeno en construcción de túneles con el NATM durante el periodo de transición de la Directiva 2017/164/EU**

Héctor García González, Johnatan González García, Sergio González-Cachón Fernández, Sergio Pellicer Mateos
e439

 HTML

 PDF

 XML

[en] **Desarrollo de modelos estadísticos para la predicción de propiedades mecánicas del hormigón simple**

Sangeeta Gadve, Rangesh Jajodia
e440

 HTML  PDF  XML

[es] Cálculo simplificado de la curva de capacidad basal carga-distorsión en edificaciones de baja altura elaboradas con mampostería confinada y ubicadas en zonas de alto peligro sísmico

Víctor Manuel Godínez Baltazar, Sulpicio Sánchez Tizapa, Sulpicio Sánchez Tizapa
e441

 HTML  PDF  XML

[en] Usando la herramienta de análisis de modos y efectos de cambio para explicar la proporción de flexibilidad y organización espacial en la vivienda

Banafsheh Sadat Ziaei, Seyed Hadi Ghoddusifar, Kaveh Bazrafkan
e442

 HTML  PDF  XML

[en] Simulación de estrategias bioclimáticas concretas con el objetivo de poner en valor los diseños de la arquitectura tradicional. Caso de estudio: la inercia térmica en El Valle

Beatriz Montalbán Pozas, Francisco Serrano
e443

 HTML  PDF  XML

[es] La carpintería metálica exterior de la Biblioteca Nacional de España. Estudio histórico-patológico para su datación y valoración

Enrique Castaño, Miguel Lasso de la Vega, Felipe Asenjo
e444

 HTML  PDF  XML

[es] Proceso de diseño sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada para zonas de alta peligrosidad sísmica

Eduardo Rafaél Álvarez Deulofeu, Fidel Lora Alonso, Samary López Chang
e445

 HTML  PDF  XML

[es] La Exposición Universal de Bruselas, un cambio de rumbo para la constructora Huarte y Cía

Gonzalo García-Rosales, Enrique Castaño, Mónica Martínez
e446

 HTML  PDF  XML

[es] Procesos de trazado, replanteo y erección en las primeras iglesias góticas en la ciudad de Córdoba (España)

Antonio Jesús García-Ortega

e447

[HTML](#)[PDF](#)[XML](#)**[es] Los planos de estructura de la Villa Savoye**

Fernando Zaparaín Hernández, Jorge Ramos Jular, Pablo Llamazares Blanco, Daniel Barba Rodríguez

e448

[HTML](#)[PDF](#)[XML](#)**[es] De la galería al edificio corredor: recorriendo la obra de Carlos Raúl Villanueva**

Francisco Mustieles Granel

e449

[HTML](#)[PDF](#)[XML](#)**[es] Uso y percepción de las viviendas flexibles de Aranguren y Gallegos en Carabanchel**

Agatángelo Soler Montellano

e450

[HTML](#)[PDF](#)[XML](#)

Reseñas bibliográficas

[es] Bibliografía

Equipo Editorial

b008

[HTML](#)[PDF](#)[XML](#)[Enviar un artículo](#)

eISSN: 1988-3234

ISSN-L: 0020-0883

DOI: 10.3989/ic

Idioma

English

Español (España)

Indexación y calidad



Journal Citation Reports (JCR)

JIF 2020 (2 años): 0.375
JIF 2020 (5 años): 0.667

Q4 (64/66)
Construction & Building Technology

Journal Citation Indicator (JCI)

JCI 2020: 0.08

Q4 (79/86)
Construction & Building Technology



Scopus®

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS



Los planos de estructura de la *Villa Savoye*

The structure drawings of the Villa Savoye

Fernando Zaparaín Hernández (*), Jorge Ramos Jular (**), Pablo Llamazares Blanco (***), Daniel Barba Rodríguez (****)

RESUMEN

Este artículo propone la elaboración y análisis de un modelo 3D y unas plantas detalladas de la estructura de la *Villa Savoye*, algo hasta ahora no abordado monográficamente. Se basa en mediciones in situ y documentos originales de la Fundación Le Corbusier, como planos del contratista, *precios contradictorios*, fotos de la construcción y unas filmaciones amateurs. Un conjunto de fuentes así, hace de esta obra un caso privilegiado para conocer cómo se empleaba el hormigón armado en aquella época de su generalización. Se comprueba la ambigüedad estructural de Le Corbusier, que pone «*la expresión de las formas plásticas*», por encima del cálculo racional o la mera manifestación del esqueleto portante. Para ello manipula el sistema arquitecónico clasicista de Perret. Al retranquear las vigas descolgadas y los pilares, el esquema no se aprecia como una «*jaula*», sino como una tabla apoyada en «*caballetes*», o unas baldas «*pinchadas*» en finas patas.

Palabras clave: *Villa Savoye*; Le Corbusier; estructura; hormigón.

ABSTRACT

The purpose of this article is the elaboration and analysis of a 3D model and detailed ground plans of the structure of the Villa Savoye, something does not tackle monographically yet. The article is based on in situ surveys and original documents from the Le Corbusier Foundation, such as building contractor plans, contradictory prices, construction photos and amateur filming. This set of sources makes this work a privileged case to learn how the reinforced concrete was used at the same time of its generalization. The structural ambiguity of Le Corbusier is verified, who places «the expression of the plastic forms» above the logical calculation or the simple manifestation of the supporting skeleton. He manipulates the Perret's classicist architrave system. When the lowered beams and pillars are moved back, the scheme is not seen as a «cage», but as a table supported by «trestles», or as shelves «poked» on thin legs.

Keywords: *Villa Savoye*; *Le Corbusier*; *structure*; *concrete*.

(*) Dr. Arquitecto. Profesor Titular de la E.T.S de Arquitectura de la Universidad de Valladolid, Valladolid (España).

(**) Dr. Arquitecto. Profesor Contratado Doctor de la E.T.S. de Arquitectura de la Universidad de Valladolid, Valladolid (España).

(***) Arquitecto. Investigador Predoctoral de la E.T.S. de Arquitectura de la Universidad de Valladolid, Valladolid (España).

(****) Arquitecto. Investigador Predoctoral de la E.T.S. de Arquitectura de la Universidad de Valladolid, Valladolid (España).

Persona de contacto/Corresponding author: zaparain@gmail.com (F. Zaparaín Hernández)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9659-2906> (F. Zaparaín Hernández); <https://orcid.org/0000-0002-4213-0060> (J. Ramos Jular); <https://orcid.org/0000-0002-5159-3817> (P. Llamazares Blanco); <https://orcid.org/0000-0001-9831-1437> (D. Barba Rodríguez)

Cómo citar este artículo/Citation: Fernando Zaparaín Hernández, Jorge Ramos Jular, Pablo Llamazares Blanco, Daniel Barba Rodríguez (2022). Los planos de estructura de la *Villa Savoye*. *Informes de la Construcción*, 74(566): e448. <https://doi.org/10.3989/ic.88625>

Copyright: © 2022 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 31/03/2021
Aceptado/Accepted: 22/11/2021
Publicado on-line/Published on-line: 21/06/2022

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objeto la elaboraci3n y an3lisis de un modelo 3D (figura 1) y unas plantas detalladas de la estructura de la *Villa Savoye*, en base a mediciones in situ y documentos originales de la Fundaci3n Le Corbusier, como planos del contratista, *precios contradictorios*, fotos de la construcci3n (1), e incluso, unas filmaciones amateurs (2). Un conjunto de fuentes as3, hace de la *Villa Savoye* un caso privilegiado para conocer c3mo se empleaba el hormig3n armado en aquella 3poca de su generalizaci3n. Adem3s, seg3n se ir3 viendo, la estructura tiene un papel destacado en el desarrollo formal (3). Por todo ello, sorprende que este aspecto sustancial de un icono de la modernidad no haya sido estudiado monogr3ficamente. Benton (4) y Quetglas (5) hacen menciones puntuales al tema y el segundo incluye fotos y unas axonometr3as esquem3ticas. Sbriglio (6) habla de los planos y reproduce uno de ellos. En dos art3culos anteriores (7, 8) y en un congreso (9), avanzamos algunas reflexiones generales sobre esta cuesti3n, pero ahora se ofrece una definici3n particular y m3s completa (anejos en repositorio: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/52407>).

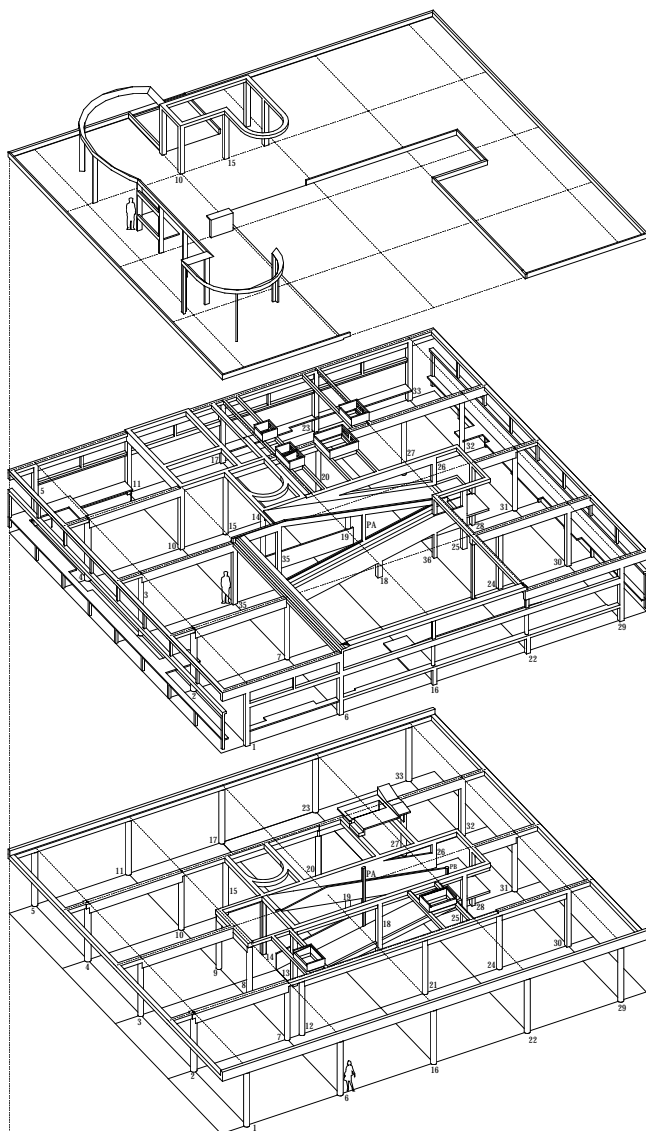


Figura 1. Axonometr3a de la estructura de la *Villa Savoye*.
Fuente: elaboraci3n propia.

Aparte de un esquema de forjado de una versi3n previa (FLC-H1-13-296), todos los planos de estructura correspondientes a la realidad construida de la *Villa Savoye* (FLC-H1-13-297 a 314), fueron desarrollados por el contratista E. Cormier, de acuerdo con los arquitectos, una f3rmula prevista en el sistema edificatorio franc3s. Estos planos llevan el cajet3n de la empresa, o est3n rotulados con la misma letra y, aunque su autor3a directa no corresponde al estudio corbuseriano, son casi coincidentes con la versi3n m3s tard3a del proyecto de abril de 1929. En la pr3ctica, los planos de estructura reflejan mejor lo verdaderamente ejecutado, porque muchos son posteriores a este desarrollo constructivo, e incluso se fueron dibujando cuando estaban forjadas plantas inferiores, por lo que sus cotas pudieron tomarse directamente de la realidad.

