

## El Planteamiento Estructural Como Determinante Arquitectónico: La Nueva Galería Nacional De Berlín De Ludwig Mies Van Der Rohe

*The Structural Approach As An Architectural Determinant: The New National Gallery Of Berlin By Ludwig Mies Van Der Rohe*



Luis Enrique Barrera Peñafiel  
Universidad del Azuay, Ecuador

barrerap@uazuay.edu.ec  
ORCID: 0000-0001-9217-8479

Jaime Augusto Guerra Galán  
Universidad de Cuenca, Ecuador

jaime.guerra@ucuenca.edu.ec  
ORCID: 0000-0001-9035-8249

Recibido: 09/09/2024  
Aceptado: 14/11/2024

### Resumen

Este artículo de investigación, a través del análisis de planos, imágenes y bibliografía, pretende determinar la influencia que el planteamiento y solución estructural ha tenido dentro del resultado arquitectónico de la nueva Galería Nacional de Berlín (diseño: 1962-1965, construcción: 1965-1968) diseñada por el arquitecto alemán Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969), al definir las estrategias fundamentadas en la teoría estructural que determinan el resultado morfológico del proyecto. Por lo tanto, el análisis expondrá, de manera descriptiva, los conceptos estructurales evidentes en la obra, y que determinan el resultado formal y la organización funcional del edificio. Esto muestra la interacción que estos conceptos tienen en la manera de obtener soluciones proyectuales del arquitecto Mies van der Rohe.

**Palabras clave:** arquitectura, diseño, estructura, planteamiento estructural, proyecto arquitectónico, Nueva Galería Nacional de Berlín, Ludwig Mies van der Rohe.

---

### Abstract

*This research article, through the analysis of plans, images, and bibliography, aims to determine the influence that the structural approach and solution have had on the architectural result of the new National Gallery of Berlin (design: 1962-1965, construction: 1965-1968) designed by the German architect Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969), defining the strategies based on the structural theory that determine the morphological result of the project. Therefore, the analysis will present in a descriptive manner the structural concepts evident in the work and that determine the formal result and the functional organization of the building, showing the interaction that these concepts have in the way of obtaining project solutions by the architect Mies van der Rohe.*

**Keywords:** architecture, design, structure, structural approach, architectural project, New National Gallery of Berlin, Ludwig Mies van der Rohe.

## Introducción

*Arquitectura... es la cristalización de su estructura interior, el lento desplegar de la forma. Esta es la razón por la cual tecnología y arquitectura están tan estrechamente relacionadas.*

*-Ludwig Mies Van Der Rohe-*

La arquitectura tiene su génesis y su principal propósito en la satisfacción de la necesidad de refugio, que es fundamental para el ser humano, pero, además, busca satisfacer un conjunto de necesidades accesorias a esta condición imperativa. Estas necesidades responden a la seguridad, el confort y la eficiencia. Así, la necesidad básica es la motivación primordial, y la dimensión humana constituye la esencia proporcional y geométrica de la arquitectura, lo que define las oportunidades que el cuerpo humano tiene para llevar a cabo sus distintas actividades.

El objetivo generador del proyecto no sólo define su propósito funcional, sino que también determina su tipología arquitectónica. El servicio ofrecido por la edificación debe garantizar seguridad, comodidad y eficacia dentro del espacio donde se desarrollarán las actividades, lo que asegura protección, estabilidad y firmeza.

La forma de un objeto arquitectónico no es solo un atributo estético, sino que también es un medio de comunicación que transmite significados, sensaciones y emociones a quienes lo experimentan. La percepción de la forma es altamente subjetiva y está influenciada por la historia personal, las preferencias individuales y las expectativas culturales de cada individuo.

En la función radica la esencia misma del objeto arquitectónico: el propósito, que es la razón de ser de la arquitectura, no solo se configura como la semilla germinadora del proyecto, sino que es necesaria para justificar su presencia. Es evidente que puede existir funcionalidad sin arquitectura, pero no existirá arquitectura sin funcionalidad, porque se incurriría en los dominios de lo especulativo y lo escultórico.

Torroja (2011) señala que: "Las obras no se construyen para que resistan. Se construyen para alguna otra finalidad o función que lleva, como consecuencia esencial, el que la construcción mantenga su forma y condiciones a lo largo del tiempo" (p.14).

La coherencia entre el propósito funcional, la morfología, la solución constructiva, el sistema estructural resistente, la iluminación, la calidad ambiental, la dotación de servicios y el presupuesto económico son esenciales para la configuración del objeto arquitectónico.

El aspecto estructural ejerce una influencia significativa en las decisiones formales, funcionales y económicas de un proyecto arquitectónico. Esto se debe a varios factores clave:

- Desde una perspectiva formal, la estructura comprende el conjunto de elementos que definen y conservan la morfología del edificio, ya sea que estos elementos sean visibles y contribuyan a la estética del diseño o no.
- Desde un punto de vista funcional, la estructura determina el espacio útil del edificio y garantiza que las actividades planificadas se puedan llevar a cabo de manera segura y eficiente.
- En cuanto a la perspectiva económica, la estructura representa una parte significativa del presupuesto del proyecto y asegura la inversión realizada, al proporcionar resistencia y rigidez al edificio. La elección del material y del sistema constructivo influye directamente en el diseño y tamaño de los elementos estructurales. Así, se vuelve esencial garantizar que la inversión económica cometida tenga una vida útil mínima rentable.

## Metodología

El análisis se basará en el estudio e interpretación de las soluciones constructivas y arquitectónicas del proyecto, al considerar la implicación estructural que está manifiesta en el proyecto. Esta misma pudo haberse contemplado el momento de la planificación o en la construcción; además, los testimonios y proposiciones estudiados dentro de la bibliografía considerada servirán de fuente.

El enfoque investigativo será abordado a través del pensamiento complejo, tal como lo propone Morin (2004). Se trata de un vasto horizonte de investigación que busca ordenar el conocimiento sobre el proceso creativo y transformador de la arquitectura, y la forma en que esta es percibida, interpretada y dotada de significado profundo "En él se sitúa el proyecto arquitectónico, en el encuentro entre teoría y praxis, entre el pensar y el hacer la arquitectura. Un proyecto, anticipo de situaciones futuras y paradigma de la complejidad" (Azulay, 2012, p. 1).

Se emplearán modelos matemáticos en elementos finitos, para llevar a cabo un análisis comparativo entre diversas soluciones propuestas, y evaluar su impacto en la distribución de esfuerzos, así como en su comportamiento estructural en general. Este análisis, más que aportar datos matemáticos, pretende mostrar gráficamente cómo una solución estructural y constructiva, debidamente planificada, tiene implicaciones directas en las distribuciones de esfuerzos, y, por consiguiente, en el comportamiento estructural del edificio.

Dentro de la revisión de literatura, se encontró que habitualmente se aborda la obra mencionada desde perspectivas espaciales, formales y constructivas. Sin embargo, se pudo determinar que existe escasa información en relación con las consideraciones estructurales que rodean la solución final del proyecto.

Es interesante también revisar lo que muchos autores discuten sobre la relación colaborativa entre los profesionales de la arquitectura y la ingeniería.

## Resultados

### *Importancia de las Estructuras en la Arquitectura*

La función, la forma y la estructura no deberían considerarse como entidades independientes. Lo esencial es establecer una relación armoniosa entre estas dimensiones, al abordarlas simultáneamente. Identificar lo primordial, lo beneficioso y lo complementario evita considerar el sistema estructural como circunstancial.

En realidad, la estructura es un componente inmanente de la arquitectura; garantiza su configuración morfológica y su permanencia en el tiempo. La integración coherente entre función, forma y estructura permite crear espacios significativos, funcionales y seguros, donde la belleza, la utilidad y la estabilidad se complementan para enriquecer la experiencia del entorno construido.

Mientras el trabajo del ingeniero se centra en el dimensionamiento de los elementos estructurales mediante el análisis y el cálculo, el trabajo del arquitecto se encarga de la disposición, orden y las relaciones entre estos elementos. Esto sucede al configurar el objeto arquitectónico, circunstancia que evidencia la trascendencia de una comprensión profunda y holística de los principios mecánicos que gobiernan la física de los materiales. Este tipo de comprensión se logra a través de la conciliación del conocimiento de los principios básicos estructurales, el razonamiento lógico y la experiencia.

Esta reflexión es un recordatorio de que el proceso de diseño arquitectónico no solo relaciona a la estética, la funcionalidad y la forma, sino también a esta comprensión integradora de la teoría física y la intuición lógica que interpreta el comportamiento de los materiales y sus configuraciones frente a la acción de cargas.

Salvadori y Heller (1992), señalan:

La estructura es, y ha sido siempre, un componente esencial de la arquitectura... el hombre ha tenido que dar forma a ciertos materiales y usarlos en determinadas cantidades a fin de que su arquitectura se mantuviera en pie resistiendo la atracción de la tierra y otras cargas peligrosas. (p. 13)

No debemos subestimar la importancia de basarnos en el conocimiento y la comprensión detallada de los principios fundamentales que rigen la estabilidad estructural. Es imperativo reconocer la relevancia de comprender la configuración resistente, independientemente de los análisis y cálculos, ya que configura el pilar sobre el cual se sustentan las estructuras. "Es absurdo descender en la concreción cuantitativa sin la seguridad de tener encajado el conjunto en sus acertados dominios" (Torroja, 2011, p. 13).

