



SANTIAGO GARCÍA
GUSTAVO DI COSTA

INGENIERÍA de PELÍCULA



Catalogación: 9786319051711

INGENIERÍA DE PELÍCULA

Autores

Santiago García
Gustavo Di Costa

Ilustraciones

Ricardo "Rica" Nuñez

Diseño Gráfico

Melisa Aguirre

Ilustración de Tapa

Ricardo "Rica" Nuñez

Esta publicación ha sido elaborada por el CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL (CPIC) en el marco de su estrategia de divulgación de temáticas de interés para la industria de la construcción y la sociedad en su conjunto. La reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, requerirá autorización expresa del editor. Queda hecho el depósito que establece la Ley N° 11.723.

Un considerable esfuerzo en tiempo, dedicación y capacidad profesional ha sido aplicado a la redacción de este libro. El lector acepta y comprende que no se ha expresado ni está implícita ninguna garantía del autor ni del CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL (CPIC) sobre los resultados de aplicar las consideraciones incluidas en el texto. El lector reconoce explícitamente que asume la responsabilidad de las aplicaciones inspiradas en el contenido de este libro y que debe verificar la realidad y seguridad de las mismas.

Di Costa, Gustavo

Ingeniería de película / Gustavo Di Costa ; García Santiago.
- 1a ed ilustrada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires :
Consejo Profesional de Ingeniería Civil, 2025.
200 p. ; 20 x 23 cm.

ISBN 978-631-90517-1-1

1. Ingeniería Civil. 2. Cine. I. Santiago, García II. Título
CDD 624

Publicado en formato digital e impreso
Abril de 2026

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Existe una clara analogía entre el proceso de fabricación de una película y el de un edificio... como los realizadores los ingenieros conciben grandes proyectos que ponen en juego importantes presupuestos. Además, en torno a las dos profesiones se encuentra la misma muestra heterogénea de personajes: productores, financieros, organizadores, críticos, público, entre otros...”

Peter Greenaway

AGRADECIMIENTOS

Nos complace presentarles nuestro libro "Ingeniería de película", el cual explicita la fascinante intersección entre el mundo de las películas y la ingeniería civil.

En este texto, hemos tenido el privilegio de analizar y destacar las importantes obras de ingeniería civil -argentinas y del mundo- immortalizadas en algunas de las películas más icónicas de la historia del cine.

Queremos expresar nuestros sinceros agradecimientos a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este libro.

En primer lugar, dar gracias a los ingenieros y profesionales de la industria de la construcción, cuyo trabajo incansable y dedicación han dado vida a estas asombrosas obras de ingeniería plasmadas para siempre en la pantalla grande. Sus inspiradores logros son una fuente inagotable de admiración y respeto.

También, queremos expresar nuestro reconocimiento a los estudios de cine, actores, directores y equipos de producción quienes han incluido estas

increíbles obras de ingeniería en sus películas, brindándonos la oportunidad de apreciar su magnificencia y belleza en la gran pantalla.

Además, extendemos nuestro agradecimiento a los expertos cinéfilos y académicos cuyos conocimientos y perspectivas enriquecieron nuestro análisis y comprensión de las obras cinematográficas y de la ingeniería civil. Sus aportes fueron invaluable para el desarrollo de esta idea.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a nuestros lectores por su interés en este proyecto.

Esperamos que este libro les brinde una experiencia informativa y emocionante respecto de los fascinantes mundos del cine y la ingeniería civil.

Con gratitud.

Ingeniero civil José María Girod

Presidente del Consejo Profesional de Ingeniería Civil
Invierno de 2025

ÍNDICE

PRÓLOGO

Cuando la ingeniería se roba la escena

Diseñador de imagen y sonido Santiago García

..... 8

PRESENTACIÓN

Luces, Puentes... ¡Acción!

Arquitecto Gustavo Di Costa

..... 10

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil en la pantalla grande

Ingeniero civil Luis Perri

..... 12

“El fugitivo” y la Presa Cheoah	14
“En la cuerda floja” y las Torres Gemelas	24
“Indiana Jones y la última cruzada” y el Templo Al-Khazneh.....	34
“King Kong” y el Empire State Building	44
“Puente de espías” y el Puente de Glienicke	54
“El secreto de sus ojos” y la Estación Retiro del Ferrocarril General Mitre	64
“Roma” y la Metropolitana di Roma	74
“Eiffel” y la Torre Eiffel	84
“Harry Potter y el misterio del príncipe” y el Millennium Bridge	94
“Puente Alsina” y el Puente Alsina	104
“Relatos salvajes” y el Puente Morales	114
“Misión imposible: protocolo fantasma” y la Torre Burj Dubái.....	124
“Vértigo” y el Puente Golden Gate	134
“Vicky Cristina Barcelona” y la Sagrada Familia	144
“Tiempo de valientes” y el Complejo Nuclear Atucha I y II.....	154
“Superman” y la Presa Hoover	164
“Pecados capitales” y las Torres de Alta Tensión de la Southern California Edison	174
“El puente sobre el río Kwai” y el Puente Kwai	184
“Nueve reinas” y el Hotel Hilton de Puerto Madero	192
“Invasión” y el Estadio Club Atlético Boca Juniors	202
“La emboscada” y las Torres Gemelas Petronas	212
A modo de corolario	222
Fuentes documentales	223
Autoridades del CPIC	226
Acerca de los autores	227

PRÓLOGO

Cuando la ingeniería se roba la escena

En ocasiones olvidamos que detrás de cada imagen impactante que nos ofrece el séptimo arte hay una comprensión profunda —aunque a veces libre o estilizada— del funcionamiento de infraestructuras reales. El cine no solo representa la ingeniería: la interpreta, la reimagina, la subvierte.

El ingeniero, como el guionista, manipula materiales con un propósito. Uno, con acero y hormigón; el otro, con palabras e imágenes. Ambos construyen sobre la incertidumbre, buscando que la obra final resista, conmueva, se sostenga. Los cálculos se asemejan a la edición: precisión y ritmo, peso y equilibrio.

La gran pantalla ofrece así un campo fértil para la exploración de la ingeniería civil como símbolo. Desde el puente que une territorios enfrentados hasta el túnel que conecta tiempos distintos, las obras devienen dispositivos narrativos de una potencia inesperada.

Este libro, *Ingeniería de Película*, es también una invitación a mirar el cine con ojos de ingeniero, y la ingeniería civil con sensibilidad de cineasta. Porque cuando ambos mundos se cruzan, emerge algo más que espectáculo: una lectura profunda sobre el universo construido y las emociones que provoca.

La ingeniería civil, como protagonista de tantos momentos icónicos del cine, nos recuerda que toda construcción tiene un relato detrás: historias de decisión, de fracaso, de superación. Historias que, por lo general, no aparecen en los títulos, pero son esenciales para que todo lo demás funcione.

Explorar esa tensión entre estructura y drama, entre cálculo y emoción, es lo que propone este libro. Un recorrido que busca el punto de encuentro entre dos lenguajes con más en común de lo aparente.

Porque si bien los ingenieros civiles diseñan el mundo real, los cineastas diseñan mundos posibles. En esa doble aspiración de imaginar lo que aún no existe, encontramos el germen de lo que somos capaces de crear juntos.

Este prólogo es, en definitiva, una provocación. A pensar que una represa no solo es un reservorio de agua, sino también de sentido. Que un puente no solo une márgenes geográficas, sino también éticas. Que el cine, al representar estas obras, puede ayudarnos a entenderlas más allá de sus planos.

Quizá la próxima vez que veamos caer un edificio en cámara lenta, no pensemos solo en los efectos visuales, sino en lo que esa imagen dice de nosotros, de nuestras aspiraciones, de nuestras fallas, de nuestro deseo de empezar de nuevo.

Al igual que las películas nos revelan verdades emocionales mediante ficciones cuidadosamente construidas, donde la ingeniería civil nos permite hacer habitables esas ficciones. Ambos oficios son necesarios para imaginar y sostener el futuro.

Así que, querido lector, abrí bien los ojos. Porque la próxima gran historia puede estar escrita en acero, proyectada sobre hormigón, y plasmada en la memoria de quienes se atreven a mirar más allá de la superficie.

Diseñador de imagen y sonido Santiago García

Crítico de cine

Invierno de 2025

PRESENTACIÓN

Luces, Puentes... ¡Acción!