De todas formas, cualquier plano de estructura encargado por Le Corbusier debe considerarse supervisado y asumido por 3l, como recalca, por ejemplo, antes de firmar el contrato para el *Centrosoyus* (FLC-H2-9-067):

«Nunca calculamos el hormig3n armado de un edificio; el constructor responsable de la solidez de la obra tiene sus propios ingenieros que trabajan seg3n sus m3todos de organizaci3n de obra. Nuestro papel consiste en revisar los planos para verificar si las disposiciones tomadas por el ingeniero son conformes a los planos establecidos (dimensi3n de vigas, pilares, etc...)»

Otra prueba documental directa de que Le Corbusier consideraba los desarrollos del contratista como propios, se encuentra en las condiciones para el env3o de planos de la *Villa Savoye* que propuso a la *Escuela Pol3cnica de Budapest*, en la temprana fecha de 10-9-1931, despu3s de que visitaran la obra (FLC-E2-6-083):

«Admitimos el principio de hacer, a cuenta de la Escuela Pol3cnica de Budapest, una serie completa de los planos de la Casa Savoye, incluyendo todos los detalles de la ejecuci3n y los planos de hormig3n armado.»

En 1910, Le Corbusier estudi3 c3lculo de estructuras de hormig3n con el manual de Emil M3rsch, *Le bet3n arm3*. *3tude th3orique et pratique*, traducido en 1909 por su amigo, y luego socio, Max Du Bois, a partir de la versi3n alemana de 1902. El marco normativo seguido junto a la empresa Cormier, era la circular *Instructions relatives à l'emploi du b3ton arm3* de 20 de octubre de 1906, muy novedosa porque estipulaba el c3lculo cient3fico y pretend3a superar los anteriores m3todos emp3ricos a base de pruebas de carga. Esto se tradujo en una reducci3n de las secciones, que ahora parecer3a atrevida. En l3nea con esa nueva corriente de racionalizaci3n, Robert Maillart propuso en 1908, sustituir la antigua transici3n escalonada de pilar-viga-vigueta, por un sistema de capitel que conectaba directamente con la losa, denominado "plancher sans poutrelles" (forjado sin viguetas), aunque se populariz3 como "dalle-champignon" (losa y seta). Le Corbusier adopt3 esa nueva morfolog3a en su patente de pilares huecos *Everite* de 1918. Antes, en el *Dom-ino* de 1914, hab3a ido m3s lejos, al suprimir el capitel y hacer monol3tico el pilar con dos vigas en cruz. Sin embargo, la *Villa Savoye* responde m3s al antiguo modelo de vigas descolgadas, aunque con apariencia de losa y pilares sin capitel.

Solo se conocen las plantas generales de cimentaci3n y de forjado de techo de s3tano. Los dem3s planos son seccio-

nes y alzados a escala 1:50, con despieces de armaduras de pilares y vigas, así como detalles de los petos en hormigón de la escalera y la rampa, o del pórtico suroeste de la terraza-jardín. Incluso hay detalles de la bañera de obra y los lucernarios, porque se ejecutaron en hormigón, aunque no fuera estructural. De todas formas, gracias a lo minucioso de estas secciones, ha sido posible reconstruir las plantas de los forjados que faltan.

Los planos están dibujados a tinta, y llama la atención lo extremadamente detallados que son, con muchas cotas y todo tipo de notas y secciones parciales bien referenciadas. La precisión en las medidas llega al medio centímetro y las comprobaciones en la realidad demuestran que se siguieron con fidelidad. Son muy numerosos los retallos, rebajes y secciones especiales, a veces de solo 6 cm de espesor. Puesto que era la propia empresa quien asumía todas esas excepciones, puede pensarse que una ejecución tan artesanal como esta no asustaba en la época. De hecho, las imágenes donde aparecen encofrados, muestran una prolija labor de carpintería (ver figuras 4 y 7). Estaba previsto hasta el trazado de conductos y las perforaciones necesarias. Como en otros muchos aspectos de esta obra, se aprecia una forma de proyectar novedosa y exhaustiva, pero basada en sistemas, materiales y prácticas constructivas bastante tradicionales, que bien podría denominarse *low tech*.

2. FORJADO DE TECHO DE SÓTANO Y CIMENTACIÓN (ANEJO 1)

Existe un plano de la constructora referido a replanteo y excavaciones (FLC-H1-13-298), todavía sin la escalera, del 28-2-1929, que para los detalles remite al siguiente (FLC-H1-13-300), del 15-3-1929, donde la escalera ya aparece en su posición definitiva (figura 2).

2.1. Estructura del sótano

Los muros de contención previstos son una mampostería de cal y canto, sobre una zapata corrida de hormigón pobre de cal de 30 cm. Están escalonados, aunque la altura solo es de 240 cm. Ese aparejo rústico de piedra quedó visto, como en las tapias de entrada junto a la casa del guarda. Era un anuncio del giro organicista y vernacular que empezaba a dar la arquitectura corbuseriana. En concreto, apareció también en la contemporánea *Casa Mandrot* (1929), en el volumen curvo del *Pabellón Suizo* (1930) y en la medianera de su apartamento (1931-1934).

El plano de forjado de techo de sótano (FLC-H1-13-301) se fechó el 19-3-1929 («*plancher haut du sous-sol*»). La solución, como en otros casos, está llevada al límite, quizás para ahorrar en material. Consistió en una losa armada unidireccional de 7 cm sobre nervios descolgados de 16 cm de ancho y 27 de canto. Para los estándares actuales supone bastante mano de obra, por una cierta complejidad de encofrado, pero en aquel entonces no parece que importara tanto. Los nervios van apoyados directamente sobre los muros y es suficiente, porque las luces son moderadas: 273 y 338 cm a ejes. Habría nervios específicos para el arranque de la escalera y el apoyo del pilar central de la rampa, donde se aumenta el canto a 35 cm. La empresa sugirió, con buen criterio, (FLC-H1-13-035) que se hiciera un zócalo de hormigón de 25 cm de altura para apoyar los muros de ladrillo hueco de planta baja y evitar las humedades.

2.2. Zapatas

Más tarde se elaboró el minucioso plano de zapatas (FLC-H1-13-302) del 27-3-1929, que recoge hasta los detalles más pequeños e indica las dosificaciones. Incluye la numera-

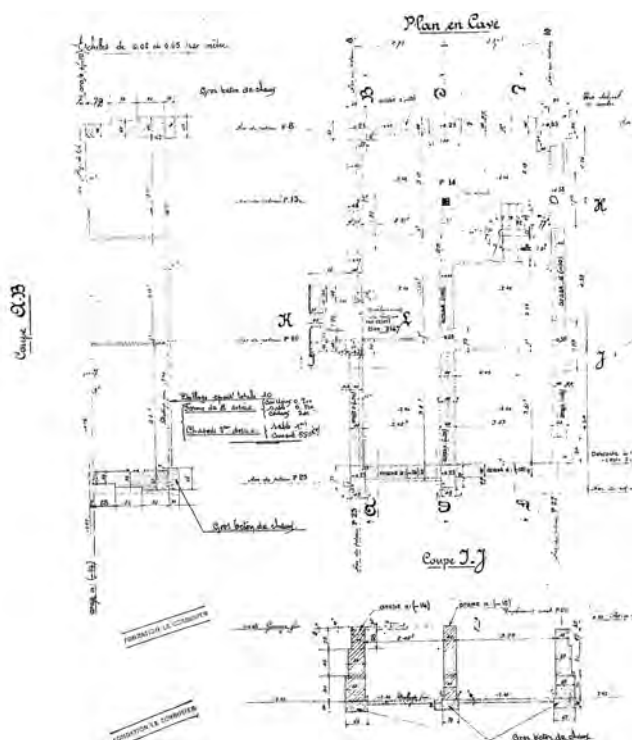


Figura 2. Detalle del plano de replanteo de sótano de la *Villa Savoye* (FLC-H1-13-300). Fuente: Fondation Le Corbusier.

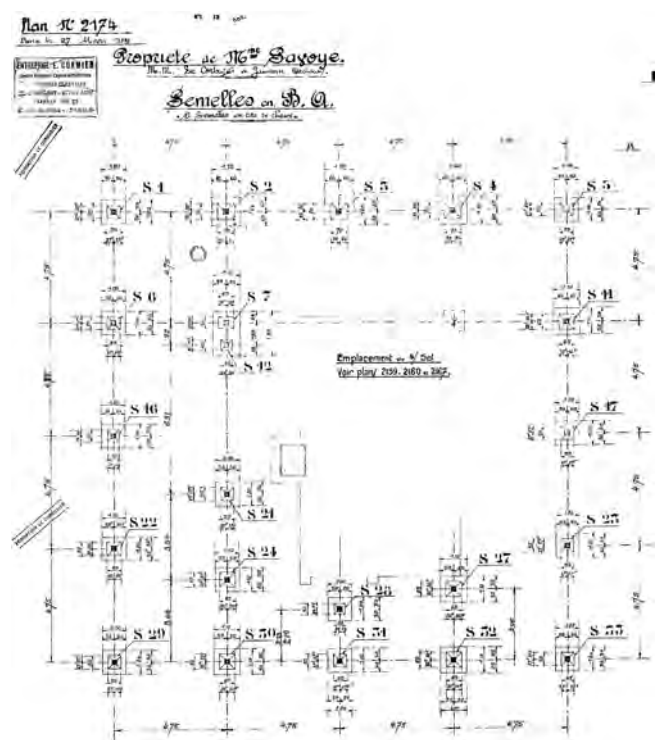


Figura 3. Detalle del plano de zapatas de la *Villa Savoye* (FLC-H1-13-302). Fuente: Fondation Le Corbusier.

ción de los pilares, que se utilizará a partir de ahora (figura 3). Sobre la coronación de los muros, y en algunos apilastramientos, nacen varios pilares mediante zapatas armadas de entre 20 y 40 cm de canto. También hay un pilar dentro del sótano, el 14, que apoya con su propia zapata de hormigón sobre la cimentación corrida del muro intermedio.

Para los pilares que caen fuera del perímetro del sótano, la cimentación se resolvió con zapatas aisladas de hormigón armado, sin riostras, enterradas hasta alcanzar el firme, según la tipología representada en el conocido esquema para ejemplarizar la planta libre (FLC-34065). Se establece como cota del firme la -1,65 m, a partir de la cual se echa una regularización de entre 35 y 45 cm de hormigón pobre de cal. Sobre esta capa, van unas zapatas armadas con una exigua base de 10 cm de alto para el emparrillado y un ábaco piramidal de transición hacia los «enanos» enterrados hasta la cota -0,30 cm, por lo que se revisten de mortero de cemento como protección suplementaria frente a la humedad. A partir de ahí nacen los pilotis de planta baja, circulares o cuadrados, cuyos primeros 50 cm también se enfoscan, como recordaban los arquitectos a la constructora en carta de 20-1-1930 (FLC-H1-12-084). Una leyenda establece que la parte enterrada de los pilares será de sección cuadrada de 22 x 22 cm, excepto los 2 y 4, que serán de 25 x 25 cm, porque en ellos se introducen unas bajantes de pluviales de 8 cm de diámetro, de lo cual hay detalle en planta y alzado.

3. FORJADO DE TECHO DE PLANTA BAJA (ANEJO 2)

Todavía el 3-5-1929 se estaba dibujando una modificación de las vigas 19 y 20 del techo de planta baja (FLC-H1-13-308, «*plancher haut du rez-de-chaussée*») y a los pocos días, en las cinco primeras fotografías de la obra, se ve a los obreros acabando de hormigonarlo.