Como señala acertadamente este autor, más allá de la resolución matemática yace la intención proyectual. Bajo esta perspectiva, el cálculo debería ser simplemente una herramienta de verificación, donde se asegura que la geometría y las dimensiones poseen la capacidad adecuada para resistir las cargas a las que la edificación estará expuesta. La teoría matemática se constituye como un instrumento valioso que, enriquecido por la experiencia y la intuición, potencia nuestra comprensión de las estructuras; al combinar la lógica abstracta con la práctica concreta, se nos abre una puerta a la comprensión integral de los secretos de la naturaleza y del mundo construido. Así, la teoría y los fundamentos teóricos nos permiten refinar y complementar nuestro entendimiento intuitivo y experimental, tal como afirman Endres y Wetzel (2013): "los cálculos deben confirmar en lugar de predecir el comportamiento estructural" (p. 1876).

La concepción de una estructura debería ser una manifestación guiada principalmente por la experiencia interna y la intuición. Tiene que ser un proceso creativo que va más allá de la rigidez de la inferencia lógica; es una conjugación armónica entre la sensibilidad artística y la destreza técnica. La capacidad de concebir una estructura implica sumergirse en un mundo donde las líneas y formas son trazadas por el sentido común, antes que por la razón absoluta.

### *Interacción entre Ingeniería y Arquitectura*

La creación arquitectónica se convierte en un diálogo entre el conocimiento técnico y la chispa creativa que surge del interior, lo que demuestra que la verdadera belleza estructural emerge cuando el arte y la ciencia convergen en un equilibrio único y eficaz. "El proceso de visualizar o concebir una estructura es un arte. Básicamente es motivado por una experiencia interna, por una intuición. Nunca es sólo resultado del razonamiento deductivo" (Torroja, [1957] en Moore, 2000, p. xii).

Como manifiestan Mannum y Nilsen (2013), el rol de las estructuras en la arquitectura es diverso; ahí se incluyen roles protagónicos inseparables de la expresión formal, hasta otros cuya relevancia arquitectónica es austera. Este amplio espectro revela la complejidad implícita en la relación entre forma y estructura dentro del diseño arquitectónico, así como la versatilidad y adaptabilidad que tienen las estructuras dentro de la configuración arquitectónica.

Los ingenieros estructurales atraídos al ámbito de la arquitectura demuestran una sensibilidad técnica que se exterioriza en las estructuras visibles de un edificio. Su meticuloso cuidado en resolver y diseñar estas estructuras no solo refleja su pericia técnica, sino también un profundo compromiso con la calidad morfológica del proyecto. Esta convergencia de ingeniería y estética revela una colaboración simbiótica donde la técnica y la estética se entrelazan coherentemente (Manum & Nilsen, 2013).

El debate sobre el equilibrio entre los campos de acción de la ingeniería y la arquitectura es una cuestión central en la industria de la construcción contemporánea. Históricamente, los arquitectos han enfocado su atención en la estética, la funcionalidad y la forma, mientras que los ingenieros han priorizado la estabilidad, la seguridad y la eficiencia. Sin embargo, en la práctica, estas disciplinas están profundamente relacionadas, por lo que la ponderación equilibrada entre ambas es fundamental para crear edificaciones funcionales, seguras y estéticamente atractivas.

Tal como expresan Salvadori y Heller (1992), la influencia de la estética arquitectónica sobre la estructura es innegable. Esta transmite, directamente, sus principios morfológicos al proyecto estructural; de esta manera, el arquitecto impone lineamientos y restricciones cruciales al sistema estructural. El arquitecto no propone únicamente la solución formal del edificio, sino también el sistema estructural que considera más idóneo para plasmar su concepto. En la práctica, el ingeniero tiene escasa oportunidad de realizar modificaciones sustanciales a la propuesta arquitectónica.

Aunque la responsabilidad de la solución íntegra de un edificio recae en el arquitecto, debido a la complejidad manifiesta en los diferentes componentes técnicos de un proyecto, obliga a que muchas de ellas sean delegadas a especialistas en cada rama. Ese es el caso del diseño estructural, que generalmente es resuelto por un ingeniero.

Este vínculo interprofesional es estrecho y acentúa cómo la visión arquitectónica, predominantemente impregnada con una carga estética inicial, influye significativamente en las decisiones estructurales. Así, se destaca la colaboración compleja entre ambos roles dentro de la creación arquitectónica. "Aun cuando puedan confiar el cálculo de una estructura a un especialista, primero deben ser capaces de inventarla y de darle proporciones correctas. Sólo entonces, habrá nacido una estructura sana, vital y, en lo posible, hermosa" (Nervi, [1975], en Salvadori & Heller, 1992, p. 10).

La participación colaborativa entre ingenieros y arquitectos es trascendental para satisfacer las necesidades tanto estéticas como técnicas de un proyecto. Se trata de un enfoque alternativo para fomentar nuevas ideas de diseño integrado, lo que implica un marco de optimización de tipologías estructurales (Beghini et al., 2014).

Lyon y García (2013) apuntan que: "La integración estructural en etapas tempranas del diseño arquitectónico permite asegurar una mayor eficacia resistente, pero también ampliar el campo de soluciones y posibilidades formales adecuadas, más allá de las tipologías estructurales convencionales" (p. 27).

Sobre ese proceso, Salvadori y Heller (1992) señalan:

En algunos casos, el arquitecto consulta al ingeniero desde el comienzo mismo de su proyecto y éste participa en la concepción de la obra, haciendo de la estructura una parte integral de la expresión arquitectónica. El equilibrio de objetivos y medios así alcanzado ha de producir, sin duda, una mejor estructura y una arquitectura más satisfactoria. (p. 55)

Optar por una relación colaborativa temprana entre ambas disciplinas beneficia tanto el proceso como el producto. Sin embargo, es poco común, debido a que los arquitectos y los ingenieros no necesariamente manejan un vocabulario común (Salvadori & Heller, 1992); además, sus enfoques y valores muchas veces son divergentes (Hürol, 2014).

Según lo expresado por Endres y Wetzel (2013), en la práctica, es sustancial contar con un enfoque integral en el entendimiento de las estructuras arquitectónicas. Se debe combinar el conocimiento teórico, la lógica y la experiencia, lo que facilita el desarrollo de una comprensión instintiva que permite tanto la aplicación de métodos numéricos como la integración del pensamiento estructural en el proceso de diseño. Esta sinergia enriquece la habilidad del diseñador para abordar los desafíos técnicos y estéticos de manera efectiva; además, nos recuerda que la arquitectura es una disciplina donde el rigor técnico y la creatividad son aspectos esenciales para alcanzar resultados de buena calidad.

En la etapa de formación de los futuros arquitectos, es fundamental incluir el estudio de las estructuras. Se debe reconocerlas como un elemento esencial en la planificación, lo que promueve una comprensión más profunda de su influencia en los aspectos morfológicos y espaciales de la arquitectura. Esto implica comprender que las estructuras no solo cumplen una función de soporte, sino que también contribuyen activamente a la creación de la forma arquitectónica en conjunto con otros aspectos como el contexto, el programa y la disposición espacial.

Obras paradigmáticas de arquitectos-ingenieros como Antoni Gaudí, Eduardo Torroja, Heinz Isler, Félix Candela, Pier Luigi Nervi, Eladio Dieste y Frey Otto se concretan como ilustraciones precisas de una integración sistémica entre forma, función y comportamiento estructural. Ahí, se fusionan armónicamente la creatividad, la imaginación, el ingenio, la razón, la innovación y la percepción artística, para sintetizar la morfología, la estética, el orden funcional y el comportamiento estructural. El balance armónico entre forma, función y estructura es innegable en obras como las cubiertas funiculares de Gaudí, los cascarones y losas plegadas en hormigón armado de Eduardo Torroja y Heinz Isler, el paraboloide hiperbólico de Félix Candela, las bóvedas nervadas de Pier Luigi Nervi, las bóvedas y cúpulas cerámicas de Eladio Dieste o las superficies mínimas de Frey Otto (Lyon & García, 2013).

***La Nueva Galería Nacional de Berlín (1962 - 1968), Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania***

La búsqueda de un equilibrio armónico entre forma, función y estructura destaca como uno de los pilares fundamentales en la obra de Ludwig Mies Van der Rohe. Por ese motivo, goza de reconocimiento y admiración a nivel internacional.

Mies otorgó a la estructura y la construcción un papel central, evidente en diversas creaciones como la Nueva Galería Nacional de Berlín. Ahí, el arquitecto alemán exhibe su profundo conocimiento en los campos estructural y constructivo, al desplegar una diversidad de estrategias que se integran de manera sobria, limpia y elegante con los requerimientos funcionales y estéticos. Mies logra establecer un orden formal guiado por las proporciones estructurales y constructivas, donde la maestría reside en la armoniosa convergencia de estos elementos. Así, crea obras que trascienden su significado arquitectónico.