En la arquitectura del relato cinematográfico, la ingeniería civil funciona como el terreno donde los personajes transitan, luchan, cambian. No es un simple telón de fondo, sino un campo activo de expresión que define el movimiento, las posibilidades, los límites de las historias que amamos.

"Ingeniería de Película" es una celebración de esas estructuras que no solo sostienen ciudades, sino también emociones. De esos caminos elevados que permiten persecuciones imposibles y despedidas inolvidables.

El cine ha encontrado en las obras de ingeniería un vocabulario visual poderoso. La repetición de ciertos espacios —el puente colgante, el túnel claustrofóbico, la grúa solitaria al amanecer— construye un repertorio simbólico que nos habla de progreso, de riesgo, de transformación.

A través de secuencias que desafían la lógica o se aferran a ella, el lenguaje cinematográfico explora la ingeniería como una

forma de ordenar el caos. Lo hace con vértigo o con contemplación. Con vértigo, cuando un viaducto se quiebra a mitad de una persecución. Con contemplación, cuando la cámara se detiene en el detalle preciso de una majestuosa estructura.

Ambas disciplinas comparten una búsqueda de coherencia interna: en una película, como en una obra civil, cada componente debe tener un propósito. Nada se deja al azar. Una ética del diseño orienta cada decisión, desde la elección de una toma hasta la selección del tipo de losa.

El lector descubrirá aquí cómo ciertas películas captaron esa tensión entre forma y función. Cómo los cineastas retrataron con asombro —a veces crítico, otras nostálgico— los logros de la ingeniería civil, convirtiéndolos en metáforas de los dilemas contemporáneos.

La represa que impide el avance del agua y simboliza el control del ser humano sobre la naturaleza; el túnel que

representa la posibilidad de huida o rescate; el puente habilitando el regreso. En cada caso, la infraestructura no solo cumple una función física, sino narrativa y emocional.

Este libro no pretende trazar un inventario de estructuras filmadas, sino sugerir una mirada alternativa: aquella que reconoce en cada elemento de ingeniería civil un fragmento de historia, un posible desenlace, un cambio de perspectiva.

La cámara, con su capacidad, nos enseña a mirar las obras desde ángulos inesperados. Nos invita a reconsiderar lo que damos por sentado y a entender el entorno construido como un texto que puede leerse, releerse, reinterpretarse.

Porque el cine no solo documenta lo existente, también propone e imagina. En ese gesto creativo encuentra un eco en la ingeniería, que también proyecta realidades aún no materializadas.

Si cada película es una construcción narrativa, cada obra civil puede pensarse como una puesta en escena. Con actores (los materiales), con guion (el cálculo), con espectadores (los ciudadanos), y con emoción, siempre con emoción.

A quienes amamos el cine, este libro nos ofrece una nueva forma de mirar. A quienes aman la ingeniería, una nueva forma de imaginar. A todos, sin distinción, una oportunidad de maravillarse ante esa rara belleza que aparece cuando la técnica se vuelve relato.

Así que, pasen y vean. Porque la función está por comenzar, y el escenario es tan real como increíble.

Arquitecto Gustavo Di Costa

Coordinador de contenidos del Consejo Profesional de Ingeniería Civil
Invierno de 2025

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil en la pantalla grande

La ingeniería civil es una disciplina que ha acompañado a la humanidad desde sus albores, transformando paisajes y mejorando la calidad de vida de las personas a través de obras responsables de materializar los sueños colectivos.

Desde los antiguos acueductos romanos hasta los imponentes puentes colgantes y los modernos rascacielos, la historia de la civilización humana se encuentra indisolublemente ligada a los avances de la ingeniería civil.

Cada estructura erigida no solo es una muestra de conocimiento técnico, sino también un testimonio de la capacidad humana para imaginar y construir un futuro mejor.

A pesar de su relevancia, el trabajo de los ingenieros e ingenieras rara vez ocupa un lugar central en el imaginario colectivo. Nuestra profesión suele quedar relegada al anonimato, con pocas oportunidades de trascender las barreras del conocimiento técnico para conectarse con un público más amplio.

Es en ese contexto donde el cine se convierte en un inesperado

aliado. Desde sus inicios, el séptimo arte ha encontrado en la construcción de grandes obras un escenario perfecto para narrar historias de valentía, superación y creatividad.

El libro que el lector tiene en sus manos, "Ingeniería de Película", es un puente entre dos mundos que, a simple vista, podrían parecer distantes: el de la ingeniería y el del cine. Sin embargo, a medida que avanzamos en sus páginas, descubrimos que ambas disciplinas comparten mucho más de lo que podría suponerse.

Tanto el ingeniero como el cineasta son, en esencia, creadores de mundos. Uno lo hace con materiales tangibles como el acero y el hormigón; el otro, con imágenes y sonidos que evocan emociones y narran historias.

Las películas seleccionadas y analizadas en este libro no solo reflejan la fascinación del cine por las grandes estructuras y los proyectos de construcción, sino también los dilemas morales y los desafíos humanos que subyacen en cada una de las obras.

La ingeniería civil es mucho más que cálculos y materiales. Es un acto de servicio a la comunidad, una profesión que busca crear soluciones sostenibles y seguras para las generaciones presentes y futuras.

En cada película que retrata un proyecto de construcción, podemos ver reflejada la tensión constante entre lo técnico y lo humano, entre la precisión del diseño y las emociones de quienes lo llevan adelante.

La pregunta que nos plantea "Ingeniería de Película" es clara: ¿Cómo queremos que nuestra profesión sea vista por la sociedad? ¿Cómo podemos comunicar mejor nuestro trabajo y su impacto en la vida cotidiana?

La respuesta, quizás, radica en aprender a contar nuestras propias historias.

El cine nos muestra que cada puente, cada represa y cada edificio es, en realidad, una epopeya que merece ser narrada. Es nuestra tarea como ingenieros salir de la trinchera técnica y mostrar al mundo el valor de nuestro trabajo.

Los autores de este libro nos invitan a hacerlo. A través de un recorrido que combina rigor técnico con una narrativa

atrás, descubrimos cómo la ingeniería y el cine se retroalimentan para construir un relato poderoso. No solo sobre lo que hacemos, sino también, sobre quiénes somos y hacia dónde queremos ir.

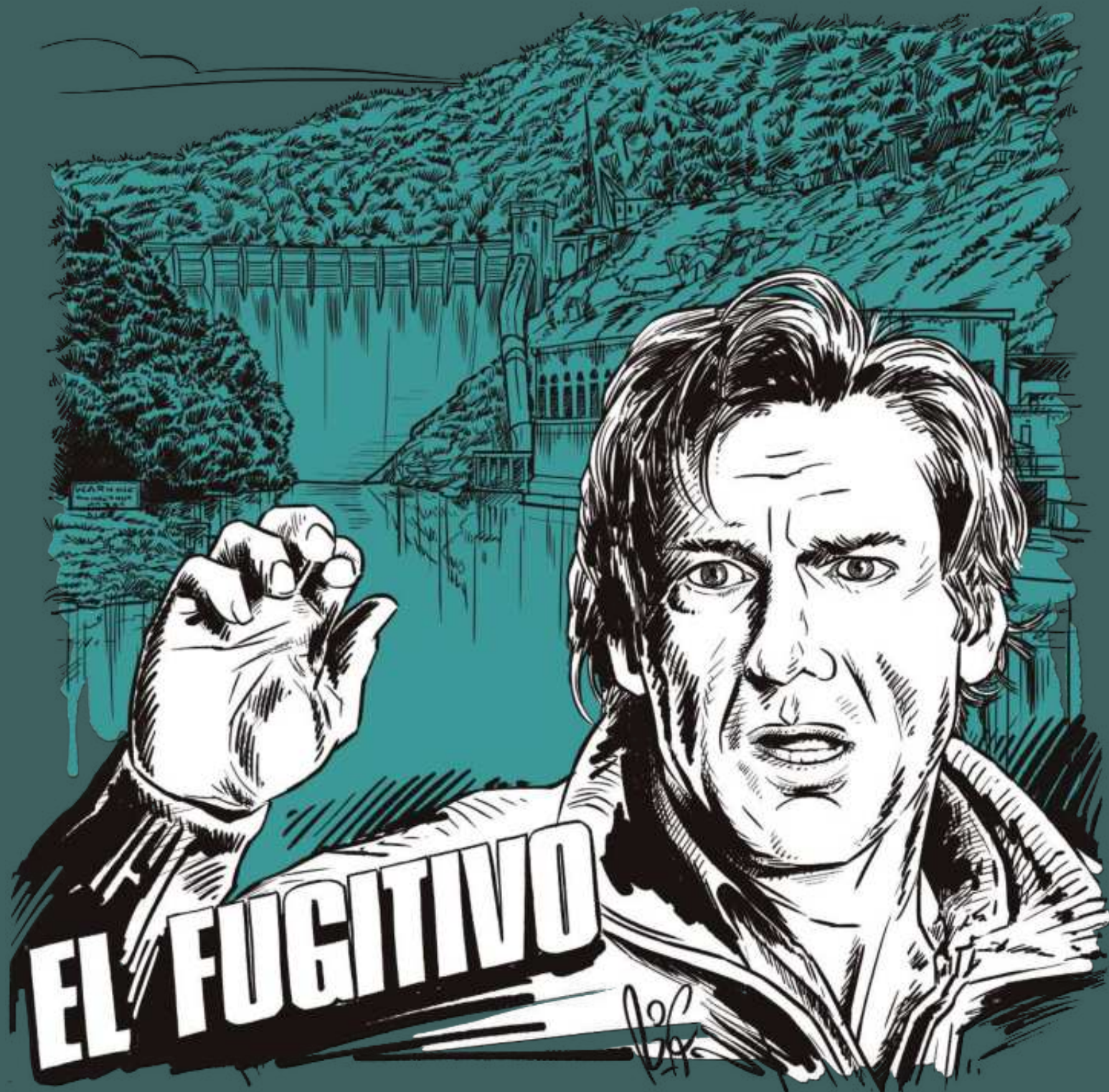
En tiempos donde la comunicación efectiva es clave, "Ingeniería de Película" nos recuerda que tenemos la posibilidad de ser protagonistas de nuestra propia historia.