3.1. Zunchos y pasatubos

Una de esas imágenes (FLC-L2-17-200) está hecha desde el hueco de la rampa, mirando hacia lo que sería luego la cocina (figura 4a). Muestra unas prácticas constructivas muy similares a las que siguen vigentes en estructuras domésticas de hormigón armado. En primer plano se observan los negativos sobre cada vigueta, y asoman por el encofrado las esperas que sujetarán la rampa, todavía no ejecutada. Se aprecian entre las bovedillas dos embrochados de refuerzo, que si se representan sobre el plano pasan justo por debajo de la bañera del cuarto de Mme. Savoye, cuyo vaso estaba previsto también de hormigón según el plano de detalle de Cormier (FLC-H1-12-077). También se ve el hueco de la escalera y los pasatubos para la chimenea y una bajante. A la derecha están preparadas la armadura y la retenida de una viga de canto hacia arriba, que recorre toda la fachada noreste. Además sobresalen las esperas de diversos pilares. El encofrado es cuidadoso, con acodamientos para los costeros del zuncho de borde, e incluso se ve una escoba, con la que se habría limpiado antes de hormigonar. Se ha echado ya parte de la capa de compresión fundida con los nervios que hacen de viguetas y, al fondo, un obrero con una carretilla sigue vertiendo masa.

En la siguiente toma (FLC-L2-17-203) el fotógrafo se puso en el lado opuesto de la rampa, mirando hacia el sur (ver figura 4b). Atrás vuelven a apreciarse las esperas de los pilarcillos de refuerzo de la fachada. A la derecha se ven las bovedillas



Figura 4. Fotografías del forjado de techo de planta baja de la Villa Savoye, del 14 de mayo de 1929, posiblemente de Norman Rice (FLC-L2-17-200 y 203). Fuente: Fondation Le Corbusier.

del techo del garaje, con otro pasatubos en primer plano para una bajante de la terraza y un brochal del lucernario junto a la cristalera de la sala de estar. Al fondo, a la altura del descansillo de la rampa aparecen las esperas para el pilar que fue necesario incorporar sobre la marcha como apoyo intermedio. No estaba en los planos de albañilería a 1:20 de mediados de abril ni en uno de estructura de la rampa (FLC-H1-13-305) de 26-4-1929, pero ya se dibujó con el número 36 en otro de la rampa (FLC-H1-13-309), una semana después de estas fotos, el 22-5-1929.

Otra fotografía (FLC-L2-17-204) es un primer plano de la armadura de espera del pilar 4 con la bajante dentro (figura 5a). En la realidad se ha comprobado que tiene 33 cm de diámetro, y si se descuentan enlucidos, recubrimientos y armaduras, el pasatubos sería de unos 14 cm de diámetro, mayor que los 8 cm previstos en los detalles del plano de cimentaciones (FLC-H1-13-302). También aparece una bovedilla, quizás colocada como muestra, que permitirá más adelante detallar el sistema de forjado.

Se han considerado zunchos de la misma altura que el forjado y del mismo ancho que los pilares (22 cm), en los vuelos, el hueco de escalera, los refuerzos bajo la bañera, los empalmes entre pórticos y los atados perimetrales. Los



Figura 5. Fotografías del forjado de techo de planta baja de la *Villa Savoye*, del 14 de mayo de 1929, posiblemente de Norman Rice (FLC-L2-17-202 y 204). Fuente: Fondation Le Corbusier.

brochales de los lucernarios son de 10, 12 ó 16 cm de base (FLC-H1-13-307 y 312). Todos se realizan simplemente poniendo las armaduras y vertiendo el hormigón entre un costero de madera y la última hilera de bovedillas que hace de encofrado perdido.

3.2. Refuerzos de los petos

La foto anterior también aporta información sobre las pilastrillas que se dejaron previstas para atar la barandilla de fábrica en las dos fachadas voladas, donde no se podía contar con pilares que arriostrasen (ver figura 5a). Detrás de la bovedilla se ven dos armaduras en espera, una a ejes del pilar y otra a mitad del vano. Están algo retranqueadas del borde y parecen de unos 6 x 6 cm, lo que daría lugar a pilarcillos terminados de unos 11 x 11 cm, enrasados con la cara exterior de fachada, entre los que va una hoja de ladrillo de 11 cm, como en otros muros. Además, ayudan a soportar las repisas de hormigón que hay debajo de diversas ventanas. También aparecen en otras fotos, por ejemplo, a la izquierda de los visitantes apoyados en la barandilla de obra. En esta y otras esquinas se aprecia cómo la armadura sube hasta la altura del dintel (ver figura 8). En cambio no hay pilastrillas en las imágenes de las fachadas laterales, donde los pilares están integrados en el muro y bastan para sujetarlo.

Estos refuerzos son elementos auxiliares de hormigón, no representados en la planimetría, que reflejan bien cómo las decisiones formales novedosas, llevaban aparejadas las correspondientes soluciones constructivas peculiares. Por una parte, la fachada corbuseriana pretendía separarse de la estructura, que ya no podía atarla como haría en condiciones normales. Por otra parte, esa nueva «fachada libre» no era como el muro tradicional de suelo a techo, con algunas perforaciones para las ventanas, sino que se dividía en dos bandas horizontales independientes y sueltas, con la «fenêtre en longueur» en medio. Todo esto suponía la paradoja de tener que montar un arriostramiento alternativo, estructural y un tanto incoherente con el carácter textil o industrial que se proponía para la nueva envolvente tersa (figura 6).

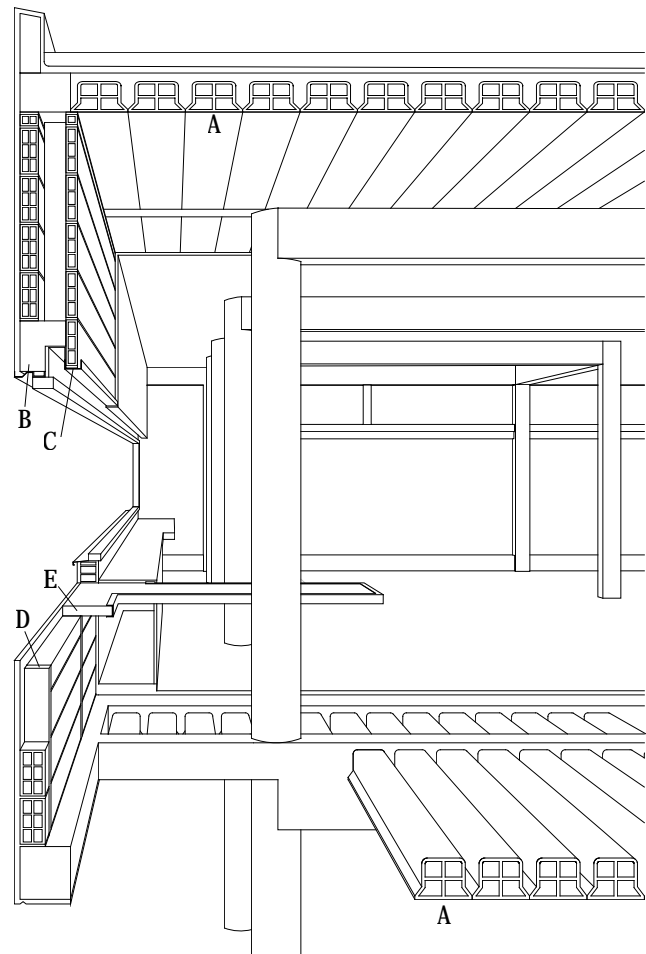


Figura 6. Sección fugada constructiva de la fachada noroeste de la *Villa Savoye*. A) bovedilla cerámica h: 12- 18 cm; B) dintel en "L" colgado; C) cargadero hoja interior "U" metálica; D) pilarcillo de hormigón en peto; E) balda de hormigón e: 6 cm. Fuente: elaboración propia.

3.3. Vigas de canto hacia arriba

Una última foto del reportaje que se viene comentando (FLC-L2-17-202) está dedicada a la viga con canto hacia arriba del techo de planta baja, en la fachada noreste, de la que sobresalen las esperas de los pilares 5 y 11 (ver figura 5b). Es de 16 x 33 cm, algo más estrecha que los pilares de 22 cm, para que luego quede englobada dentro del peto de fachada.

Corresponde al detalle «E» en la sección a 1:20 (FLC-19448). De nuevo se manipula una tipología constructiva corriente, como la jácena descolgada, para someterla a los dictados de la forma. En este caso, se quiere evitar la vista desde el suelo de un nervio, para que el forjado de techo de planta baja se lea en su perímetro como una losa plana.

3.4. Bovedillas y viguetas

Estas primeras fotografías de la obra, en mayo de 1929, junto a la película amateur, permiten reconstruir otro elemento importante del forjado como son las bovedillas, sobre todo, porque con ellas se establece la modulación de toda la estructura (ver figuras 4 y 5a). Su sección aparece incidentalmente en diversos planos (FLC-H1-13-305, 307 y 309) (ver figura 13). Se trata de una bovedilla cerámica de cuatro celdillas con una aleta inferior, por la que se une a la siguiente, dejando una entrecalle de 6 cm, en cuyo fondo van los positivos, a los que así se garantiza un recubrimiento de unos 3 cm. Esta combinación proporciona un encofrado perdido con el que, en la práctica, se consiguen unas viguetas in situ, fundidas con la capa de compresión de 5 cm, en la que van los negativos. Las bovedillas son de 25 x 25 cm en planta, como se puede deducir bastante bien de algunas fotos, contando unidades entre vanos cuya dimensión es conocida (ver figura 4). También se ven desde abajo y se pueden contar, en otras imágenes de interiores (ver figura 9a). Con la bovedilla elegida, los módulos generales de 475 x 475 cm, y otros intermedios, surgen como múltiplos de 25 cm.

Respecto al canto de los forjados, está llevado al límite, al menos para los criterios actuales, aunque las luces son cortas, las mayores de 4,50 m. El forjado normal en las zonas habitables interiores, tiene un canto de 23 cm, como aparece rotulado en varias secciones (FLC-H1-13-305 y 308) y se ha podido contrastar en la realidad. Corresponde a bovedillas de 18 cm de alto y una capa de compresión de 5 cm. Pero hay otro forjado más fino para el suelo de las terrazas de planta primera y cubierta, de tan solo 17 cm (12 + 5), como se observa en el plano de los lucernarios del techo de planta baja (FLC-H1-13-307), en el alzado del pórtico suroeste (FLC-H1-13-310) (ver figura 10), o en la sección «OO» de la rampa (FLC-H1-13-311).

Estas sutiles variantes aseguraban un ahorro de hormigón, pero además permitían, en las terrazas, asumir el añadido de las pendientes y de las losas de pavimento, para dejar su cara superior enrasada con el suelo del salón, acentuando la sensación de continuidad entre interior y exterior, sin banzos, conforme a las aspiraciones proyectuales de fluidez espacial. No solo se seguía confiando en la tipología de jardín doméstico aprendida en la *Cartuja de Erma* en 1907, y propugnada en los *Inmuebles-Villas*, sino que se buscaban los medios técnicos para garantizar esa prolongación hacia fuera.

La opción por estas bovedillas, deriva en una modalidad de forjado que, en realidad, es una losa unidireccional nervada fundida de una sola vez, con estrías cada 25 cm. El poco canto se compensa con las muchas viguetas, el doble de las acostumbradas (cada 45 cm en la contemporánea Baizeau FLC-24948).