Mies van der Rohe no solo desarrolló un amplio conocimiento en el campo estructural y constructivo, sino que también supo sostener una

fructífera relación colaborativa con ingenieros estructurales. "El cálculo de la estructura se lo encargó Mies a la oficina dirigida por Prof. H. Dienst y G. Richter con base en Berlín" (Llombart, 2018, p. 227).

Endres y Wetzel (2013) afirman que, en una arquitectura estructuralmente determinada, los elementos que conforman el esqueleto resistente de un edificio se convierten en un ingrediente sustancial de diseño, en lugar de una necesidad complementaria para la solución del edificio. Tal como exhibió Mies van der Rohe en su obra, los principios estructurales son parte integral de la concepción del proyecto.

La Nueva Galería Nacional de Berlín fue construida entre 1965 y 1968. En ella, intentaremos analizar la interacción entre estética, función, y estabilidad.

Curiosamente, *la Neue Nationalgalerie* de Berlín es la primera y la única obra que el arquitecto alemán proyectó en su ciudad natal. Además, fue el último proyecto en el que trabajó. Las conversaciones para el encargo iniciaron en 1961 y se formalizaron en 1962 (Llombart, 2018).

En 1961, Mies tenía 75 años y su despacho se encontraba en la ciudad de Chicago, Estados Unidos. Este trabajo justificó el regreso de Mies a Berlín, luego de 23 años de exilio. En la primavera de 1961, se encontró con una Berlín transformada desde su partida en 1938, donde los estragos de la guerra habían dejado cicatrices y borrado la identidad de Berlín. Se había convertido en un tejido urbano incierto, donde, a pesar de las intenciones de lograr una reconstrucción unificada, las diferencias entre los bloques Este y Oeste condujeron a la construcción del Muro de Berlín, en agosto de 1961.

En 1961, la decisión crucial para el proyecto fue la elección del emplazamiento y, posiblemente, la menos conocida en el proyecto de Mies. Optar por el entorno universitario y la relación con el Palacio de Charlottenburg aportó referencias arquitectónicas, culturales e históricas. Estos lugares, emblemáticos y prestigiosos, prometían aceptación social y afluencia masiva para un museo. Este lugar, un espejo del conflicto y recuerdo de la Guerra,

simbolizó la audacia de Mies al crear un ícono cultural en un espacio cargado de historia y tensiones ideológicas.

Tal como explica Llobart (2018), la ciudad de Berlín debía resurgir entre los escombros, los lotes vacíos y los 200 Km de un muro divisorio. Por ello, el reencuentro de Mies con Berlín en 1961 marcó el resurgir de emociones latentes tras más de dos décadas de separación. Las heridas latentes de la vieja ciudad se reflejaban en un Mies de 75 años, también transformado, desde el joven aspirante a líder de la vanguardia berlinesa hasta el arquitecto forjador de la segunda Escuela de Chicago. Su evolución arquitectónica incluyó el refinamiento del orden tecnológico y la conquista de alturas con rascacielos icónicos.

Llobart (2018), señala que: "A pesar de la severa artritis que le obligaba a pasar largos períodos ingresado en el hospital, el trabajo progresó con gran determinación y control por parte de Mies" (p. 59). Aunque, por motivos de salud, Mies debió designar a su nieto Dirk Lohan como responsable del proyecto, bajo la supervisión de Gene Summers, Mies nunca renunció a la supervisión absoluta de todas las decisiones proyectuales, al punto que muchas de las reuniones en las que se tomaban decisiones sobre el proyecto, se debieron realizar en la habitación del hospital. En agosto de 1965, a sus 79 años, Mies regresó a Berlín para presidir la ceremonia inaugural de las obras, el 22 de septiembre de 1965, a pesar de depender de una silla de ruedas y muletas. El último viaje de Mies a Berlín fue en abril de 1967, para presenciar la elevación de la cubierta del edificio.

La Galería Nacional de Berlín, inaugurada el 15 de septiembre de 1968, simbolizó una "poética alianza entre ciudad, técnica y arte" (Llobart, 2018, p. 49). Esto consolidó el éxito de Mies en reconciliar pasado y modernidad en una Europa dividida. Su regreso resonó como la convergencia de dos mundos en conflicto, al destacar la habilidad de Mies para fusionar el idealismo social del pasado con la gramática formal aprendida en el sistema capitalista estadounidense.

Para septiembre de 1968, Mies tenía 82 años y su salud había empeorado, por lo que no pudo estar presente en la ceremonia inaugural. Nunca llegó a ver su obra terminada.

La exposición inaugural fue una muestra retrospectiva del holandés Piet Mondrian. "La vinculación del movimiento De Stijl con Mies van der Rohe transformó el acto en un acontecimiento sutilmente reivindicativo del espíritu moderno de las vanguardias de comienzo del siglo XX" (Llobart, 2018, p. 45). El avance del cáncer de esófago llevó finalmente a su deceso el 19 de agosto de 1969.

### *El Proyecto de la Nueva Galería Nacional de Berlín (1962 - 1968)*

La *Neue Nationalgalerie* de Berlín representó un cambio paradigmático en la concepción de un museo, al abandonar la estructura cerrada con múltiples salas temáticas. En su lugar, se optó por la generación de un vasto espacio abierto, transparente, permeable y adaptable, lo que marcó una nueva era en la arquitectura museística. Este enfoque innovador de Mies prioriza la versatilidad y la conexión con el entorno, al desafiar las convenciones establecidas y proporcionar una experiencia única para los visitantes. Al romper con la tradición de la disposición cerrada, se fomenta una interacción dinámica entre arte, arquitectura y contexto, lo que redefine los límites del espacio expositivo.

A este respecto, Mertins ([2014] en Llobart, 2018), puntualizaría que, para Mies "la misión en Berlín no fue sólo alojar el arte del pasado, sino más bien apoyar, incluso provocar nuevas formas de exponer y experimentar el arte, quizás hasta de crearlo" (p. 45).

El proyecto comprende una cubierta de 4200 m<sup>2</sup> que alberga una caja de vidrio con una planta cuadrada destinada a exposiciones itinerantes que abarca 2540 m<sup>2</sup>. El interior de esta estructura prescinde por completo de elementos estructurales verticales. Esta caja se sitúa sobre una extensa terraza. Directamente debajo de esta, se encuentra una galería destinada a la colección permanente,

la administración y la bodega. Esta planta, ubicada de forma subterránea, se resuelve mediante una estructura de hormigón armado que se abre hacia un patio jardín.

Llombart (2018), señala que “el edificio responde al argumento de un pabellón estructural

sobre una base monolítica. Su solemne neutralidad transluce el pensamiento de Mies en la búsqueda por la esencia de la forma y el espíritu del espacio” (p. 7).

### Figura 1

*Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania*



*Nota.* Adaptado del Centro Vasco de Arquitectura [Fotografía], por el autor, 2017, en <https://intranet.pogmacva.com/es/obras/79744>.

El bloque construido sobre la terraza se lee como una caja de cristal, en la que el sistema estructural de columnas metálicas y la cubierta de vigas bidireccionales reticulares tienen el protagonismo formal y expresivo. Interiormente, el techo del pabellón está a 8.40 metros de altura y permite ver el entramado metálico de 1.80 metros de peralte. La cubierta se conforma con un entramado bidireccional de vigas de acero dispuestas cada 3.60 m. Llombart (2018) dice que “la construcción del edificio contiene el binomio de lo ligero y lo

pesado, en un constante juego de oposiciones que intensifica las emociones” (p. 7).

La estructura de cubierta se conforma por vigas de sección en “I” dispuestas de manera longitudinal y transversal, lo que conforma la retícula bidireccional de la cubierta. El alma de estas vigas en “I” está reforzada con pletinas, a manera de costillas, para disminuir el efecto de flexión lateral en los elementos muy esbeltos. Se evita, de esta manera, el alabeo.

**Figura 2**

*Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania*



*Nota.* Adaptado del Centro Vasco de Arquitectura [Fotografía], por el autor, 2017, en <https://intranet.pogmacva.com/es/obras/79744>.

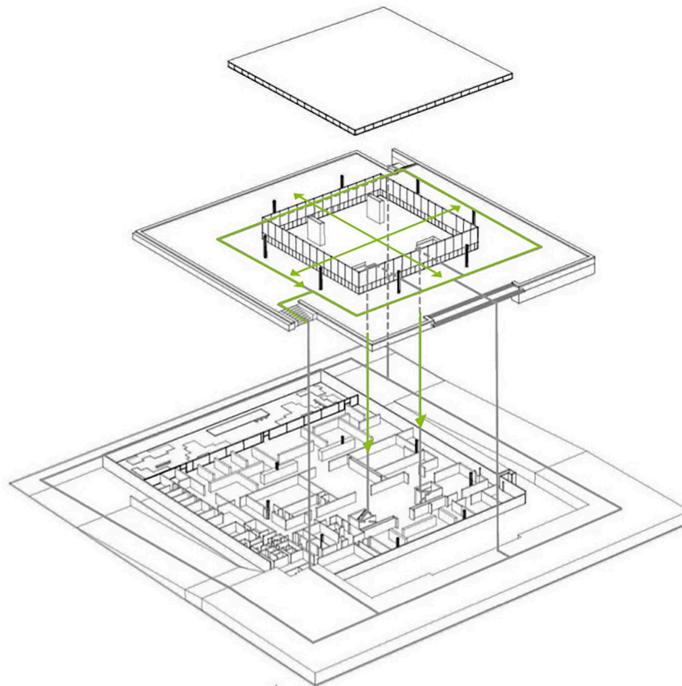
Las superficies acristaladas del pabellón despliegan un retranqueo de 7.20 m en todo su contorno, lo que posibilita la creación de un anillo perimetral de circulación cubierto. Además, deja exteriormente las ocho columnas que sustentan el entramado reticular de la cubierta.