Agradezco profundamente a sus autores por este aporte valioso y necesario para nuestra profesión, y celebro que cada lector pueda, a través de estas páginas, descubrir nuevas formas de ver y entender a la ingeniería civil.

Porque, en definitiva, tanto la ingeniería como el cine comparten un mismo fin: hacer posible lo imposible. Crear puentes, tanto físicos como emocionales y soñar futuros que, aunque parezcan lejanos, se encuentran al alcance de nuestra capacidad de imaginar... y construir.

Ingeniero civil Luis Perri

Presidente Honorario del Consejo Profesional de Ingeniería Civil
Invierno de 2025



CAPÍTULO 01

LA PELÍCULA:

El fugitivo

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Yo no maté a mi esposa”

El fugitivo fue primero una serie, una muy exitosa, por cierto. David Janssen interpretaba al personaje principal, quien era perseguido por un crimen que no había cometido. Esa premisa puede sonar muy familiar en la televisión y el cine, pero fue justamente esta serie quien la convirtió en un relato clásico contemporáneo.

El fugitivo estuvo al aire entre 1963 y 1967, y en sus cuatro temporadas sumó un total de 120 episodios. Durante mucho tiempo se pensó en realizar una versión cinematográfica y luego de muchas vueltas y varias revisiones del guion, el proyecto tuvo luz verde para convertirse en un largometraje dirigido por Andrew Davis, protagonizado por Harrison Ford y Tommy Lee Jones.

Ford encarna al Dr. Richard Kimble, acusado de haber asesinado a su esposa. Las pruebas lo incriminan y es encontrado culpable. Camino a la prisión y condenado a muerte, un intento de escape de los otros presos que eran transportados en el mismo micro produce un accidente que lleva a Kimble a tomar la decisión de huir y descubrir al verdadero responsable del homicidio.

La persecución implacable para capturarlo está a cargo del teniente de policía Philip Gerard (Tommy Lee Jones). La historia se centra en estos dos personajes. La mayor parte de las locaciones se filmaron en Chicago, incluyendo varias tomas aéreas impactantes, el tren elevado y distintos edificios representativos.

El fugitivo fue un éxito de taquilla enorme y, contra todo pronóstico, llegó incluso a ser nominada al Oscar a mejor película. Tommy Lee Jones recibió dicho premio como mejor actor secundario.

Convertida en un clásico del cine de los noventa, la película tiene, sin embargo, una escena más memorable que cualquier otra. En uno de los momentos culminantes de la persecución, Kimble se encuentra corriendo por dentro de los túneles aliviadores de la presa Cheoah, ubicada en la ciudad de Bryson, Carolina del Norte.

Sorprende a Gerard, le saca el arma y le dice: “Yo no maté a mi esposa”. El teniente, con las manos en alto, le contesta: “No me importa”.

Se trata de una escena importante porque plantea la ética del perseguidor al mismo tiempo que el espíritu inquebrantable del personaje central quien no desea dañar a nadie.

La persecución continúa dentro de la presa hasta que Kimble queda frente al abismo de una de las bocas de agua. Luego de dudar, porque debe elegir entre entregarse o saltar, decide finalmente lanzarse al agua.

Ese famoso salto conforma un momento cinematográfico completamente imborrable en la memoria de los espectadores de todo el mundo. Es posible que esa escena le permitiera a la película el éxito y los premios cosechados.

Luego de ese instante vemos a los detectives moverse por los laberínticos pasillos internos de la presa, y finalmente en exteriores, mantener un diálogo con el paisaje de la obra en su esplendor.

La película forma parte de la historia del cine, y en gran medida, su recuerdo se encuentra asociado a esa magnífica obra de ingeniería.



El escenario

Presas Cheoah

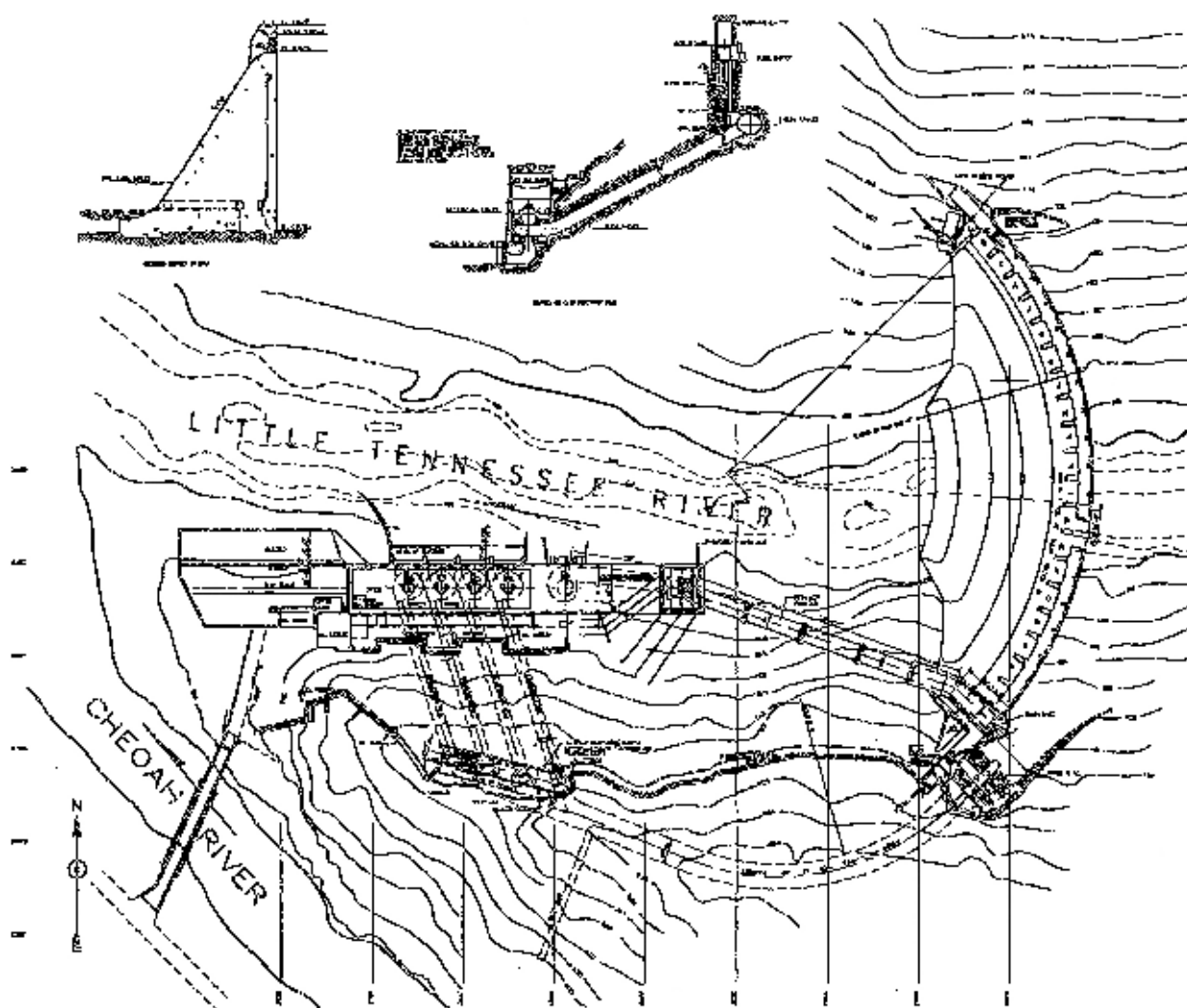
Se trata de una presa de arco de gravedad, de hormigón armado, que embalsa al lago homónimo y es la más antigua del Valle de Tennessee. Cuando se completó, en 1919, la presa y sus turbinas eran las más grandes del mundo.