Este tipo de forjado requiere un encofrado continuo, mientras que en los de semiviguetas prefabricadas solo hay que poner algunas sopandas. Frente a ese mayor coste de ejecución, tiene la ventaja de crear un plano de techo homogéneo,

todo cerámico, sin las interrupciones de las suelas de hormigón. Así puede enlucirse mejor y se evitan las fisuras. Esta decisión no es meramente constructiva, sino que lleva aparejada la opción formal de permitir que la estructura configure un plano horizontal continuo y abstracto, equivalente a una losa maciza. Se renuncia al falso techo, con la consiguiente sinceridad constructiva, que manifiesta directamente el forjado. En realidad, la losa es unidireccional, está aligerada, tiene nervios y se reviste de yeso, pero conserva su grosor y su compacidad, porque la bovedilla no se retira al desencofrar y permanece como soporte del enlucido. Además de economizarse hormigón y revestimientos, se acentúa la plasticidad, como demuestra la fuerte presencia de los pulidos techos blancos en tantas fotografías, en continuidad con las paredes, constituyendo una pirámide visual más convincente.

4. FORJADO DE TECHO DE PLANTA PRIMERA (ANEJO 3)

En junio de 1929 se hizo una foto publicada en la página 211 de *Cahiers d'Art V*, (4), 1930, donde aparece la cubierta encofrada y la rampa todavía sin hacer (figura 7a). El autor podría ser el mismo Giedion, porque fue el responsable de este artículo y la imagen solo apareció ahí. Además, reconocía haber visitado regularmente las obras:



Figura 7. Fotografía del hueco de la rampa de la *Villa Savoye* durante las obras, de junio de 1929, probablemente de Sigfried Giedion. Fuente: Giedion, S. (1930). *Le Corbusier et l'architecture contemporaine. Cahiers d'Art V*, (4), p. 211. Fotogramas de la filmación amateur de Ernest Weissmann de la obra de la *Villa Savoye*, de julio de 1929. Fuente: se remite a la publicación de Veronique Boone (2).

«He seguido su construcción a intervalos de algunos meses hasta su forma actual y he intentado fijar con fotografías algunos de los pormenores de la casa, tal como la he observado.»

Al poco tiempo, quizás en julio de 1929, se debió hacer otra filmación casera donde ya está toda la cubierta desencofrada, menos la rampa (ver figura 7b). También está levantándose el peto de la fachada noroeste, al que se asoman unos visitantes con sombrero, probablemente la dirección facultativa. En ese momento solo se había ejecutado el dintel de la terraza-jardín al suroeste, ya cubierto de ladrillo, pero faltaban los cargaderos de las demás ventanas corridas. A la izquierda, en

el suelo, puede observarse perfectamente la viga con canto hacia arriba.

4.1. Vigas de fachada

En agosto de 1929 se hizo el tercer reportaje donde ya aparece la estructura prácticamente terminada. Aporta valiosa información sobre las vigas y dinteles de las fachadas. El alzado noreste se ve en una fotografía (FLC-L2-17-002) cuando solo faltaban por terminar el dintel colgante, todavía encofrado, y sus tirantes intermedios, cuyas armaduras en espera pueden distinguirse mirando con detenimiento (figura 8). Sobre la abertura del patio de la cocina continúa la misma viga de canto, 11-17, de 16 x 30 cm que recorre todo el lateral, con su correspondiente dintel colgado, pero sin rebaje para el cortinero. Esa viga se remató con una visera acanalada para recoger el agua, similar a la coronación del pórtico de la terraza-jardín, según se preveía ya en el detalle «S» del plano a 1:20 de cubierta (FLC-19443).

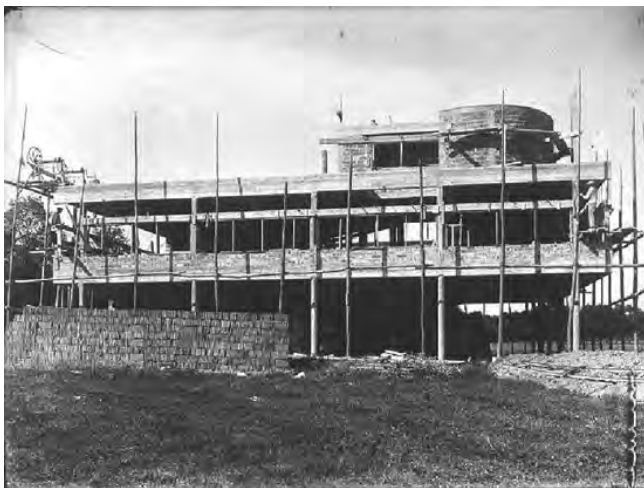


Figura 8. Fotografía de la fachada noreste de la *Villa Savoye* en obras, de agosto de 1929, probablemente de Marius Gravot. (FLC-L2-17-002). Fuente: Fondation Le Corbusier.

4.2. DINTELES DE LA «FENÊTRE EN LONGUEUR»

Además, dos fotos de agosto muestran el cargadero de la ventana corrida del salón desde dentro (figura 9). En concreto, se observan las armaduras de unos tirantes, aún por hormigonar, que salen del zuncho superior, para colgar el dintel. Parecen de 11 x 11 cm y quedarían dentro de una cámara del mismo ancho, dejando 9 cm por fuera para pasar un tabique hueco doble y por dentro se forrarían con un tabique sencillo de 5,5 cm (ver figura 6).

El dintel, según el detalle «C» de la sección constructiva a 1:20, sería una viga de canto con forma de «L», con el tabique interior pasando por delante de ella. En el detalle «F» a escala 1:1 (FLC-19452), que desarrolla un dintel similar en planta baja, se ve cómo se sujetaría esa hoja interior pasante mediante una «U» metálica inferior, probablemente colgada con flejes (ver figura 6). En una foto muy escorada de la ventana corrida (FLC-L2-17-199) parece apreciarse este remate inferior. Quizás por influencia de la constructora, que era nueva, se cambió el sistema respecto a otros proyectos an-

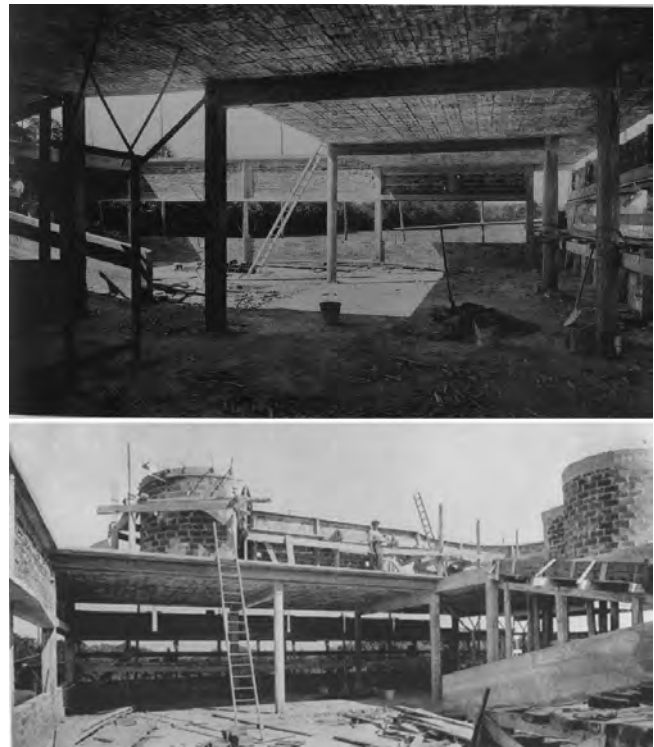


Figura 9. Fotografías del salón de la *Villa Savoye* durante las obras, de agosto de 1929, probablemente de Marius Gravot, (*L'Architecture Vivante*, (IX), 1931, p. 29 y FLC-L2-17-173). Fuente: Fondation Le Corbusier.

teriores, donde está documentado este mismo detalle como parte del zuncho de hormigón que luego era enlucido (Baizeu FLC-4947).

En los extremos de las fachadas en vuelo el cargadero no está colgado, sino que apoya en la pilastrilla de esquina, que sube hasta esa altura. En cambio, los cargaderos de las otras fachadas, no se cuelgan más que en el centro del vano porque en los extremos pueden apoyar en los pilares que quedan embutidos dentro del muro (ver figura 8).

5. FORJADO DE TECHO DEL SOLÁRIUM (ANEJO 4)

Las fotos tomadas en agosto ayudan también a definir la estructura de la pantalla del solárium y el volumen de llegada de la escalera. No hay planos de su estructura, y lo reflejado en la planta de obra a 1:20 (FLC-19443) se cambió bastante en la realidad, aunque al menos se respetaron el trazado y los radios de las curvas, con lo que se puede replantear bien todo el conjunto.

5.1. El cuerpo de la escalera

En los planos constructivos, para el volumen cerrado de la escalera, solo están claramente dibujados los pilares 10 y 15, mientras las otras dos esquinas se representan como apilastramientos de los muros de ladrillo. Sin embargo, en otros planos muy poco anteriores, sí se dibujaban pilares en todas las esquinas (FLC-19579 y 19440). En una fotografía (FLC-L2-17-002) (ver figura 8) es casi seguro un pilar en la esquina este, y en otra (FLC-L2-17-173) se observa claramen-

te el pilar 10. Además, en el vestíbulo de la planta principal, sobre la puerta de la cocina existe un dintel, que correspondería a una viga de canto, 10-11, en dirección contraria a los demás pórticos, que estaría justificada si en ella apoyase un pilar de esquina de la salida a cubierta.

5.2. La pantalla del solárium

En cuanto al velo de cubierta, la idea para sujetarlo era subir los pilares cilíndricos de la fachada noroeste 2, 3 y 4, algo que en la práctica se desechó. Al final se optó por hacer un todo autoportante. Tanto en la filmación de julio, como en estas fotos de agosto de 1929, se aprecian bien las pequeñas costillas de hormigón de 22 x 8 cm que lo arriostran. Algunas forman esquina y todas están atadas por una tapa de hormigón inclinada hacia adentro, que llega hasta la salida de la escalera.

Como se observa en un primer plano de la película (ver figura 7b), entre las costillas se levantó una hoja de ladrillo hueco doble de 8 cm y todo el conjunto se enfocó por las dos caras. El sistema es sencillo y más sucinto que los pilares exteriores previstos inicialmente. Ahora el contrapunto a las curvas lo dan el prisma de la chimenea del salón, en la fachada noroeste, y una similar de la cocina, al noreste, desaparecida como otros elementos y pendiente de una restitución rigurosa (10, 11). De esta forma, hacia fuera solo se ven las superficies curvas, como hinchadas por el viento. Hacia adentro, se hacen patentes las nervaduras del mecanismo de montaje empleado, que refuerzan visualmente la resistencia al viento.

6. PILARES

6.1. Tipologías y dimensiones

Si algo caracteriza a la *Villa Savoye*, son sus pilotis (12), cuya repercusión formal se estudiará aquí a la luz de los planos de estructura. Los diversos pilares, además de aparecer en la cimentación y en los detalles de la rampa, se describen con alzados de las armaduras, desde las zapatas hasta los arranques en el suelo de planta baja, en un plano bastante alargado, de 2-4-1929 y en otro de 23-5-1929 (FLC-H1-13-303 y 310). Todos los pilotis cilíndricos de planta baja estaban previstos de 22 cm de diámetro, pero sufrieron cambios.

En la planta primera sí se respetaron los 22 cm previstos en los pilares cilíndricos. Aparte estaban los pilotis *aerodinámicos* de la terraza-jardín, los achatados de la rampa y aquellos con una bajante dentro, pensados con un diámetro de 26 cm en las dos alturas, y que en la práctica también se hicieron mayores, de 33 cm de diámetro con acabados. Todos los pilares cuadrados estaban previstos de 22 x 22 cm, lo que se confirma en obra si se considera un guarnecido y enlucido de 1,5 cm, excepto los 34 y 35 que son de 18 x 22 cm. Algunos, vinculados a la rampa (34, 35, 36 y PB), nacen de brochales tendidos entre dos pilares de la planta inferior. Dos pilares del descansillo de la rampa, 26 y 28, estaban previstos de 16 x 22 cm para quedar englobados en los muros perimetrales, y así se hicieron.