En el nivel inferior, la estructura es de hormigón armado. Sus columnas salvan luces de 7,20 m y "la plataforma se introduce en el terreno creando un bosque de pilares de hormigón que dan forma a una estructura hiperestática revestida de granito" (Llombart, 2018, p. 7).

Indudablemente, este proyecto destaca por su mérito estructural, al conseguir una planta completamente libre de elementos estructurales verticales de 2540 m<sup>2</sup> que está contenida dentro del volumen acristalado. Esta, con su anillo perimetral de circulación, configuran un espacio cubierto de 4200 m<sup>2</sup>. Esta configuración posibilita el desarrollo funcional de un pabellón museístico flexible. Así, "el pabellón se levanta a través de ocho columnas cruciformes de acero sobre las que descansa un entramado metálico bidireccional, ... que parece levitar sobre la membrana de vidrio de sus lienzos" (Llombart, 2018, p. 7).

**Figura 3**

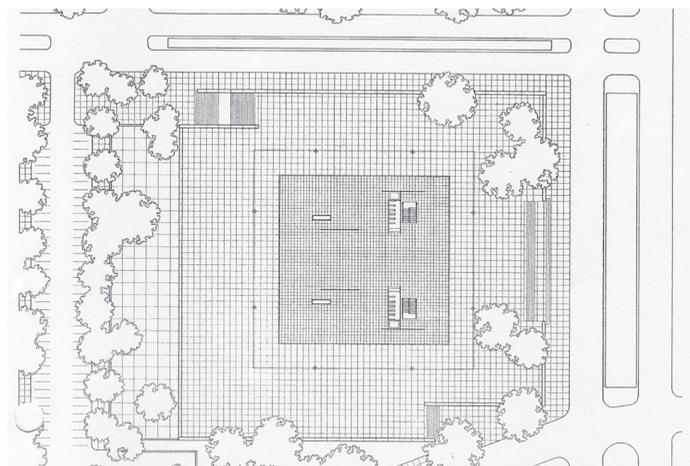
*Esquema de circulación y ejes de desarrollo funcional en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1968, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania*



*Nota. Adaptado de Drawing showing circulation and structure of the New National Gallery, por el autor, 2017, en [http://www.pathofkahn.com/?page\\_id=469](http://www.pathofkahn.com/?page_id=469).*

**Figura 4**

*Planta de la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania*



*Nota. Adaptado de Werner Blaser (1993). Mies van der Rohe - The Art of Structure, pág. 205, New York, USA, Whitney Library of Design.*

La importancia de integrar el planteamiento estructural como un intensificador tanto de la forma como de la función en la arquitectura se ve reflejada en las estrategias de diseño tomadas para el proyecto. Por ejemplo, al reflejar las circunstancias funcionales a través del programa, se estimula la generación morfológica que se integra relacionadamente con los elementos resistentes y el propósito utilitario del proyecto.

Esta perspectiva va más allá de la mera disposición del espacio, al abogar por una planificación integral que garantice tanto la comodidad, la eficiencia y la organización de las actividades y usos arquitectónicos, así como la estabilidad, y la seguridad estructural. Además, articula, de manera eficiente, las conexiones y relaciones entre espacios para lograr un diseño armonioso y efectivo.

Para la arquitectura, la condición estética es la primera en ser percibida por el usuario; para los ojos del observador poco cultivado al respecto, su solución parecería tener una imposición netamente subjetiva. Sin embargo, su cometido esencial va más allá de la mera apariencia; influye directamente en la funcionalidad y, sobre todo, en la experiencia que percibe el usuario. Si bien este aspecto es el que parece tener menor impuesto técnico, su solución comprende diversos parámetros que van desde la relación proporcional de sus volúmenes, pasa por la cromática y llega a la textura de sus materiales. Además, su calidad de percepción no es cuantificable, pero por sus características sí es cualificable.

La compleja relación entre la estética y la funcionalidad en la arquitectura debe destacar la importancia del papel que la estética representa en la concepción y ejecución de un proyecto. Desde la definición de las exigencias estéticas hasta su integración con otras condiciones de diseño, estamos llamados a reflexionar sobre la especial interacción entre la sensibilidad artística y la rigurosidad técnica en la disciplina arquitectónica.

La estética, lejos de establecerse como una prestación complementaria, o un aspecto frívolo en la arquitectura, es un componente funda-

mental del diseño arquitectónico, cuya influencia determina las reglas bajo las cuales se enmarcan las correspondencias con los demás aspectos proyectuales. Esta manifestación afecta en nuestra manera de percibir el espacio, y en cómo nos relacionamos con el entorno edificado.

Al respecto, Mies, quien es considerado como uno de los mayores exponentes de la arquitectura moderna y quien en toda su carrera se definió como un funcionalista, diría: "Es muy difícil realizar una exposición aquí. Sin lugar a duda. Pero ofrece una gran posibilidad para nuevas formas de exponer. Y creo que no quiero renunciar a ello" (Mies van der Rohe [1967] en Llobart, 2018, p. 277).

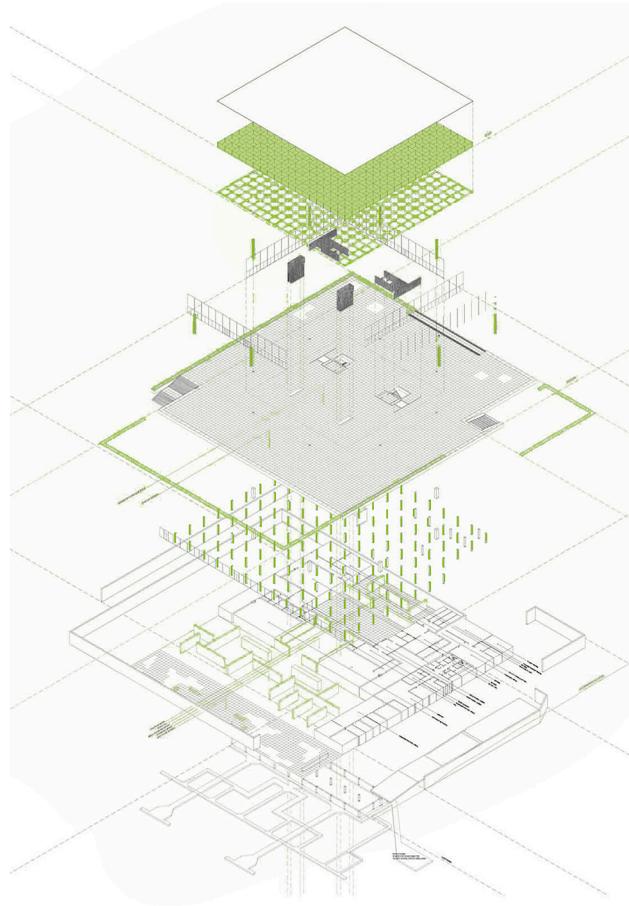
### ***La Estructura de la Nueva Galería Nacional de Berlín (1962 - 1968)***

Finalmente, se hablará del aspecto tecnológico, que abarca las soluciones: de selección de materiales, sistemas estructurales, infraestructura técnica tanto de servicios como de abastecimiento, eficiencia energética, así como la solución constructiva y sus determinaciones. Dentro de este análisis, los investigadores se centrarán en el aspecto del sistema estructural, que será el encargado de garantizar la estabilidad de la edificación.

La interacción entre la estabilidad, la resistencia y otros aspectos cruciales en la planificación arquitectónica es compleja pero indispensable. La estabilidad, como requisito técnico, garantiza la integridad de la construcción y su durabilidad a lo largo del tiempo; sin embargo, va más allá de la resistencia de sus elementos constituyentes, pues también implica aspectos normativos, económicos, tipológicos y constructivos. Esto subraya la multifacética naturaleza del diseño arquitectónico, donde la estructura es una pieza fundamental, pero no la única. Es imperioso gestionar un balance armónico entre las diversas necesidades y recursos con los que cuenta un proyecto. Tal como lo señala Barrera (2017): "La resistencia no es el objetivo único de un proyecto, ni siquiera el principal, pero tampoco es un requisito prescindible en el proceso de conformación y planteamiento de la solución" (p. 137).