Es parte de un proyecto global de presas en el curso del río Little Tennessee: Cheoah, Santeetlah, Calderwood y Chilhowee. Su objetivo era la generación de electricidad para la planta de aluminio de Alcoa (Aluminium Company of America), Tennessee. Durante la Segunda Guerra Mundial, la creciente dependencia del poder aéreo para combatir a las potencias del Eje requirió enormes cantidades de aluminio para la producción de aviones y otros materiales bélicos. La energía suministrada por Cheoah fue fundamental en el significativo papel desempeñado por la fabricante de acero Alcoa.

Se encuentra ubicada en los condados de Graham y Swain, Carolina del Norte, sobre el río Little Tennessee, entre las millas fluviales 51 y 52.

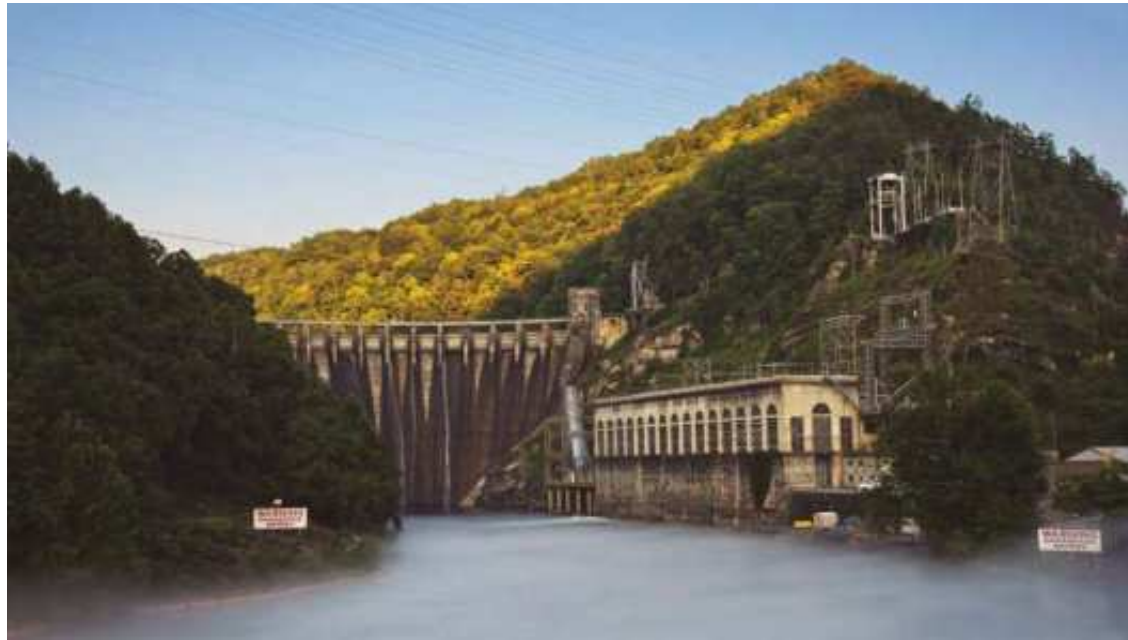
El desarrollo hidroeléctrico de Cheoah incluye la presa, la central eléctrica, la tubería forzada, el edificio de la tubería forzada, el puente del tranvía, dos edificios de soporte y un puente sobre el río Cheoah.

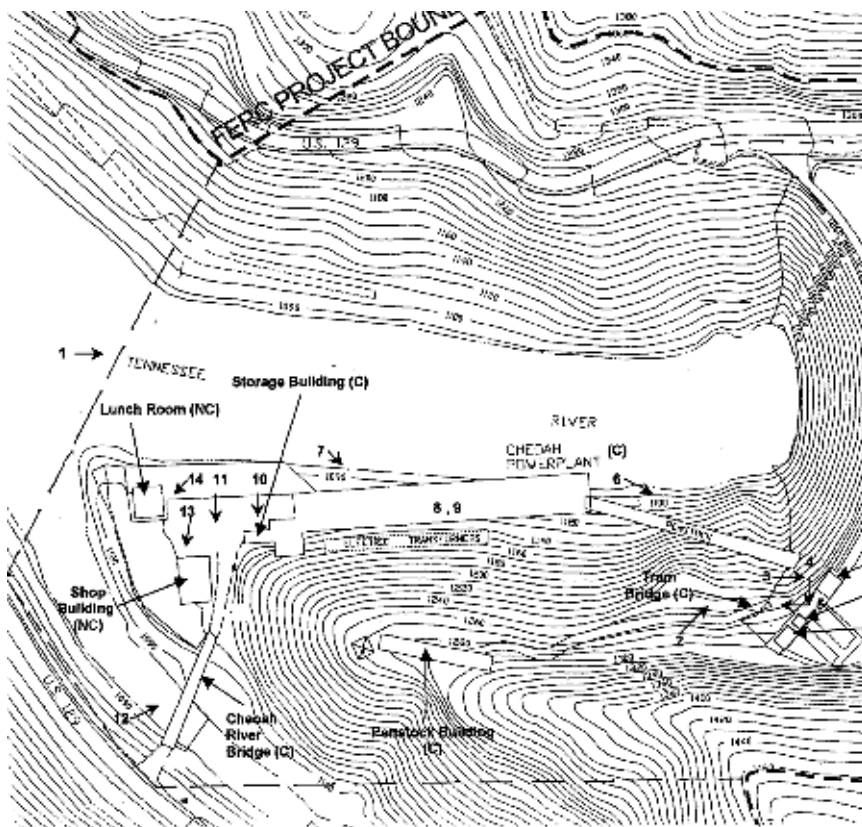




PLANO GENERAL DE LA PRESA CHEOAH







DETALLE EN PLANTA DEL DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DE CHEOAH

La obra comenzó en el año 1916 en The Narrows, donde el río Little Tennessee fluía a través de una estrecha garganta. La presa Cheoah creó un embalse encargado de cubrir, aproximadamente, 261 hectáreas en su capacidad máxima con una cuenca de drenaje de 4.160 km². La altura de la presa es de 65 metros, su longitud 229 metros, y el nivel del embalse es de 390 metros.

Los trabajadores que construyeron la presa se alojaron en un campamento ubicado en el sitio del actual Tapoco Lodge. El pequeño desarrollo consistía en veintitrés casas, una iglesia, dos escuelas, un parque infantil y una piscina. Dichas obras fueron completamente demolidas tras la finalización de la

presa. El actual Tapoco Lodge fue construido en la década de 1930.