Son secciones muy apuradas, aunque suficientes para luces y cargas tan domésticas. Por economía, pero probablemente también por una cuestión formal, se buscó la mayor esbeltez posible, aumentada porque las alturas libres son generosas: 289 cm en la planta baja y 315 cm en la primera. Así logran

distanciarse, quizás intuitivamente, tanto de los finos soportes metálicos, como de las columnas clásicas, para manifestar la proporción intermedia de audacia y solidez típica del hormigón. Llama la atención el esmero con que se ejecutó la estructura, habida cuenta de que luego iba a revestirse. Por ejemplo, en una fotografía (FLC-L2-17-197) se observa el encofrado de los pilares cilíndricos con tablillas verticales muy finas, que en la época del «béton brut» pasarían a dejarse vistas.

6.2. Los pilotis de la fachada suroeste

Ha quedado constancia del cambio de sección de los pilotis de la fachada suroeste en los *precios contradictorios* de la empresa Cormier, con fecha 20-12-1930 (FLC-H1-12-114 a 124). Los arquitectos evaluaron todos los extras en un escrito que aparece fechado el 3-3-1931 (FLC-H1-12-128) y algunas precisiones mencionaban el suplemento. Por ejemplo, en el apartado nº 24 se decía lo siguiente:

«24/ Modificación en la fachada Sur-Oeste. Difícilmente comprendemos, a pesar de sus cálculos, que un cambio de forma en la sección de los pilares haya podido conducir a una plusvalía de 2.531,87 frs. *Tampoco comprendemos la modificación de los apoyos de los dinteles que ha resultado de ello.*»

Más adelante, en el apartado nº 40, los arquitectos profundizaban en referencia a esto mismo:

«40/ Modificación de los pilares de extremo de la fachada Sur. La cifra de 770,34 frs. *no corresponde al trabajo ejecutado, en particular por lo que concierne al párrafo: "Agujeros en el hormigón armado para barras verticales".*»

En la contestación del contratista, con fecha 3-4-1931 (FLC-H1-13-271), se aportaban más datos sobre el tema contenido en ese apartado nº 40:

«40/ Los pilares de borde de la fachada sur, que al principio se nos pidieron demasiado finos, han tenido que recibir un sobre-espesor de hormigón. Como el sobre-espesor pedido era muy importante, a fin de tener una buena ligazón con las partes existentes, este sobre-espesor se ha tenido que armar y sujetar al pilar muy fino ya ejecutado. Como todas las labores de reparación, este trabajo ha sido delicado y ha exigido mucha mano de obra; su valoración no es nada exagerada y debe mantenerse tal como estaba en la memoria.»

En la práctica, todos los pilotis de planta baja, menos el 19, pasaron de 22 a 28 cm de diámetro con acabados, y los que llevan la bajante dentro, 2 y 4, aumentaron hasta los 33 cm. El añadido tuvo que ser de 2-3 cm de hormigón para garantizar un recubrimiento al armado suplementario, lo que dejaría apenas unos milímetros para el enlucido. Los pilares que no se mencionan en las discusiones, y también aumentaron, quizás se hicieron directamente más grandes al encofrarlos.

No solo se reforzaron los pilotis de planta baja, sino también los curiosos pilares 16 y 22, que soportan la pantalla de la terraza suroeste en la planta primera. Ya en proyecto se habían desplazado 10 cm del borde exterior, para conseguir una sombra del dintel sobre ellos, que acentuase la sensación de ventana corrida. Una vez más, se privilegiaba el resultado plástico, para que casi desapareciesen respecto al hueco que soportaban. Pero esto se hizo a costa de adelgazar su sección, para que no se desviaran demasiado del eje de las jácenas. También adquirieron una singular forma oval,

de resonancias aerodinámicas, que, con una cierta sinceridad estructural, pretendía derivar la forma de los esfuerzos, para soportar empujes horizontales de viento y pocas cargas verticales. El carácter moldeable del hormigón posibilitaba estas secciones extrañas.

Se dedicó un plano de estructura específico (FLC-H1-13-310) al tramo central de este complicado pórtico (figura 10). Incluía detalles de las tres secciones diferentes que tienen los mencionados pilares 16 y 22 a lo largo de su altura, según sean un apilamiento del peto, queden vistos, o sean apoyo de la cornisa. En la zona donde estaban exentos, se habían previsto de 14 cm de ancho, pero se hizo una corrección a mano sobre el dibujo para reducirlos a 12 cm. Al final, y según la medición real, una vez ejecutados, al ser tan endeblés, debieron regresarse hasta alcanzar los 15 cm actuales de ancho con acabados.

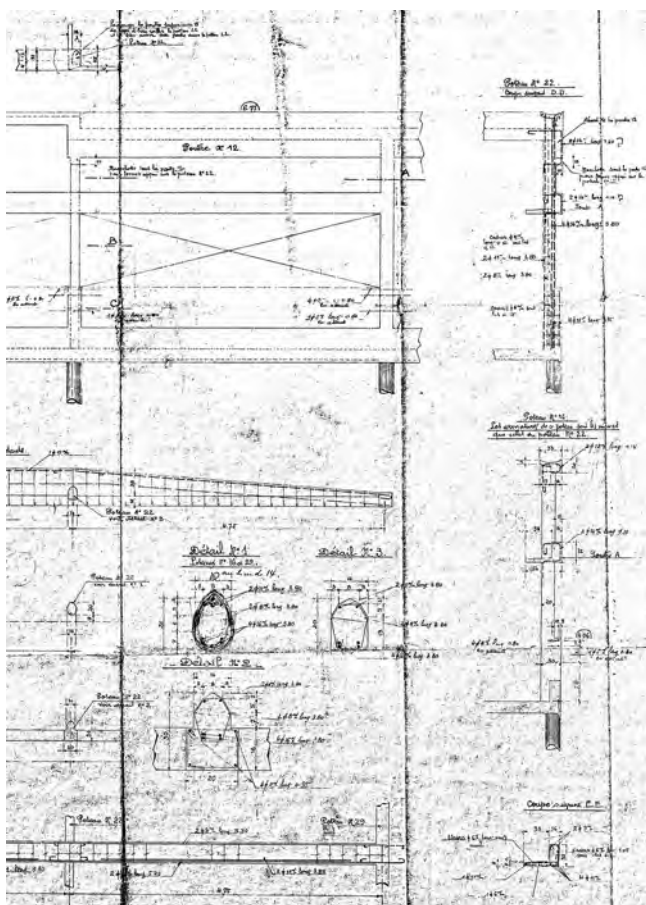


Figura 10. Detalle y correcciones a mano del plano de estructura de la fachada suroeste de la *Villa Savoye* (FLC-H1-13-310). Fuente: Fondation Le Corbusier.

7. PÓRTICOS Y JÁCENAS (ANEJOS 5 Y 6)

7.1. Vigas de canto y continuidad del techo

Lo primero que llama la atención es que todas las jácenas de los pórticos son de canto, algo que a primera vista no se aprecia. La otra característica poco evidente es que, aunque se parte de una trama isótropa y bidireccional de 4,75 x 4,75 m, realmente la estructura primaria es unidireccional y se

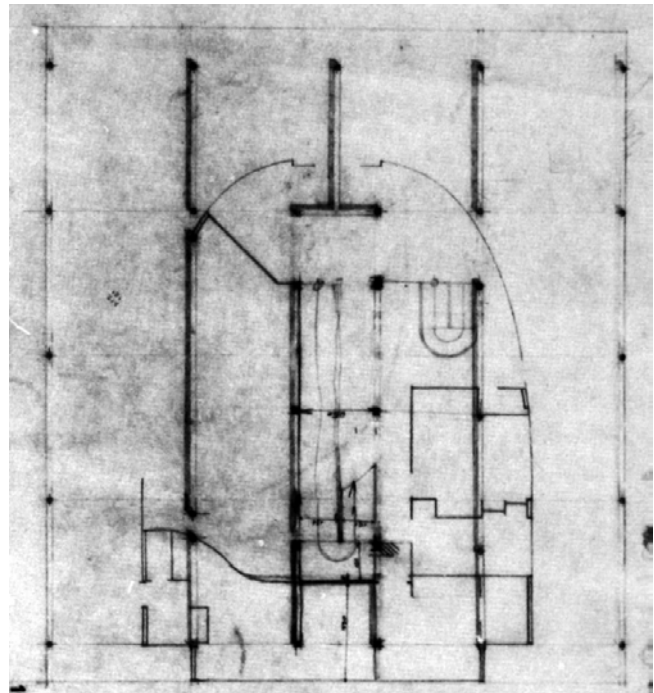


Figura 11. Croquis de las vigas de canto del techo de la planta baja de la *Villa Savoye* (FLC-19556). Fuente: Fondation Le Corbusier.

articula mediante cuatro pórticos perpendiculares a la fachada del salón, más otro central interrumpido por la caja de la rampa. En la práctica solo están completos los dos pórticos de las fachadas laterales, 1-29 y 5-33, mientras los tres interiores, 2-30, 3-31 y 4-32, se fragmentan de distinta manera en cada planta.

En el techo de planta baja, las vigas de fachada tienen un canto hacia arriba de 33 cm, y las interiores un descuelgue de 30 cm, pero quedan retranqueadas y en sombra respecto a los bordes. En las vigas más funcionales como las del techo del garaje, no hay problema en cambiar el descuelgue según los tramos: 12-21 de 625 cm de luz, con más canto que 21-24. Estas y otras, como la 13-18-25, son más estrechas que los pilares.

Siempre que los encuentros de las jácenas de canto con un pilar queden vistos, este será cilíndrico, para producir una suave tangencia y oponer dos sólidos ideales. Así ocurre en los pórticos junto a la entrada, que aparecen como formas autónomas y no continúan hacia el interior, para respetar la pared curva de vidrio, hasta interrumpirse y empezar de nuevo en el interior con pilares duplicados. También los descuelgues contribuyen a formalizar el trípode central que pincha el eje de acceso.

En el techo de planta primera el canto de las vigas de fachada se integra en el cerramiento y las demás se manifiestan fragmentariamente. En el techo de la sala de estar se repite la misma idea de pórticos aislados, a modo de caballete, 2-7 y 3-34, donde las curvas dialogan con un prisma y contribuyen al desdoblamiento de la fachada (13, 14).

7.2. Titubeos de proyecto

En el proceso generador de la *Villa Savoye* no siempre aparecen las vigas de canto reflejadas. En la lámina resumen (FLC-

19583), que Le Corbusier preparó al volver de las vacaciones en 1928, se incluye un pequeño esquema de la trama de pilares, que al llegar a la rampa, mantiene el pórtico central y le añade dos laterales para crear una caja. Pero nada se indica sobre las vigas, aunque se presupone que van paralelas a la rampa.

Poco después, en un croquis de estructura de planta baja (FLC-19701), de septiembre de 1928, y en dos pequeños esquemas al margen, ya se singularizan con un trazo más grueso los pórticos perpendiculares a la fachada noroeste del salón, el caballete de la rampa y la jaula que la envuelve. Este grafismo representaría aquellos ejes donde se prevé hacer descuelgues, porque se diferencian claramente del resto de las jácenas, indicadas con una doble línea más tenue. Hay titubeos, porque los vuelos que salen de los pilares 1, 3, 4 y 5 se regruesan, pero no el del pilar 2. Posteriormente, en otro de los esquemas a lápiz de la estructura (FLC-19556), se definen todavía más las vigas descolgadas, incluso usando sombras para resaltarlas (figura 11). Desaparece cualquier indicio de canto en los vuelos de planta baja, pero se considera en planta primera, en los pilares 1, 5, 29 y 30. Así se hizo finalmente, y se añadieron por simetría los vuelos descolgados en los pilares 32 y 33, olvidados en los croquis.