**Figura 5**

*La disposición estructural en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania*



*Nota.* Adaptado de Mies Inmersion, por el autor, 2017, en [http://www.presidentsmedals.com/showcase/2007/1/2112\\_2.jpg](http://www.presidentsmedals.com/showcase/2007/1/2112_2.jpg).

### ***Estrategias Estructurales que Configuran La Morfología***

#### **1. Ubicación de los Apoyos.**

La condición de crear una planta completamente libre lleva al proyectista a considerar la primera posibilidad lógica de diseñar una estructura apoyada en sus cuatro esquinas, similar al esquema de una mesa rectangular apoyada por cuatro patas, ubicadas en sus cuatro esquinas. Esta configuración conlleva tres consecuencias directas: en primer lugar, las luces se definen por las aristas del parale-

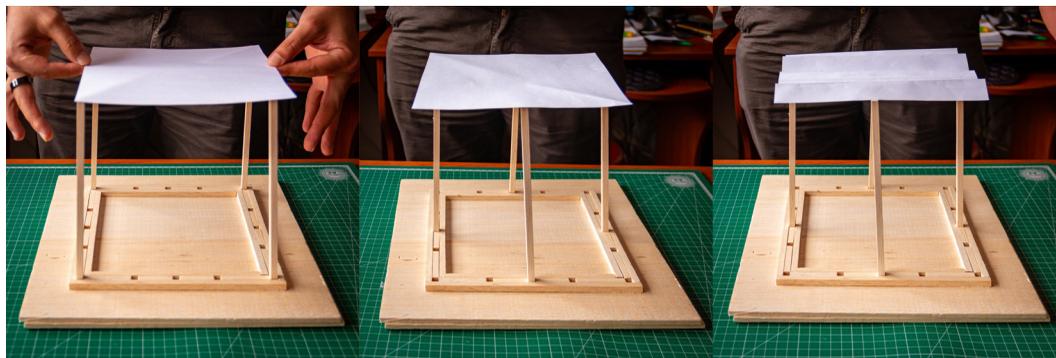
logramo que conforma la planta, lo que implica una mayor sollicitación de momentos flectores en las vigas principales que conectan los pilares, momento que se transmite directamente a los pilares de apoyo y los obliga a trabajar a «flexo-compresión»; en segundo lugar, se produce una concentración del esfuerzo cortante en las zonas de las esquinas, es decir en los apoyos de las vigas; y en tercer lugar, se produce flexión bidireccional en la estructura de la cubierta.

La distribución de las cargas, los valores máximos de esfuerzos y el comportamiento estructural se modifican totalmente si los apoyos, en lugar de ubicarse en las esquinas, como se expuso previamente, se posicionan en los puntos medios de las aristas, ya que la luz entre apoyos se reduce en un 30% si consideramos la planta cuadrada. Además, los volados que se generan al dejar las esquinas libres permiten compensar los momentos en los extremos; por lo tanto, sin incrementar el número de apoyos, se puede resolver la misma cubierta y aprovecha una estrategia estructural.

Consideremos el siguiente ejercicio. Si nosotros deseamos apoyar en cuatro esquinas a una hoja cuadrada de papel, este no podrá permanecer estable sobre los apoyos si no se utiliza un mecanismo de fijación de las esquinas a los apoyos (imagen izquierda); pero, si reubicamos los apoyos a los puntos medios de las aristas del papel, este puede mantenerse, sin modificar el número de apoyos y sin variar la rigidez del papel (imagen central). Así, debido a la compensación de momentos flectores, se logra disminuir aproximadamente en un 80% su deflexión. Finalmente, si al papel se le pliega, además de mantenerse estable, tiene la posibilidad de resistir una carga (imagen derecha).

### Figura 6

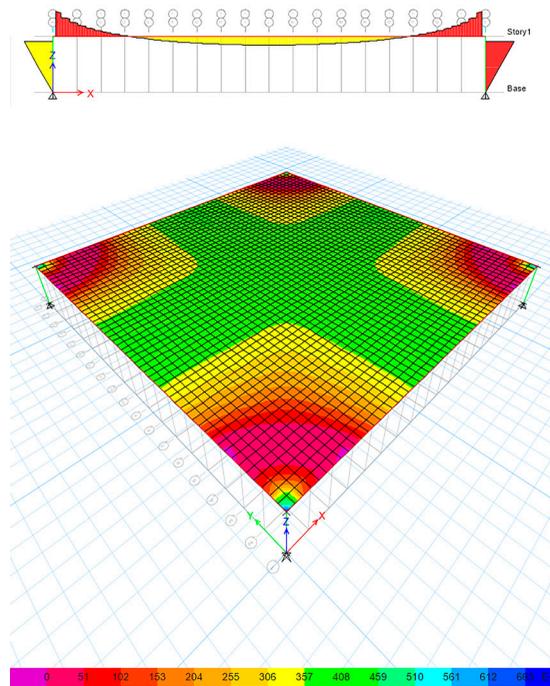
*Ejemplo práctico de apoyo en las cuatro esquinas – Apoyo en los centros de las aristas – Apoyo en los centros de las aristas con rigidización de la cubierta*



Nota. Fotografía de Autor.

**Figura 7**

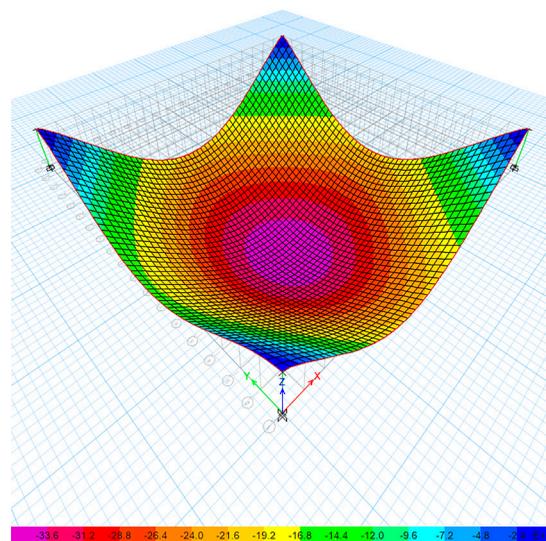
*Diagrama de momentos con cuatro apoyos en las esquinas -Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos*



*Nota.* Imagen generada por el autor.

**Figura 8**

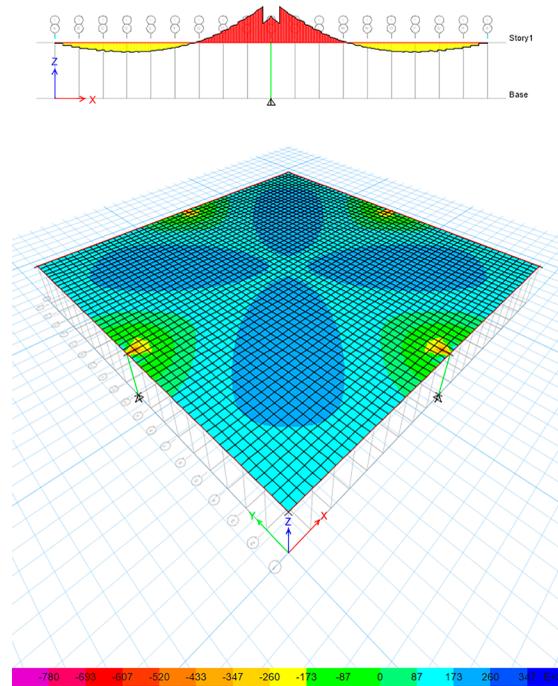
*Diagrama de deformación con cuatro apoyos en las esquinas -Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos*



*Nota.* Imagen generada por el autor.

**Figura 9**

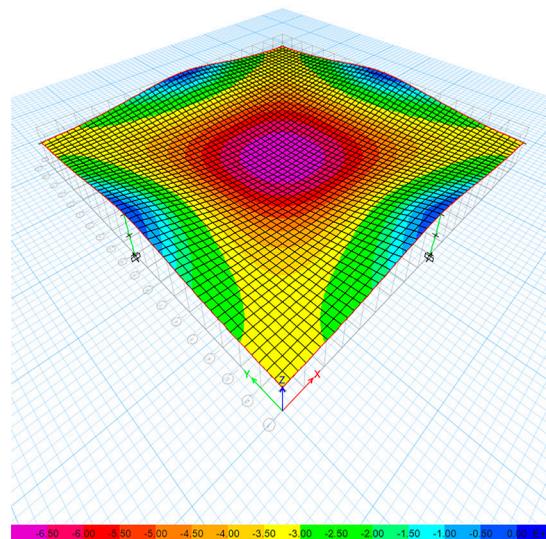
Diagrama de momentos con cuatro apoyos en los puntos medios de las aristas. -Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos



Nota. Imagen generada por el autor.

**Figura 10**

Diagrama de deformación con cuatro apoyos en los puntos medios de las aristas. -Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos



Nota. Imagen generada por el autor.