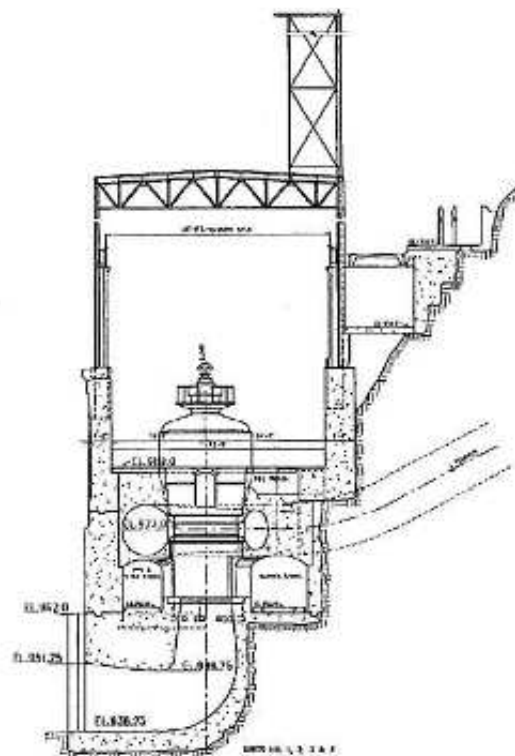
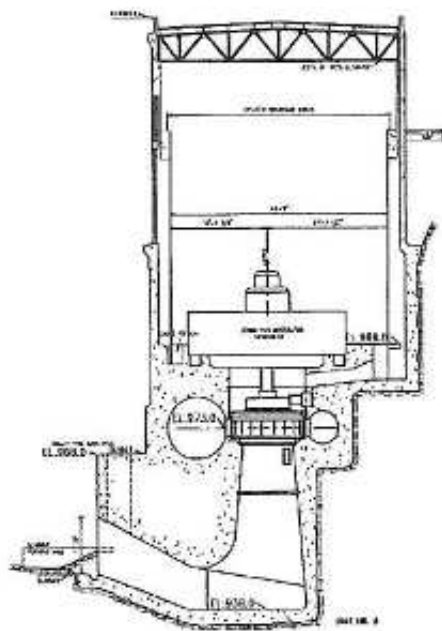
En sus orígenes el complejo poseía cuatro turbinas de 24.000 caballos de fuerza, las más grandes entonces en existencia, y su línea de transmisión de 150.000 voltios brindaban la potencia más elevada en ese momento, sumando la mayor extensión para una línea de transmisión, con 1.530 metros de longitud. Cheoah cuenta con 19 compuertas de control materializadas en acero, las cuales miden 7,60 metros de ancho y 5,80 metros de altura.

En el año 1949 se añadió una quinta turbina como un mecanismo independiente, y su entrada está situada en una compuerta de aliviadero convertida. Esta tubería forzada comienza como un conducto de hormigón de 5,20 metros de diámetro. La porción de hormigón tiene una longitud de 34 metros, mientras que los 114 metros restantes fueron materializados en acero soldado con un diámetro de 4,90 metros. Para recibir la nueva turbina y el generador asociado, la Central Hidroeléctrica Cheoah debió crecer 21,80 metros con un estilo arquitectónico similar al del edificio original.

tectónico similar al del edificio original.

Uno de los desafíos de la ingeniería civil al diseñar la presa Cheoah fue asegurar que los 5.663 metros cúbicos por segundo de agua de inundación pudieran pasar sobre la obra sin erosionar sus cimientos.

Los ingenieros a cargo probaron varios modelos y concluyeron que el uso de una presa secundaria dentro de una distancia mínima haría que el agua creara piscinas y así evitaría la formación de un chorro potencialmente dañino. Debí rediseñarse el sistema para permitir el uso de una presa secundaria aguas abajo de la presa principal.



CORTE TRANSVERSAL DE LA CASA DE MÁQUINAS DEL DESARROLLO HIDROELÉCTRICO CHEOAH

La central eléctrica se ubicó a una distancia suficiente aguas abajo para permitir una presa secundaria; sin embargo, las profundidades del canal natural en la nueva ubicación de la obra se encontraban muy cerca de las requeridas para formar el salto, lo cual limitaría la erosión. Por lo tanto, no resultó necesario construir una presa secundaria.

Los principios generales empleados en el diseño y construcción de la presa Cheoah resolvieron el problema de la erosión y el socavamiento, convirtiéndose en el diseño general aceptado para los futuros sistemas de presas.

El flujo de agua hacia Cheoah depende principalmente de las liberaciones de la presa Fontana, la principal insta-

lación de control de flujo para la parte baja del río Little Tennessee.

El edificio de la central hidroeléctrica es de hormigón armado y está ubicado al oeste de la presa. La central fue diseñada contra inundaciones hasta una cota de 6,10 metros sobre el nivel de piso de la sala de generadores.

En el año 2004, la presa y sus estructuras asociadas fueron incluidas en el Registro Nacional de Lugares Históricos de los Estados Unidos. Actualmente, conserva su imagen exterior original de hormigón, junto con estructuras auxiliares como casetas de compuertas y grúas pórtico. Detalles decorativos y el diseño general mantienen intacto su carácter histórico.

En agosto de 2009, la empresa Alcoa inició un proyecto de modernización de la presa Cheoah, formalizando una inversión de \$110 millones de dólares. El planteo incrementó la eficiencia y producción de energía de la presa, prolongando su vida útil en, al menos, otros 50 años. La modernización incluyó la mejora de dos de las cinco unidades de generación de energía de la presa, la compra de nuevas turbinas, generadores y transformadores de alta eficiencia, y la optimización del equipo restante de la planta. El plan aportó medidas de protección, mitigación y mejora de la obra, abordando recursos ecológicos, así como otros usos beneficiosos de los ríos Cheoah y Little Tennessee, incluida la generación hidroeléctrica, la protección de cuencas, la mejora de especies en peligro, el paso de peces y las oportunidades recreativas.

La compañía Tapoco operó el desarrollo de Cheoah hasta el año 2012, cuando fue vendida a Brookfield Renewable Energy Partners, formando la compañía Brookfield Smoky Mountain Hydropower.

La energía hidroeléctrica brinda una serie de notables ventajas. Es renovable y no genera emisiones de gases de efecto invernadero. Los lagos creados por las presas hidroeléctricas a menudo se utilizan para abastecer agua potable, controlar las crecidas de los ríos, y posibilitar fines recreativos, proporcionando un impulso económico a las comunidades locales. Además, la energía hidroeléctrica es confiable y se complementa de manera óptima con otras fuentes de energía renovable.

La presa Cheoah, con su rica historia y un continuo papel en la generación de energía, constituye un ejemplo destacado de los desafíos y oportunidades asociados con la energía hidroeléctrica y de la destacada labor de la ingeniería civil en favor de la sociedad.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: El Fugitivo.

Dirección: Andrew Davis.

Protagonistas: Harrison Ford y Tommy Lee Jones.

Guión: Jeb Stuart y David Twohy (Basada en "El Fugitivo" de Roy Huggins).

Música: James Newton Howard.

Fotografía: Michael Chapman.

Compañías: Warner Bros, Kopelson Entertainment.

Año: 1993.

Duración: 133 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Presa Cheoah.

Ubicación: Condados de Graham y Swain, Carolina del Norte, Estados Unidos.

Inicio del proyecto: 1916.

Año de inauguración: 1919.

Altura: 390 metros.

Superficie del embalse: 261 hectáreas.

Cantidad de compuertas: 19.

Cuenca hidrográfica: 4,160 km².

Capacidad total de generación actual: 110 MW.

Cantidad de generadores: 5.



CAPÍTULO 02

LA PELÍCULA: En la cuerda floja

INGENIERÍA
02 PELÍCULA

“El equilibrista de la memoria”

Cuando el 7 de agosto de 1974 el funámbulo francés Phillipe Petit logró la máxima proeza de su vida, no calculaba la importancia que tendría en la historia mundial.

Luego de seis años de planificación, el acróbata consiguió cruzar haciendo equilibrio sobre un cable desde una de las Torres Gemelas del World Trade Center hacia la otra. Su sueño comenzó incluso antes de la construcción de los edificios.

En la cuerda floja (*The Walk*, 2015) es la recreación ficcional de aquel histórico cruce, inspirada a su vez en el documental ganador del Oscar *Man on Wire* (2008), de James Marsh, que rescató para el mundo la increíble historia de Philippe Petit.

El director de *En la cuerda floja* es Robert Zemeckis, el mismo de *Volver al futuro*, *¿Quién engañó a Roger Rabbit?* y *Forrest Gump*, entre otras. En esta ocasión, Zemeckis consigue realizar una nueva proeza técnica fuera de serie, como es habitual en su obra.