8. LA RAMPA

Un elemento clave en la configuración de toda la *Villa Savoye* es la rampa. En otras ocasiones se ha tratado de su papel articulador de una *promenade* no solo física, sino visual (15, 16), pero aquí se examinará por la trabajosa definición constructiva y estructural que la hizo posible. Aunque su geometría estaba básicamente fijada desde el principio, la complejidad de sus encuentros con el resto del orden portante, se fue haciendo cada vez más evidente, y ha quedado reflejada en el largo proceso para depurarla. La estructura finalmente ejecu-

tada de la rampa es relativamente sencilla, aunque prolija por la cantidad de intersecciones que provoca con la geometría ortogonal del resto de la casa (figura 12).

Los dos tramos de subida a la planta primera (figura 13) se apoyan en una pantalla central de 6 cm de grosor con forma de tijera, surgida de la superposición de los petos, que tiene encastrado en su parte central el pilarcillo («*potelet*») PA de 12 x 15 cm con chaflanes de 3 cm, que nace en una viga de canto del techo de sótano («*poutre 6*»). Luego se le dio forma ovoidal al enlucirlo. Hay un pilarcillo similar PB para rigidizar la unión de los petos, que nace directamente en el brochal descolgado del descansillo («*poutre F*»). Como apoyo lateral

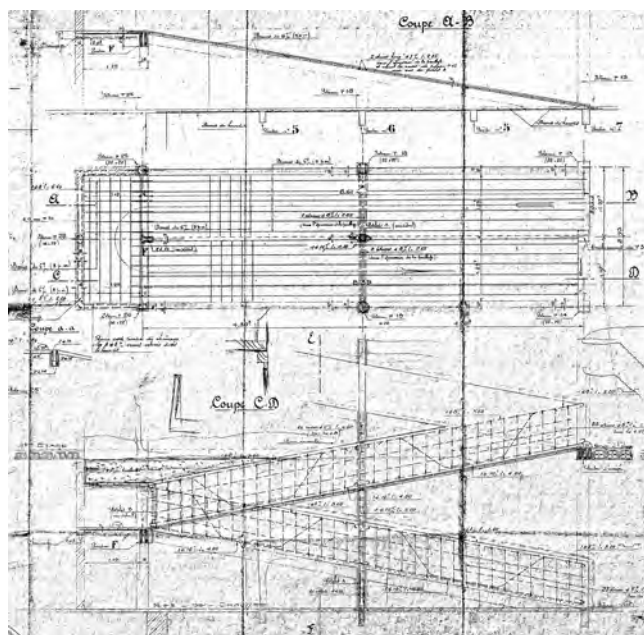


Figura 13. Detalle del plano de la rampa de subida a planta primera de la *Villa Savoye* (FLC-H1-13-305). Fuente: Fondation Le Corbusier.

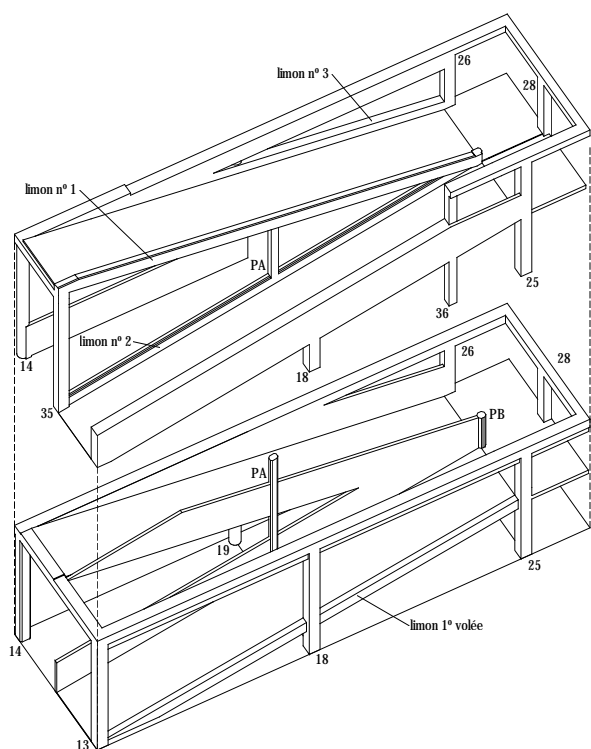


Figura 12. Axonometría de la estructura de la rampa de la *Villa Savoye*. Fuente: elaboración propia.

del primer tiro se usa una zanca de 12 x 26 cm con canto hacia abajo («*limon 1ere volée*»), que recorre los pilares 13, 18 y 25, y queda vista por el interior del garaje, pero oculta hacia la rampa. Para el segundo tramo, 19-26, estaba previsto reforzar el peto con una viga con canto hacia arriba de 12 x 28 cm («*limon 2ème volée*», «*Coupe E-F*»), pero se suprimió por un motivo formal, ya que habría roto el efecto abstracto del plano inclinado. El suelo siempre es una losa de 6 cm.

La subida desde la terraza-jardín al solárium, apoya su primer tramo en el eje central mediante una zanca de 12 x 28 cm con canto hacia arriba («*limon 2*»), que aparece como un zócalo del ventanal triangular donde está englobada. Por eso tiene la cuidadosa acanaladura para recoger las condensaciones («*coupe L-L*»). Esta zanca recorre los pilares 35, PA y PB. La empresa planteó un *precio contradictorio* en su relación del 3-4-1931 (FLC-H1-13-275), referido a este pesebrón, incluso con dibujos de la solución prevista y la ejecutada:

«21/ Acanaladura en cemento sobre la zanca del lado de fachada del plano inclinado que va del jardín terraza al solárium. Sobre la parte superior de la zanca estaba simplemente previsto un enlucido en pendiente (ver croquis abajo) que llevaba las aguas hacia el plano inclinado. Este modo de ejecución es normal; la

ejecución de una canal ha sido, pues, para nosotros un gasto de mano de obra, y los precios correspondientes deben ser mantenidos en la memoria.»

El apoyo lateral de la subida a cubierta lo constituye el propio peto, hecho con una pantalla de hormigón de 6 cm, que en el proyecto solo era la vertical con un tubo metálico, pero en obra se remató con un pasamanos horizontal de hormigón con revestimiento acanalado, sin duda mucho más sensual. Arranca en el suelo de la terraza, y pasa por el pilar 18 apilstrado y por un pilarcillo nuevo, el 36, que se incorporó en la esquina del boudoir, hasta llegar en horizontal al pilar 25 del descansillo.

El tramo de llegada al solárium se soporta en los pilares centrales PB, PA y 35, mediante una zanca de canto hacia arriba de 12 x 28 cm («limon 1»), que aparece como un zócalo sobre el que va la barandilla de tubos metálicos, e incluso tiene algo de caída hacia dentro a modo de vierteaguas («Coupe K.K»), según el detalle «G» de la sección a 1:20. En el otro lado, también hay una zanca con canto hacia arriba, de 16 x 28 cm («limon 3»), que recorre los pilares 26, 19 y 14. Queda integrada en el cerramiento exterior triangular y en el mueble del cuarto de Madame Savoye, y tiene un retallo de 6 x 6 cm para soportar la hoja interior. En la llegada, acaba uniéndose a una viga perimetral de canto hacia abajo con el mismo resalto.

En definitiva, la rampa, unas veces apoya en zancas laterales de canto, y otras en vigas pantalla muy finas, constituidas por los petos. Esa ambigüedad dio lugar a un precio contradictorio del contratista, que quiso cobrar un extra por el carácter estructural de los petos. Los arquitectos dijeron que la oferta de la empresa debía incluir la solución estructural y se desmarcaron de la decisión de convertir los petos en vigas (FLC-HI-12-128-5):

«26/ Peto formando viga para la primera zanca del plano inclinado que conduce de la terraza-jardín al solárium. Persistimos en la creencia de que hay ahí, por su parte, una mala interpretación de nuestro proyecto. Nunca estuvo en nuestro pensamiento hacer jugar al peto y al pasamanos de hierro el papel de viga que soporta las cargas de la rampa y ustedes debían prever pues, en su dispositivo resistente, los elementos necesarios para ese juicioso reparto de los esfuerzos. Añadimos que nuestro plano N° 2057 incluía una indicación de tal concepción. No sabríamos, por tanto, asumir las consecuencias de esta interpretación torcida.»

Más bien parece que las distintas opciones estructurales se debieron, una vez más, a consideraciones formales. Se permitieron vigas allí donde podían disimularse, por ejemplo, englobadas en los paramentos del garaje o del dormitorio de Madame Savoye, o dejando vista hacia arriba la de llegada al solárium, como un zócalo del que nacía la barandilla. Pero se suprimieron donde podían alterar la continuidad de losas y petos vistos desde abajo o lateralmente, porque se quería preservar la sensación de superficies inclinadas y luminosas.

9. LA ESCALERA DE SERVICIO

A partir del proyecto, la empresa constructora realizó dos planos de estructura (FLC-HI-13-313 y 314). En ellos se salió de dudas planteando un continuo autoportante de hormigón formado por la losa y los petos de 6 cm, que se apoya en los forjados y en dos pilarcillos auxiliares. El peldañeado, también de hormigón, se funde con todo lo demás y simplemente

se le adosan las plaquetas rematadas con el angular de borde. El tubo central de 50 mm no tiene función portante y solo es el impulso vertical que permite replantear la difícil figura. Como los petos son bajos, de 61 cm, se suplementan con un pasamanos de 35 mm que reproduce con gran elegancia toda la espiral. Gracias a esta combinación de paños macizos y un fino tubo se consigue una forma abierta y ligera que escapa hacia arriba (figura 14).

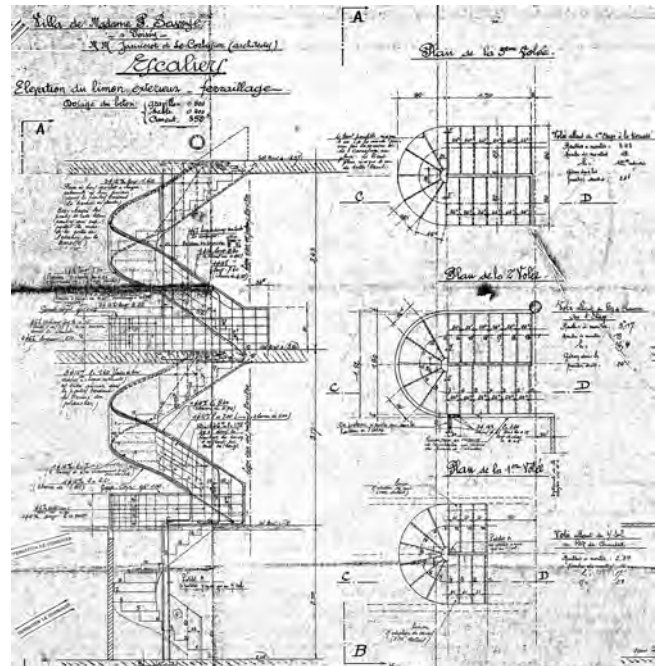


Figura 14. Detalle del plano de estructura de la escalera de la *Villa Savoye* (FLC-HI-13-314). Fuente: Fondation Le Corbusier.