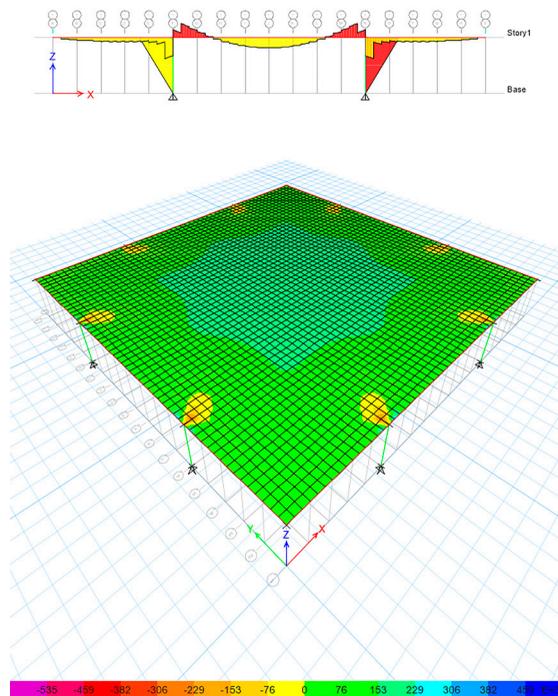
De manera anecdótica, Frei Otto, el afamado arquitecto alemán reconocido por sus innovadoras estructuras tensadas, eficientes y ligeras, relata en una conversación con Juan María Songel, cómo contribuyó en la disposición de los apoyos dentro de la configuración estructural de la Nueva Galería Nacional de Berlín:

Fui al estudio de Mies van der Rohe en Chicago cuando estaban trabajando en la Neue Nationalgalerie de Berlín. Por entonces él ya estaba muy enfermo y sus colaboradores me pidieron que les diera mi opinión, porque parece ser que así se lo había pedido Mies. Entonces hice unas observaciones sobre el proyecto del museo, pues pensaba que había que hacer algunos cambios. Para soportar aquella gran losa se habían colocado tan sólo cuatro pilares en el punto medio de los lados de la cubierta, de modo que sufría grandes deformaciones en las esquinas en voladizo. Yo les propuse colocar al menos dos pilares por cada lado, es decir, apoyar la cubierta sobre un total de ocho pilares, y así es como se hizo. Me encontré con Mies van der Rohe por última vez en Berlín unas semanas antes de su muerte, cuando se estaba montando la cubierta, y él estaba muy contento con la decisión de los pilares. (Songel, 2008, p. 28)

Así fue que finalmente, la estrategia estructural utilizada recurre a dos apoyos en cada arista de la planta, lo que reduce la distancia de los voladizos y motiva la compensación de momentos. Con esta configuración estructural, se logra tener momentos flectores de signo contrario en cada arista. De este modo, por un lado, se duplica el número de apoyos, pero esta estrategia los ubica en la posición de mayor estabilidad para la cubierta. Además, como se puede apreciar en el diagrama, a pesar de que no se han modificado las dimensiones y la carga, esta configuración estructural logra minimizar el esfuerzo de flexión en las vigas.

**Figura 11**

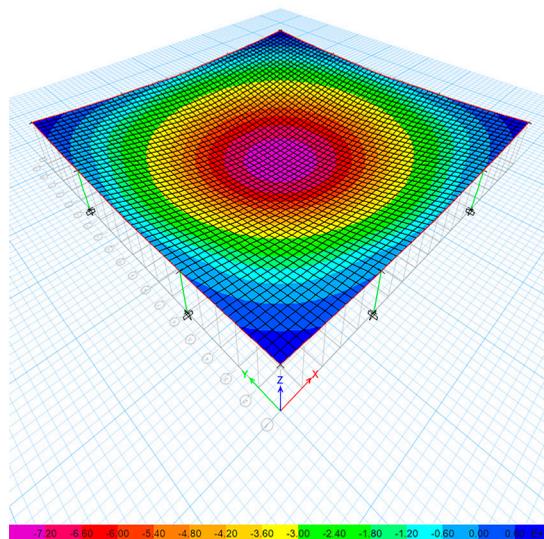
Diagrama de momentos con ocho apoyos, dos en cada arista sin apoyar las esquinas. -Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos



Nota. Imagen generada por el autor.

**Figura 12**

Diagrama de deformación con ocho apoyos, dos en cada arista sin apoyar las esquinas. -Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos



Nota. Imagen generada por el autor.

## 2. Compensación de Momentos.

La estrategia de compensación de momentos consiste en utilizar contrapesos en lados opuestos de un apoyo; dicha estrategia se explica a continuación.

Se disponen los voladizos a lados opuestos de un apoyo o núcleo central. Cada voladizo generará un momento flector que, con respecto al apoyo central, tiene signos de giro contrarios. Al actuar simultáneamente, cada uno contrarresta el efecto negativo del otro, lo que disminuye los efectos de flexión.

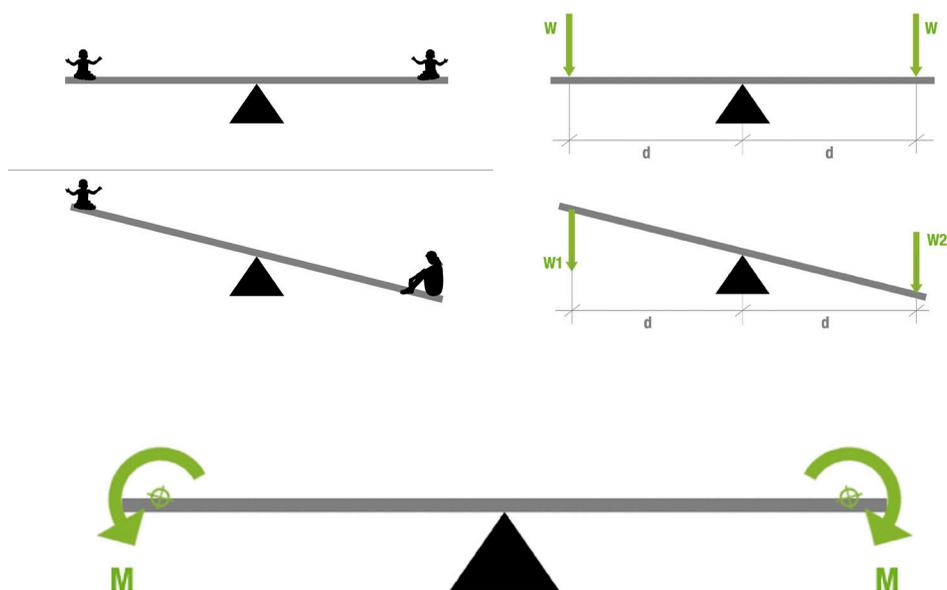
Para comprender este principio, consideremos un juego de sube y baja en un parque infantil. Si dos niños de igual peso se colocan en extremos opuestos, basta con un pequeño impulso para iniciar el juego. Si están a igual distancia del centro, su peso provoca un efecto de giro que les permite levantar al otro. Esto ilustra cómo la distribución equitativa del peso y la distancia al centro facilitan el movimiento sin esfuerzo adicional.

Si uno de los participantes es más pesado que el otro, el juego se dificultará, ya que el más liviano no podrá levantar al más pesado. No obstante, es posible continuar jugando; el participante más pesado debe ubicarse a una menor distancia del centro. Esto se debe a que el momento generado por el giro es proporcional al peso y a la distancia que lo provocan. Así, al ajustar la distancia, se equilibra la capacidad de levantar al compañero más pesado y se mantiene la dinámica del juego.

Un niño no puede jugar solo en un sube y baja, ya que no hay otro niño en el extremo opuesto para equilibrar el peso y levantarlo. De manera similar, en una estructura, resolver un voladizo sin compensación de momentos resulta más costoso.

**Figura 13**

*Principio de compensación de momentos explicado a través del juego del "sube y baja"*



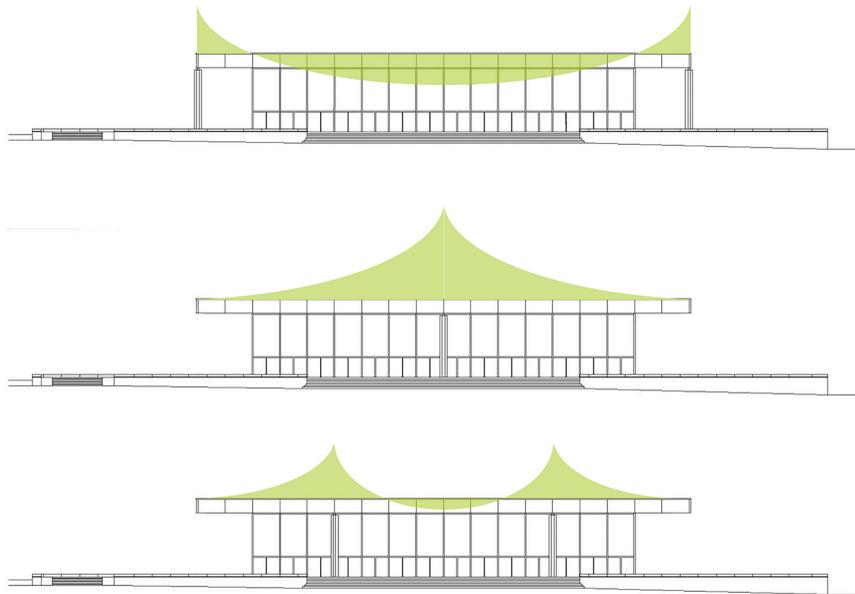
*Nota.* Imagen generada por el autor.