Gran parte de la película transcurre en las Torres Gemelas, trágicamente destruidas en el atentado del 11 de septiembre de 2001. Para recrearlas, el director las reconstruyó digitalmente con tal nivel de detalle y realismo que resulta fácil olvidar que no estamos viendo las auténticas terrazas o el interior de los edificios.

Lo digital y lo construido en estudios se fusiona de manera imperceptible. Los efectos visuales no buscan ser elogiados, sino pasar desapercibidos. Solo se intuyen a lo largo de la película, especialmente en sus escenas finales.

Las Torres Gemelas fueron protagonistas en numerosos largometrajes y series desde su construcción. Incluso tras su destrucción, varias producciones que las incluían se vieron obligadas a modificar sus escenas.

No sólo eran parte del paisaje, sino que muchas veces la acción transcurría en el propio edificio.

Pero la hazaña sin autorización de Philippe Petit (interpretado por Joseph Gordon-Levitt en la película) resultó clave para que los habitantes de Nueva York comenzaran a mirar con otros ojos esos dos edificios, que durante su construcción no les habían parecido atractivos.

Por eso, el gobierno terminó más feliz que molesto con el acróbata y no presentó ningún cargo. Al contrario, terminó premiándolo.

Si en 1974 un artista logró vincular a una ciudad con sus nuevos edificios, treinta y nueve años después otro artista consigue restablecer ese vínculo con una obra emblemática destruida por la barbarie.

Nunca las Torres Gemelas se habían visto con tanta precisión como en esta meticulosa reconstrucción. Solo porque la historia es ampliamente conocida descubrimos el truco; de lo contrario, cualquiera creería que el protagonista realmente está cruzando dos edificios auténticos utilizados en la película.

La magia del cine logra, una vez más, ese efecto de inmortalidad que nos emociona y conmueve. A través de la trama y del proceso en el que el protagonista se sumerge para conocer cada detalle de los edificios, los espectadores recibimos junto a él información valiosa y precisa, lo que nos acerca aún más a la historia de las Torres Gemelas en el World Trade Center.



El escenario

Las Torres Gemelas

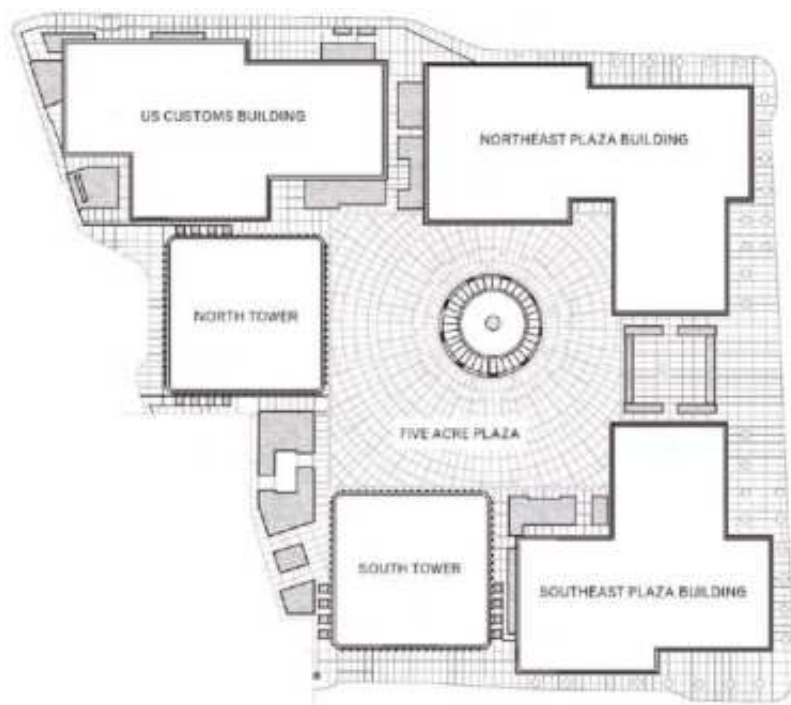
A fines de la década de 1950, la idea de crear un Centro Mundial de Comercio fue impulsada por la Downtown-Lower Manhattan Association (DLMA), una influyente organización de intereses comerciales encabezada por David Rockefeller del Chase Manhattan Bank.

El proyecto contemplaba un nuevo complejo de edificios en un terreno del East River que centralizaría el envío y la comercialización de importaciones y exportaciones, fortaleciendo las actividades marítimas y la economía de la ciudad.

Los planes para el Centro Mundial de Comercio se trasladaron finalmente a la zona del río Hudson, en el lado oeste, para satisfacer los intereses de Nueva Jersey y facilitar la conexión con la línea ferroviaria suburbana de Hudson y Manhattan Railroad.

A medida que avanzaban los preparativos para la construcción, la excavación del sitio del World Trade Center presentó importantes desafíos. La fundación debía ser seis veces más grande respecto a la de un rascacielos común de 50 pisos, y factores como la geografía, la geología y la logística de la infraestructura urbana fueron aspectos clave a estimar.



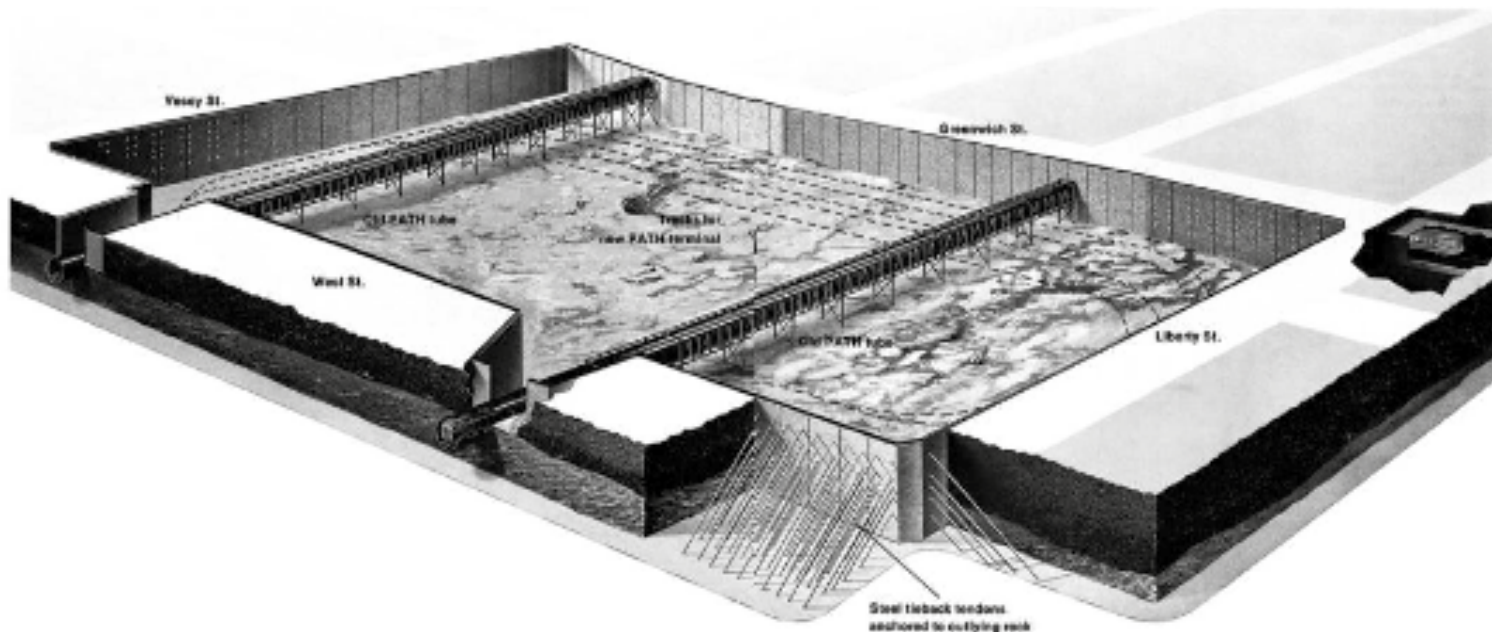


IMPLANTACIÓN DE LA OBRA

La mitad del sitio estaba formado por terrenos ganados al mar. Esta circunstancia, junto con la cercanía al río Hudson, implicaba la necesidad de desarrollar un sistema para evitar que el agua se filtrara en la fundación. La solución se encontró en un método denominado "construcción con muro colado", que se utilizó por primera vez en Estados Unidos en este proyecto. Así, se construyó un dique de cuatro lados alrededor de las áreas más problemáticas del sitio, utilizando 152 paredes, cada una de 6 m de largo, 1 m de espesor y 21 m de profundidad.