El tramo de sótano, más corto que los otros, nace directamente de la solera de 8 cm y se refuerza en el centro con una pilastrilla («poteau Pa») de 11 x 11 cm, apoyada en su propia zapata de 30 x 30 cm. El hueco se delimita con cuatro jácenas descolgadas de 12 x 25 cm («poutres 3, 4 y 8») y otra de 12 x 27 («poutre 2»). La escalera queda rodeada por tabiques de suelo a techo en todo su perímetro.

El tramo curvo de la planta primera se asegura con un curioso pilar en «L», de 22 x 22 cm y 6 cm de grueso, oculto en la esquina del aseo adyacente. Este apaño es una muestra más de la actitud flexible frente a la uniformidad de la estructura, sobre todo cuando queda oculta. El hueco de la escalera se delimita con los zunchos ya comentados que se ven en una fotografía de obra (FLC-L2-17-200), donde se distinguen las esperas del pilar en «L» (ver figura 4a).

10. CONCLUSIONES PROYECTUALES

Todo lo que se ha ido explicando, aunque a veces parezca meramente técnico, remite también a la compleja ambigüedad de la concepción estructural de Le Corbusier en esta y otras villas puristas, enunciada con el sistema *Domino* (17, 18) y bien expresada en la polémica con Perret, que le había iniciado en la utilización del hormigón armado (1907-1908):

«Se ha pasado de la expresión de la osamenta a la expresión de las formas plásticas. Auguste Perret, que sabe construir, demandaba

que se mostrasen las estructuras. Aquello supuso reintroducir algo saludable. El “pero” es que un cuerpo no solo tiene huesos, y que un esqueleto entristece. Otra idea diferente consiste en que la arquitectura, a fin de cuentas, es una euritmia, dando por sentados el factor osamenta y todo el aspecto técnico. Que asome un hueso por los puños o las perneras, y se deleitará el espíritu.»

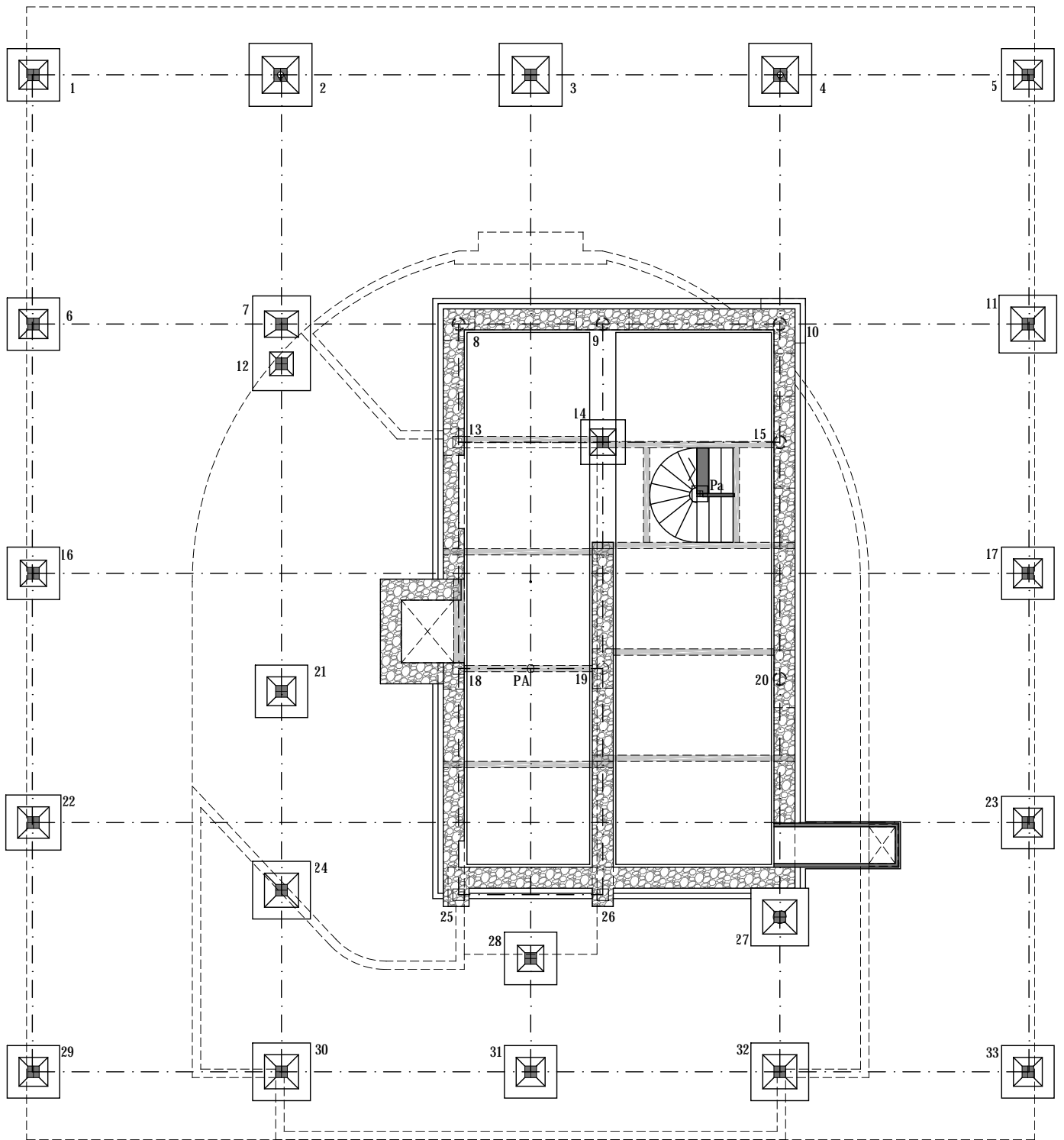
Le Corbusier, al privilegiar «la expresión de las formas plásticas» de la estructura, por encima de la mera sinceridad del esqueleto portante, va más allá que Perret. Este definió toda una retórica de nervios vistos de hormigón, por analogía con las estructuras medievales de madera y plementería. Era un primer paso para diferenciar las barras estructurales de los rellenos, y mostrar cómo articulan el edificio. En cambio, para Le Corbusier, la estructura, aunque sostiene el orden, no sirve tanto para manifestarlo, como para ponerse al servicio de un juego compositivo más amplio, junto a otros muchos sistemas (19). Por eso no es necesario mostrar todo el esqueleto, y basta que algunos miembros sobresalgan con gracia del vestido. Se procura y aprovecha el contrapunto entre la

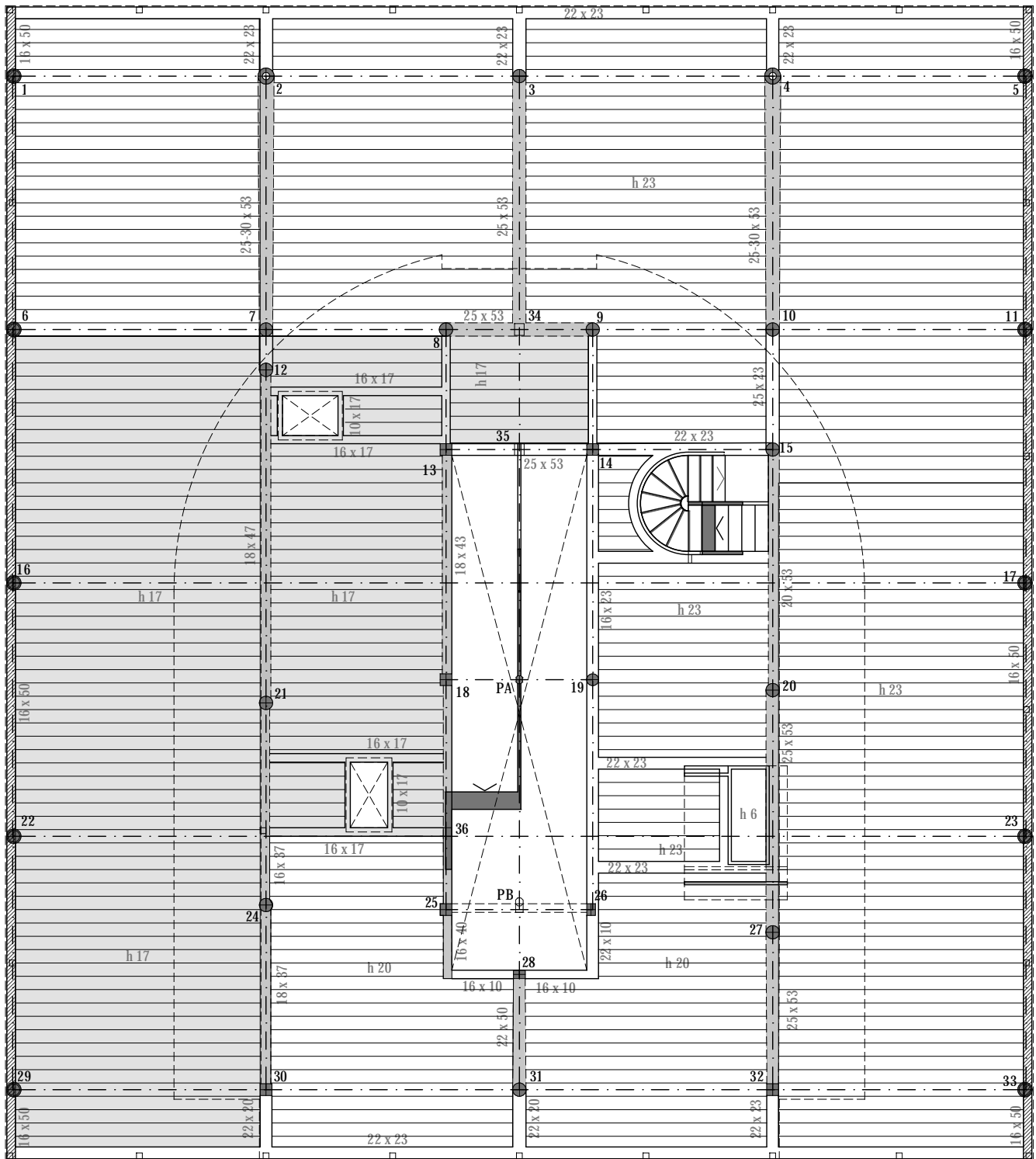
retícula, entendida como base estructurante, y cada componente, que busca liberarse de la trama para ser objeto plástico, en la línea del binomio estructura/visión de Rowe (20).