La estrategia de compensación de momentos sitúa dos voladizos opuestos. Esta no solo genera ventajas significativas sobre los momentos flectores de las vigas, sino que también plantea desafíos referentes al incremento de la carga axial sobre los apoyos. De esta manera, esta estrategia permite reducir las secciones de las vigas, pero al mismo tiempo precisa de secciones más robustas para los apoyos. El incremento de carga en los apoyos también actúa como agente estabilizador, lo que reduce los riesgos de deslizamiento y vuelco debido a posibles desbalances en los voladizos.

Este análisis permite ilustrar cómo una solución de diseño participa directamente en el comportamiento estructural del proyecto, lo que acentúa la importancia que tiene el buen criterio del proyectista, quien es el encargado de evaluar las consecuencias que una decisión de diseño tiene sobre las diferentes variables que se deben considerar en una estructura.

#### Figura 14

*Diagrama de compensación de momentos: 1.- Apoyos en los extremos sin compensación de momentos; 2.- Apoyo central, momentos compensados; y 3.- Dos apoyos por arista, compensación de momentos e incremento de carga axial en los pilares*



*Nota.* Imagen generada por el autor.

### 3. Rótulas en las Coronas de los Pilares.

La solución de los pilares debía absorber unas cargas axiales considerables y resolver un problema que la estrategia de compensación de momentos hereda a los elementos de apoyo: la transmisión de momentos flectores desde las vigas a los pilares.

Mies opta por una sección cruciforme de sección variable cuyo uso no se había visto en sus obras realizadas en América.

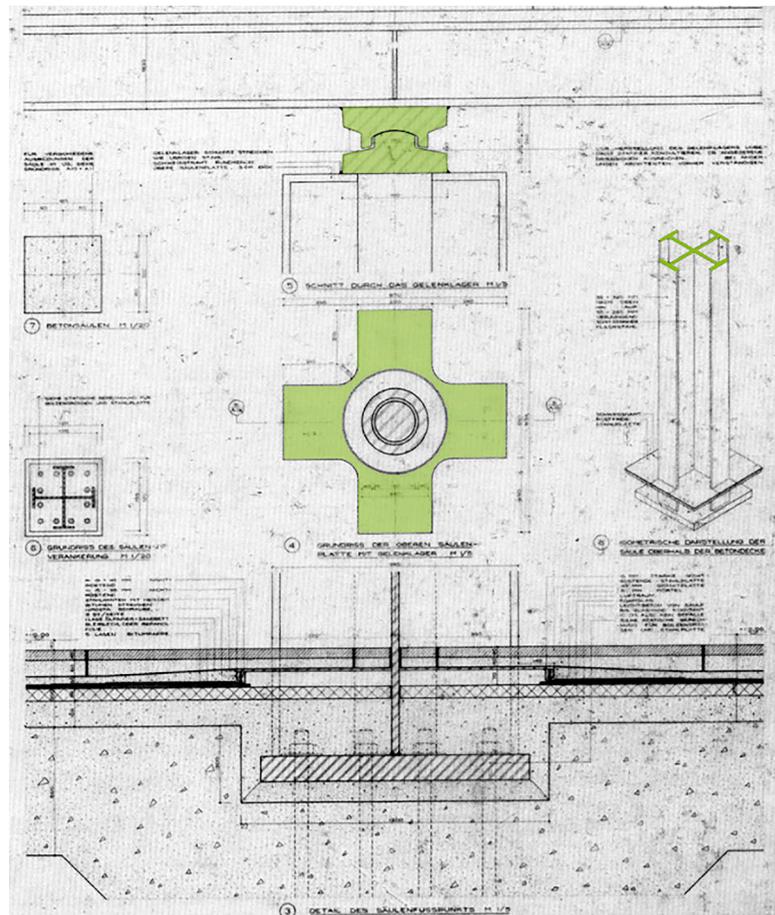
Entonces, el esquema estructural de compensación de momentos flectores, por un lado, reduce el efecto de deflexión en las vigas, pero, por otro lado, transmite un momento notable a las

columnas, lo que provoca que estas trabajen a flexo-compresión. Para esto, Mies se decanta por una estrategia estructural que desconecta la transmisión de momentos flectores hacia los pilares, lo que emula constructivamente lo que, en estructuras, se conoce como apoyo articulado. Así, Mies revela una profunda comprensión de la transmisión de esfuerzos y del comportamiento estructural al emplear un sistema de rótula en las coronas de los pilares, lo que logra desvincular la transmisión de momentos flectores desde las vigas a los pilares.

Este detalle estructural simultáneamente tiene una implicación morfológica, ya que separa visualmente los elementos constructivos horizontales de los verticales, lo que brinda un detalle de transición formal y constituye a esta estrategia como una de las soluciones que mejor coordina la eficiencia estructural con la estética del proyecto. Mies demuestra un interés constante en la pureza formal y la simplicidad estructural. En este análisis, podemos valorar cómo un recurso de diseño no solo resuelve desafíos técnicos, estructurales y constructivos, sino que también añade una capa adicional de expresión visual al proyecto.

### Figura 15

Detalle constructivo de rótula en corona de pilares en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1968, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania



Nota. Adaptado de *20th Century Architecture* [Fotografía], por el autor, 2017, en <http://architecture-history.org/architects/architects/MIES%20VAN%20DER%20ROHE/objects/1968,%20Neue%20Nationalgalerie,%20Berlin,%20Germany.html>.

**Figura 16**

*Detalle constructivo de rótula en corona de pilares en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1968, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania*



*Nota.* Adaptado de *20th Century Architecture* [Fotografía], por el autor, 2017, en <http://architecture-history.org/architects/architects/MIES%20VAN%20DER%20ROHE/objects/1968,%20Neue%20Nationalgalerie,%20Berlin,%20Germany.html>.

#### **4. Sistema de Entramado Bidireccional de Vigas en Cubierta.**

La estructura no deja de plantear volados de 18 m y una luz entre pilares de 28.8 m, a pesar de resolver óptimamente el planteamiento de los apoyos en correspondencia con la compensación de momentos y la transmisión de esfuerzos entre elementos horizontales y verticales, además de la sintonía con la intención arquitectónica de lograr una planta libre. Por ello, la estructura de cubierta debe ser lo suficientemente rígida para controlar

las deflexiones esperadas con este tipo de características. Esta rigidez se logra gracias a un sistema de vigas reticulares en dos direcciones, lo que conforma una estructura reticular que distribuye internamente los esfuerzos y limita notablemente las deformaciones. Esta estrategia permite reducir hasta la doceava parte de la deformación que se tendría en una estructura con cuatro apoyos en las esquinas y, aproximadamente, a la tercera parte de la misma estructura sin el sistema reticular bidireccional

**Figura 17**

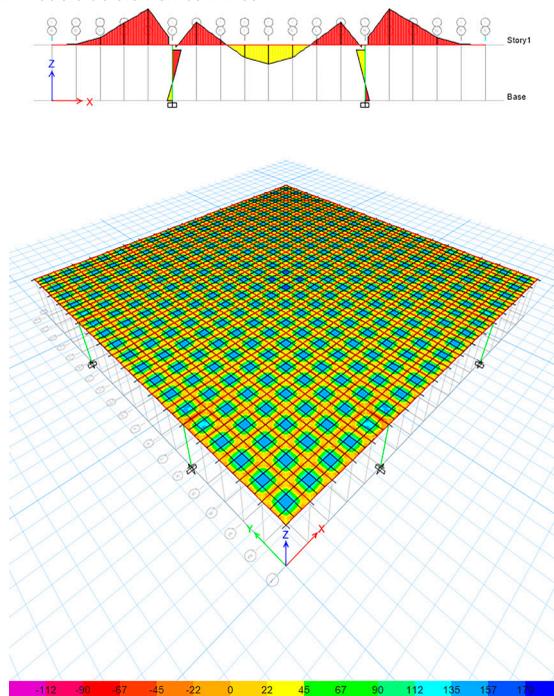
*Relación y proporción del sistema reticular bidireccional de vigas en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania*



*Nota.* Adaptado de *20th Century Architecture* [Fotografía], por el autor, 2017, en <http://architecture-history.org/architects/architects/MIES%20VAN%20DER%20ROHE/objects/1968,%20Neue%20Nationalgalerie,%20Berlin,%20Germany.html>.