El sitio de 64.750 m², conocido como "la bañera", también albergaba un túnel del sistema PATH (New Jersey Transit), que lo cruzaba. Para asegurar que el servicio no se interrumpiera durante la construcción, se reforzó el túnel con una serie de soportes. Además, la línea número 1 del metro de Nueva York pasaba por el borde este del terreno. También fue necesario trasladar las líneas telefónicas, para lo cual se ideó una técnica que permitió mantener el servicio sin interrupciones.





La posibilidad de llevar a cabo el diseño de las Torres Gemelas dentro del complejo del World Trade Center, con su altura y escala sin precedentes, dependió del ingenio estructural. En abril de 1962, cuando Yamasaki firmó el contrato con la Autoridad Portuaria, la firma de Seattle Worthington, Skilling, Helle, Christiansen y Jackson obtuvo el encargo, y el joven Leslie E. Robertson, quien pronto se convertiría en socio, asumió el rol de ingeniero principal del proyecto.

Las "torres superaltas", un término utilizado para describir edificios de más de 80 pisos, presentaron nuevos desafíos de ingeniería. Desde 1931 hasta la finalización del World Trade Center en 1972, el edificio más alto del mundo era el Empire State Building, una torre de oficinas de 85 pisos y 320 metros de altura, coronada por un delgado mástil metálico que se extendía hasta los 381 metros.

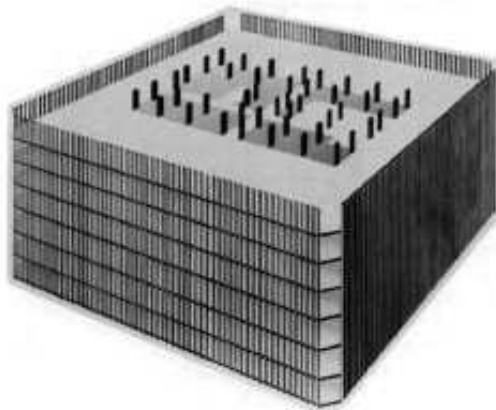
La altura de las Torres Gemelas sumaba 110 pisos, medidos desde la plaza. Sin embargo, desde el punto de vista del diseño

y la construcción, las torres alcanzaban una altura superior a los 440 metros desde sus cimientos.

La Torre Norte medía 417 metros y la Torre Sur 415 metros hasta sus techos planos, superando la punta de la aguja del Empire State en más de 30 metros y su piso superior en más de 90 metros. Cada edificio tenía 111 pisos, con un total de 116 niveles enmarcados, incluyendo los servicios subterráneos.

En la Torre Norte, el mástil de TV elevaba la altura total a 553 metros. Con 59 columnas estrechamente espaciadas, las torres tenían 64 metros de lado, y cada piso cubría casi una hectárea.

Las Torres Gemelas fueron de los primeros rascacielos en emplear el sistema de "construcción en tubo", donde las paredes externas de acero estructural funcionaban como una delgada estructura que soportaba solo cargas verticales. Este tubo se extendía desde los cimientos para resistir las fuerzas del viento y los terremotos, y para estabilizar el núcleo contra el colapso



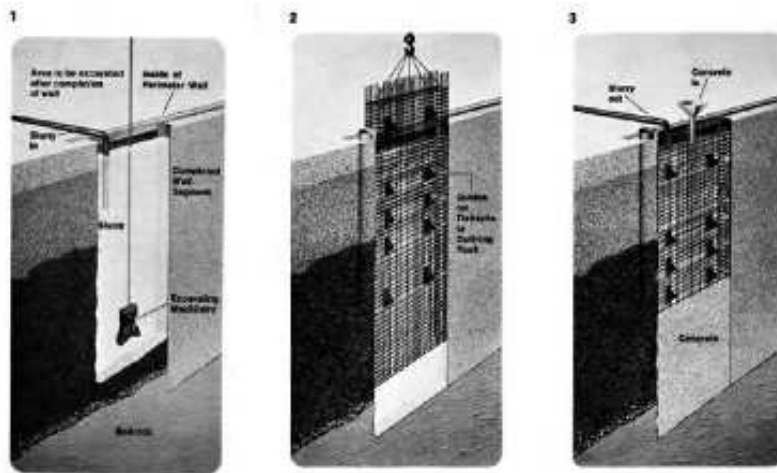
lateral. Este enfoque eliminó la necesidad de un marco rígido convencional, permitiendo una altura de piso reducida de 3,60 metros y niveles sin columnas, con un vano libre de hasta 18 metros.

La prefabricación de componentes estructurales alcanzó un nivel sin precedentes en edificios de gran altura, y el diseño detallado de la mayoría de las obras de acero se presentó a los fabricantes por primera vez en formato digital mediante tarjetas perforadas IBM.

Se utilizaron casi 6.000 paneles prefabricados de pared, de tres pisos de altura y tres columnas de ancho, que fueron apilados y soldados para formar la pared de carga de acero. La construcción de los pisos consistió en 5.716 paneles prefabricados de piso que incluían el deck de acero y las canalizaciones eléctricas.

Otros avances incluyeron la integración de dispositivos de amortiguación en el sistema estructural y el desarrollo de una nueva partición llamada "Shaftwall" que eliminó el uso de mampostería en el núcleo del edificio. Además, una estructura espacial en el techo (vigas de refuerzo) movilizó las resistencias a tracción y compresión de todas las columnas, controlando la deformación causada por el calentamiento y enfriamiento desbalanceado de las largas columnas, y proporcionando la base o "raíz" para el mástil de TV.

El World Trade Center fue el primer diseño de rascacielos sometido a pruebas en un túnel de viento de capa límite, que simula el viento natural. El flujo de aire alrededor de edificios altos genera turbulencias y remolinos que pueden provocar vibraciones o movimientos oscilatorios. Estos efectos pudieron preverse con precisión mediante tres tipos de pruebas. Se construyeron modelos extremadamente detallados para representar la forma del edificio y su entorno cercano en una escala de 1:400.



Un modelo de "toma de presión", estimaba las presiones locales en la fachada mediante cientos de pequeños tubos o tomas, conectados a una computadora. Un modelo de "equilibrio de fuerzas" evaluaba el vuelco de todo el edificio cuando las ráfagas de viento impactaban de forma aleatoria. Un modelo "aeroelástico" medía el vuelco, pero incorporando el efecto del balanceo natural rítmico hacia adelante y hacia atrás, conocido como el período del edificio.

Gracias a estos estudios, los ingenieros pudieron analizar y prever las presiones de viento constantes y fluctuantes en la fachada; el comportamiento estático y dinámico de un rascacielos bajo viento turbulento; y la cuantificación del aumento de los vientos a nivel de la calle relacionados con la construcción de un edificio de gran altura. En paralelo, exploraron una nueva teoría para predecir la tasa de rotura del vidrio expuesto a los vientos naturales.

Un aspecto fundamental de la ingeniería innovadora de las Torres Gemelas fue el diseño detallado de la nueva construcción que utilizaba diferentes tipos de acero, desde acero al carbono simple hasta aceros templados para garantizar la resistencia necesaria, tanto según el tipo de componente, como paneles de pared o vigas de piso, como por la ubicación dentro de la estructura. Este enfoque permitió una mayor eficiencia estructural y logró ahorros considerables en la compra de cientos de toneladas de acero.

Por primera vez, el diseño detallado de los componentes de acero se presentó en formato digital mediante tarjetas IBM, en lugar de los métodos tradicionales de dibujo. Utilizando únicamente las tarjetas de datos del diseño como entrada, 55.000 toneladas de acero estructural fueron especificados por computadora y verificados con los fabricantes mediante el intercambio de tarjetas de datos.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: The walk.

Título en castellano: En la cuerda floja.

Dirección: Robert Zemeckis.

Protagonistas: Joseph Gordon-Levitt y Charlotte Le Bon.

Guion: Robert Zemeckis y Christopher Browne, basado en "To Reach the Clouds" de Philippe Petit.

Música: Alan Silvestri.

Fotografía: Dariusz Wolski.

Compañías: ImageMovers, Sony Pictures, TriStar Productions.

Año: 2015.

Duración: 116 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: World Trade Center.