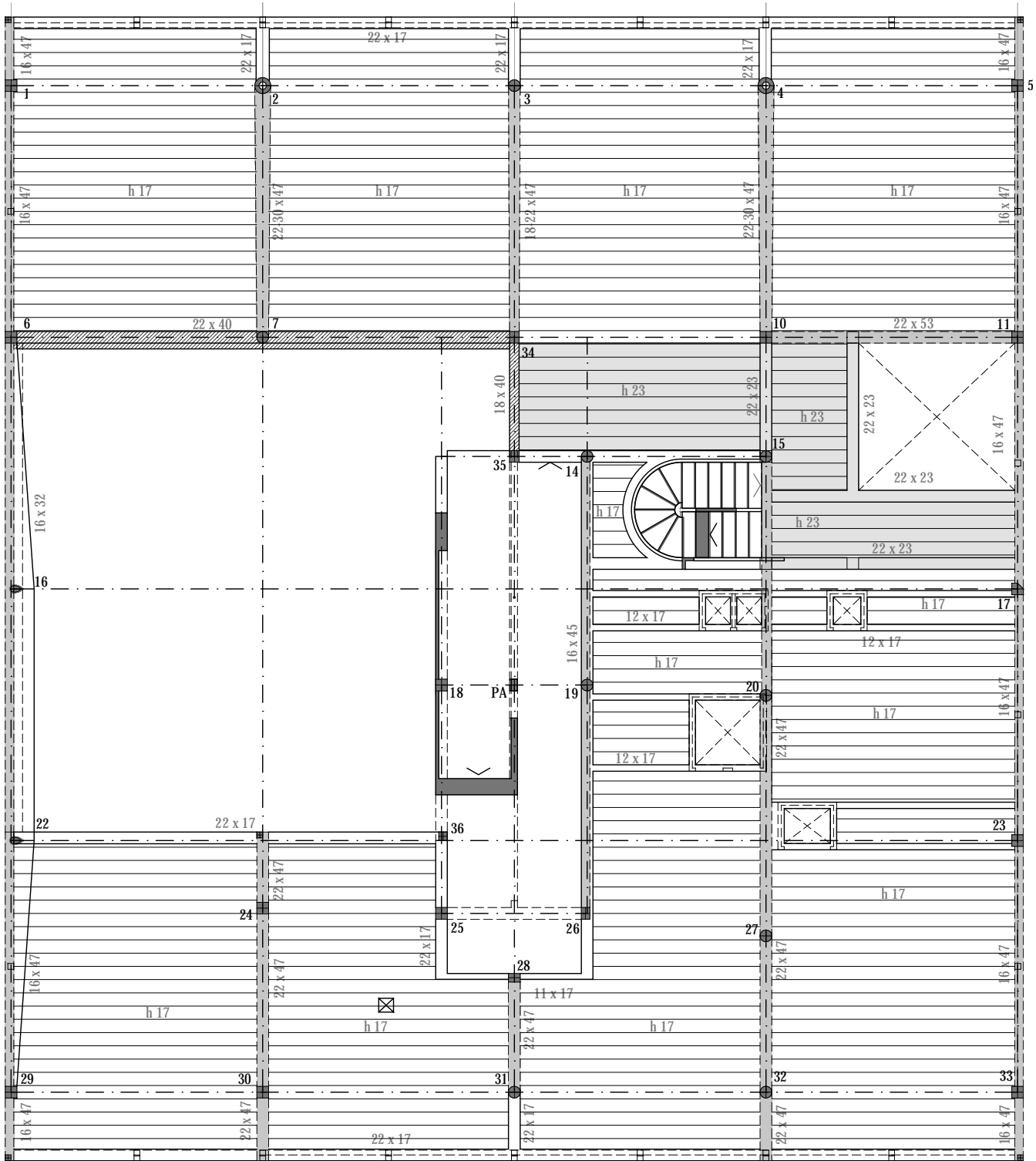
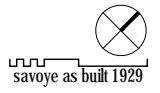
Para acentuar el carácter formal de la estructura (21), Le Corbusier manipula el papel de los dos elementos claves del entramado clasicista de Perret. Por un lado, intenta ocultar o fragmentar las jácenas de canto y dar la sensación de una losa isótropa. Por otro lado, los pilares se retranquean de fachada y no aparecen en el mismo plano que los arquivadas, con lo que se diluye la malla. Además, en el interior no todos son visibles. Al evitarse las vigas descolgadas y los pilares en los bordes, el esquema no se aprecia como una «jaula» o «botellero», sino como una tabla apoyada en «caballetes», o incluso como unas baldas «pinchadas» en finas patas. Vigas y pilotis no solo cumplen su función portante, sino que se comportan como elementos autónomos: aquellos prismas y cilindros, sólidos ideales, que participan en «el juego sabio, correcto y magnífico de las formas bajo la luz».

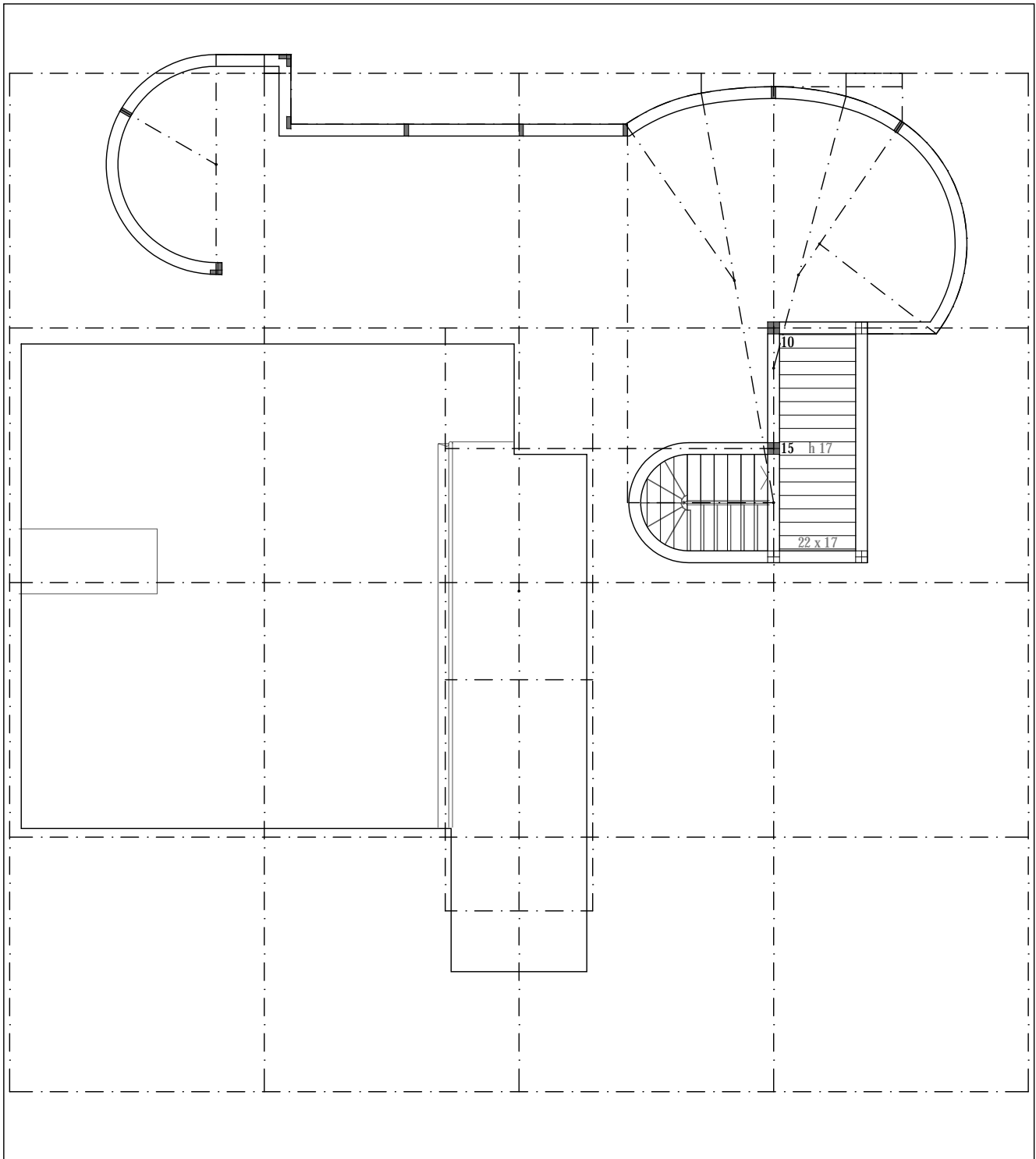
REFERENCIAS

- (1) Zaparaín Hernández, F., Ramos Jular, J. y Llamazares Blanco, P. (2018). La promenade fotográfica de la Villa Savoye. Le Corbusier y la imagen como expresión de la forma. *Rita. Revista Indexada de Textos Académicos*, 10, 104-113. Recuperado de: <http://ojs.redfundamentos.com/index.php/rita/article/view/349>.
- (2) Boone, V. (2017). *Dans l'intimité de l'Atelier du 35, rue de Sèvres. Point de vue d'un amateur*, Ernest Weissmann: bobines inédites, 1929-1930. París: Fondation Le Corbusier.
- (3) Lowman, J. (1976). Corb as Structural Rationalist. *Architectural Review*, 160(956), 229-233.
- (4) Benton, T. (2007). *The villas of Le Corbusier and Pierre Jeanneret 1920-1930*. Basilea: Birkhäuser Verlag.
- (5) Quetglas, J. (2008). *Les heures claires. Proyecto y arquitectura en la Villa Savoye de Le Corbusier y Pierre Jeanneret*. San Cugat del Vallés: Associació d'Idees, Centre d'Investigacions Estètiques-Massilia.
- (6) Sbriglio, J. (1999). *Le Corbusier. The Villa Savoye*. París-Basilea: Fondation Le Corbusier- Birkhäuser Verlag.
- (7) Zaparaín Hernández, F. (2015). El hormigón oculto de la Villa Savoye. *En Blanco. Revista de Arquitectura*, 7(17), 90-95. <https://doi.org/10.4995/eb.2015.5742>.
- (8) Zaparaín Hernández, F., Ramos Jular, J. y Llamazares Blanco, P. (2019). Le Corbusier: estructura ambigua y disolución de la trama. *Zarch. Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism*, (11), 94-109. http://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.2018113209.
- (9) Zaparaín Hernández, F., Ramos Jular, J. y Llamazares Blanco, P. (2018, 22 de noviembre). La estructura de hormigón de las «villas blancas» de Le Corbusier. En *International Conference on Construction Research. Eduardo Torroja: Architecture, Engineering and Concrete, AEC* (pp. 721-728). Madrid: Fundación Eduardo Torroja.
- (10) Caccia, S. y Olmo, C. (2016). *La Villa Savoye. Icone, rovina, restauro (1948-1968)*. Roma: Donzelli Editore.
- (11) Tournikiotis, P. (2007). Le Corbusier, Giedion, and the Villa Savoye: From Consecration to Preservation of Architecture. *Future Anterior. Journal of Historic Preservation, History, Theory, and Criticism*, 4(2), 2-3.
- (12) Rosellini, A. (2008). Les «pilotis» de Le Corbusier. En R. Gargiani (Ed.), *La colonne. Nouvelle histoire de la construction* (pp. 365-379). Lausana: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- (13) Martínez Arroyo, C. (2004). *La densidad del límite. Le Corbusier y Mies van der Rohe: del equipamiento al sistema de objetos* (Tesis doctoral). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- (14) Martínez Arroyo, C. (2005). La densidad del límite. *Arquitectos. Información del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España*, 174, 48-53.
- (15) Zaparaín Hernández, F. (2005). Le Corbusier en la Villa Savoye: la otra promenade. *RA. Revista de Arquitectura*, 7, 61-70. Recuperado de: <https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/25932>.
- (16) Zaparaín Hernández, F. (2006). Promenade. *Minerva. Revista del Círculo de Bellas Artes*, 2, 26-27.
- (17) Turner, P.V. (1977). Romanticism, Rationalism and the Domino System. En R. Walden (Ed.), *The Open Hand. Essays in Le Corbusier* (pp. 14-41). Cambridge (Massachusetts): MIT Press.
- (18) Tatsumi, J. (1997). *La maison Dom-ino: d'une ossature constructive à une structure spatiale* (Trabajo académico). París: École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Belleville.
- (19) Sancho Osinaga, J.C. (2000). *El sentido cubista de Le Corbusier*. Madrid: Editorial Munilla-Leria.
- (20) Rowe, C. (1978). *Manierismo y arquitectura moderna y otros ensayos*, p. 40 y ss. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- (21) Heblly, A. (1988). The 5 Points and form. En M. Risselada (Ed.), *Raumplan versus Plan Libre. Adolf Loos and Le Corbusier, 1919-1930* (pp. 47-54). Delft: Delft University Press.









Villa Savoye. Secciones longitudinales. ANEJO 5

savoye as built 1929