**Figura 18**

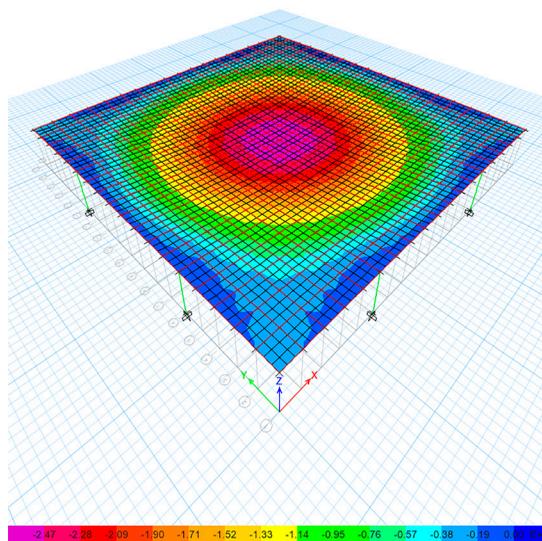
Diagrama de momentos de un sistema reticular bidireccional con ocho apoyos, dos en cada arista sin apoyar las esquinas.- Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos



Nota. Imagen generada por el autor.

**Figura 19**

Diagrama de deformación de un sistema reticular bidireccional con ocho apoyos, dos en cada arista sin apoyar las esquinas.- Imagen generada en el análisis de un modelo de elementos finitos



Nota. Imagen generada por el autor.

## Discusión

Para Mies, su retorno a Europa, y específicamente a Alemania, representó una resurrección de los ideales arquitectónicos cultivados previos a su exilio, y la independencia de un enclaustramiento dentro de su propia morfosintaxis madurada en su ejercicio profesional en América.

La estructura transmite la sublime tranquilidad del monumento y sus elementos transluce los valores de la técnica que Alemania ponía a su servicio. La Neue Nationalgalerie consigue alcanzar la integración de dos aspectos fundamentales en la tradición edificatoria occidental: el racionalismo estructural, por un lado, y el clasicismo romántico por otro (Llombart, 2018).

La obra de Mies pone en manifiesto que la forma, la función y la estructura no son los únicos aspectos que intervienen en la planificación de un proyecto. La diversidad es compleja y su análisis abarca múltiples factores como:

- Entorno urbano y contexto.
- Clima y condiciones atmosféricas.
- Topografía.
- Mecánica de suelos y geología.
- Economía.
- Sustentabilidad.
- Gestión energética.
- Sistemas de automatización.
- Confort.
- Seguridad.
- Instalaciones de abastecimiento y evacuación.
- Comunicaciones.
- Factores sociales y culturales.

Se deben señalar algunos factores que forman parte de la compleja empresa que representa la planificación arquitectónica, donde la gestión de estos componentes, sus relaciones e interacciones debe manejarse de manera integral, equilibrada y armónica.

Cuando se alcance un justo equilibrio entre lo estructural o necesario y lo decorativo o superficial y cuando la misión de esto último sea subrayar o contrapuntar el tema fundamental que es la estructura, se habrá logrado una verdadera arquitectura que valdrá la pena de consolidar en estilo (Candela, 1995).

Desde la perspectiva proyectual, se revela la incuestionable correspondencia entre la concepción del espacio y su forma, con el aprovechamiento de los principios estructurales como una herramienta más de diseño, el conocimiento de las capacidades y limitaciones que brindan los materiales, así como el profundo entendimiento de las técnicas constructivas y, sobre todo, de los principios fundamentales de las estructuras. Todas estas son magistralmente integradas por el pragmatismo funcionalista y la experiencia técnica desarrollada por Mies Van Der Rohe en sus 23 años de exilio en América.

## Conclusiones

Mediante este análisis, se pretende facilitar la reflexión de la influencia y la marcada implicación entre la configuración formal y el planteamiento estructural de un proyecto. Esto se hace factible por medio de un entendimiento profundo de los fenómenos físicos y mecánicos que envuelven a la solución constructiva y estructural de un proyecto.

La arquitectura contiene, en su resultado, una asociación de dependencias y conexiones que se conceptualizan a través del planteamiento estructural y se exteriorizan a través del lenguaje formal, así como la técnica y el detalle constructivo. Estas, de manera global, solucionan un propósito funcional; de esta manera, la solución arquitectónica debe considerar, para su desarrollo, el cúmulo de variables que encierran la complejidad racional, sensorial y pragmática de manera simultánea, sistémica y armónica.

En esto reside la importancia de que la ejecución de la obra y la disposición de los elementos estructurales estén en armonía con la función que el edificio pretende cumplir. La estructura confiere a la arquitectura una geometría y una modulación que se ajustan a las capacidades mecánicas de los materiales y a sus proporciones, lo que asegura la integridad y funcionalidad del diseño arquitectónico.

La configuración, la geometría, las proporciones y las dimensiones de los elementos estructurales moldean la forma y la espacialidad del proyecto arquitectónico. Esta estrecha relación entre el espacio y los materiales subyace en toda obra arquitectónica, lo que fundamenta la esencia de la arquitectura en la integración indispensable entre forma, función y estructura.

Estructura y forma son producto de fases importantes del comportamiento humano: análisis, conocimiento, comprensión, invención y producción. El arquitecto, muchas veces, se dirige hacia la estructura a través de la forma; pero el arquitecto creativo se dirige hacia la forma a través de la estructura, no con carácter exclusivo, sino como un alternar de estados de relación (Díaz, 2010).

En la actualidad, la especialización, de alguna manera, ha forzado a separar el valor racional, la creatividad y el pragmatismo. Sin embargo, es crucial integrarlos en la arquitectura y en la vida cotidiana. El afán de alcanzar una constitución equilibrada entre la racionalidad del científico, la expresividad del creador y la utilidad del pragmático beneficia tanto a la arquitectura como a los diferentes aspectos que atañen la existencia humana.

A través del análisis de esta obra icónica de la arquitectura moderna, se comprende que, más allá de su presencia arquitectónica, debía constituirse en una declaración de los principios fundamentados en el funcionalismo, la técnica y la libertad promulgados por el movimiento moderno. Además, esto ocurría en una Alemania sumida en graves problemas políticos y económicos que eran consecuencia de la postguerra. Esta formalización sobria de un edificio "proclama al unísono la abstracción, la razón y la técnica como fundamentos de una forma de pensamiento que aspiraba poner orden en el caos de un tiempo conflictivo." (Llombart, 2018, p. 293)

La intención de este artículo, además de exponer el extraordinario manejo técnico de Mies Van der Rohe, pretende valorar la significación que tiene la formación politécnica dentro de la arquitectura. Un claro entendimiento de los principios estructurales, así como la destreza racional con el que se resuelven los detalles constructivos deben entenderse como fundamentos primordiales en la arquitectura. El adecuado manejo de los recursos técnicos permite al arquitecto optimizar no solamente las demandas materiales de un proyecto, sino, sobre todo, los procesos de diseño.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflictos de interés.

**Declaración de contribución de los autores:** A continuación, se menciona la contribución de cada autor, en correspondencia con su participación, utilizando la Taxonomía Crédit:

- Luis Enrique Barrera Peñafiel: Administración del proyecto, Análisis formal, Conceptualización, Investigación, Metodología, Recursos, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición, Software, Visualización.
- Jaime Augusto Guerra Galán: Curaduría de datos, Supervisión, Validación.

## Referencias

- Azulay, M. (2012). *El proyecto arquitectónico: Paradigma de la complejidad*. 4 IAU 4ª Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo. Valencia, España.
- Barrera, L. (2017). *La incidencia de la estructura en el proceso proyectual arquitectónico: una aproximación a través de la obra de Javier García-Solera y David Gallardo Llopis* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.uclm.es/handle/123456789/28123>
- Beghini, L. L., Beghini, A., Katz, N., Baker, W. F., y Paulino, G. H. (2014). Connecting architecture and engineering through structural topology optimization. *Engineering Structures*, 59, 716–726. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2013.10.032>
- Candela, F. (1995). Un Justo equilibrio. *Tectónica 3 - Hormigón (I) "In Situ,"* 2–3.
- Díaz, S. (2010). *Diseño de Estructuras Para Arquitectura*. Independiente.
- Endres, P. D., y Wetzel, C. (2013). Structure and architecture in the design studio. En P. Cruz (Ed.), *Structures and Architecture: Concepts, Applications and Challenges*. (pp. 1875-1882).
- Hürol, Y. (2014). Ethical considerations for a better collaboration between architects and structural engineers: design of buildings with reinforced concrete frame systems in earthquake zones. *Science and Engineering Ethics*, 20(2), 597–612. <https://doi.org/10.1007/s11948-013-9453-4>
- Llombart, J. (2018). *Neue National Galerie y la construcción del lugar*. Universidad de Zaragoza.
- Lyon, A., y García, R. (2013). Forma Arquitectónica y Estructura a Través de la Optimización Topológica: Nuevos Métodos Para Antiguos Problemas. *Revista Aus*, (14), 27–30. <https://doi.org/10.4206/aus.2013.n14-07>
- Manum, B., y Nilsen, D. (2013). Engineers and the role of structures in architecture. En P. Cruz (Ed.). *Structures and Architecture: Concepts, Applications and Challenges*. (pp. 1727-1734).
- Moore, F. (2000). *Comprensión de las estructuras en arquitectura*. McGraw-Hill Companies.
- Morín, E. (2004). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Salvadori, M. G., y Heller, R. (1992). *Estructuras para arquitectos*. Nobuko.
- Songel, J. M. (2008). *Frei Otto - Conversación con Juan María Songel*. Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Torroja, E. (2011). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.