Ubicación: Manhattan, Ciudad de Nueva York, Nueva York, Estados Unidos.

Arquitecto: Minoru Yamasaki, Emery Roth & Sons.

Propietario: Autoridad Portuaria de Nueva York y Nueva Jersey.

Constructor: Tishman Realty & Construction Company.

Ingeniero estructural: Leslie Robertson, Leslie E. Robertson Associates.

Año: 1973.

Destino: Oficinas comerciales.

Estado: Destruídas en el atentado terrorista del 11 de septiembre de 2001, dejando como resultado 2.996 muertes.



CAPÍTULO 03

LA PELÍCULA: Indiana Jones y la última cruzada

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“La gran búsqueda”

En la mitología artúrica, la búsqueda del Santo Grial representa la meta suprema, la misión culminante al término del camino. La combinación de elementos cristianos con el esoterismo pagano que va marcando el cierre de todo el ciclo del Rey Arturo y los Caballeros de la Mesa Redonda.

No es raro entonces que Steven Spielberg y George Lucas hayan buscado hacer la tercera y -en aquel momento- última película de la trilogía de *Los cazadores del Arca Perdida* centrada en la figura del Santo Grial.

La famosa saga de aventuras había comenzado en 1981, cuando George Lucas le ofreció a su amigo Steven Spielberg hacer una película “como las de antes”, aquellas que se disfrutaban en las funciones de la tarde cuando ellos eran todavía niños.

Así nació un personaje que se convertiría en un fenómeno inolvidable en la historia del cine mundial, gracias a la elección del actor perfecto para inter-

pretarlo. Fue al darle a Indiana Jones el rostro de Harrison Ford cuando se vislumbró con claridad el camino hacia el éxito.

Luego el músico de Spielberg y Lucas, John Williams, compuso una banda de sonido que se convirtió en una capa extra de clasicismo total. Una alianza destinada a perdurar por siempre. La segunda parte, *Indiana Jones y el templo de la perdición* (1984) fue también un éxito completo.

Esta tercera entrega incluye un prólogo con Indiana Jones adolescente, interpretado por River Phoenix, dónde se muestra el origen de muchas de las características del personaje, además de marcar el ritmo trepidante y con humor de toda la película.

Luego, el mismísimo Harrison Ford despliega su juego a pleno, mostrando que está en dominio de su arte. Tanto él, como la dirección de Spielberg y la música de John Williams, muestran una combinación de madurez y ligereza sin precedentes.

Como siempre en las aventuras del arqueólogo Indiana Jones los personajes recorren diferentes lugares del mundo. Aquí la aventura, una vez más en batalla contra los nazis, incluye al padre del protagonista, el doctor Henry Jones (Sean Connery).

El verdadero tema de la película es la relación entre padre e hijo, pero el objetivo para la importante búsqueda, no es secundario. Luego de aventuras por diferentes lugares de Europa, como Venecia, Austria y Berlín, la historia los lleva a las puertas del Templo de Petra, también llamado "Tesoro de Petra".

Por supuesto que todo lo que ocurre una vez que ingresan allí, es pura fantasía cinematográfica e incluye espacios y pasillos inventados para la aventura de Indiana Jones.

Pero la ya reconocida fachada de fama mundial se convirtió en un fenómeno turístico sin precedentes a partir de la película de 1989, donde se suceden visitas diurnas, así como eventos nocturnos. Incluso una competencia de trailrun, un maratón por la zona, la tiene como principal atractivo.

Para Indiana Jones el lugar significa la iluminación final y la reconciliación con su padre. Frente a la reconocida imagen de Petra, se desarrollan los últimos diálogos, justo antes de que nuestros héroes cabalguen hacia el atardecer, cerrando así, varios círculos y culminando para siempre sus aventuras.



El escenario

Templo Al-Khazneh

Petra, aclamado Patrimonio Mundial por la UNESCO, se oculta entre valles y acantilados de arenisca en el árido desierto del sur de Jordania. Hace más de 2.000 años, se erigió como capital de los nabateos, un pueblo árabe de origen nómada que amasó riquezas dominando el lucrativo comercio de incienso y mirra.

Por más de dos siglos, Petra fue el núcleo de un reino comercial que abarcó desde Damasco hasta el Hiyaz, hasta ser anexada al Imperio Romano en el 106 d.C.

Su riqueza y posición permitieron a los nabateos construir una ciudad capital de primer orden del mundo grecorromano, diseñada para aprovechar plenamente el entorno montañoso.

Sobresalen los monumentos y tumbas excavados en acantilados, como Al-Khazneh "El Tesoro", de inspiración helenística.

La parte superior de dicho templo cuenta con dos estructuras laterales que sostienen un frontón dividido, y en el centro, un conjunto circular sobre el que se encuentra la famosa urna. Hay varios relieves en la fachada: Victorias aladas, Amazonas... se cree que el central representa a la diosa Isis.



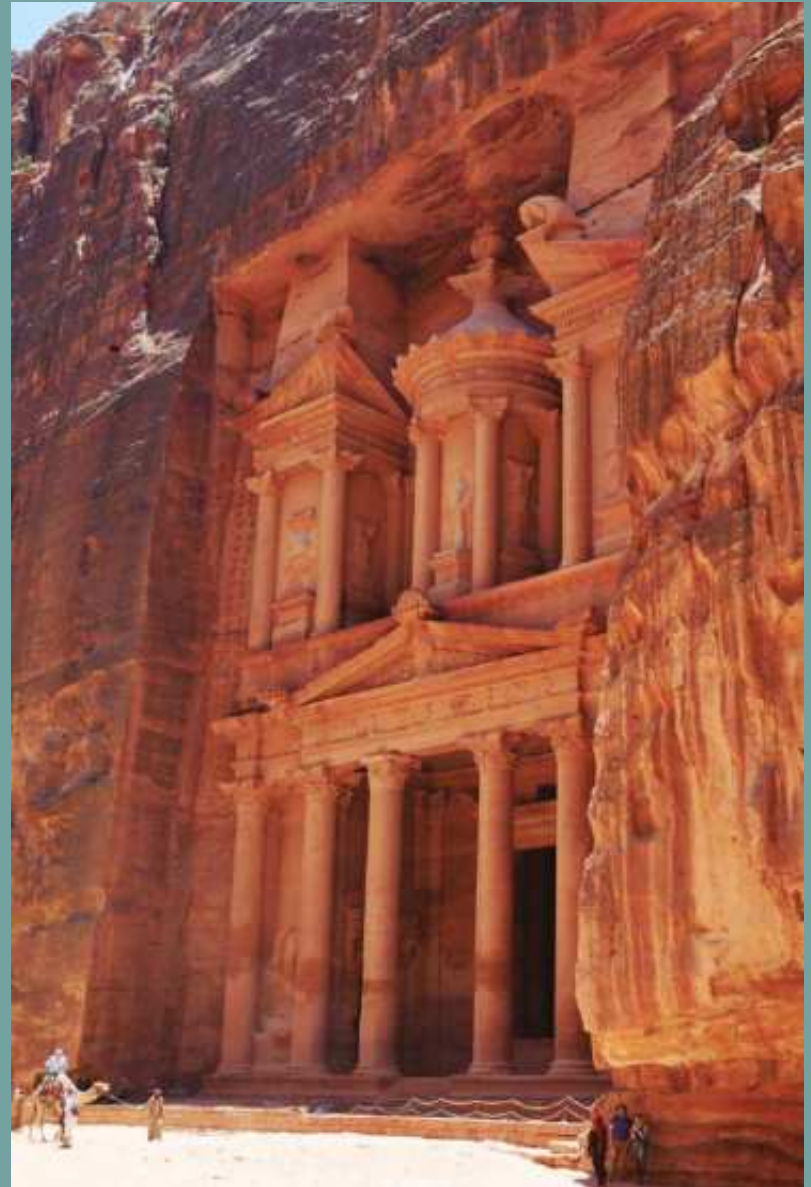
El nombre de “El Tesoro” proviene de la leyenda que afirma que un faraón egipcio escondió sus riquezas en algún lugar del edificio, siendo la urna el sitio más probable. Esta es la razón por la que existen impactos de disparos, realizados por beduinos durante décadas, intentando romper la urna para liberar el tesoro. Los residentes locales rechazan esta historia y niegan que sus antepasados hayan perforado esos pequeños agujeros.

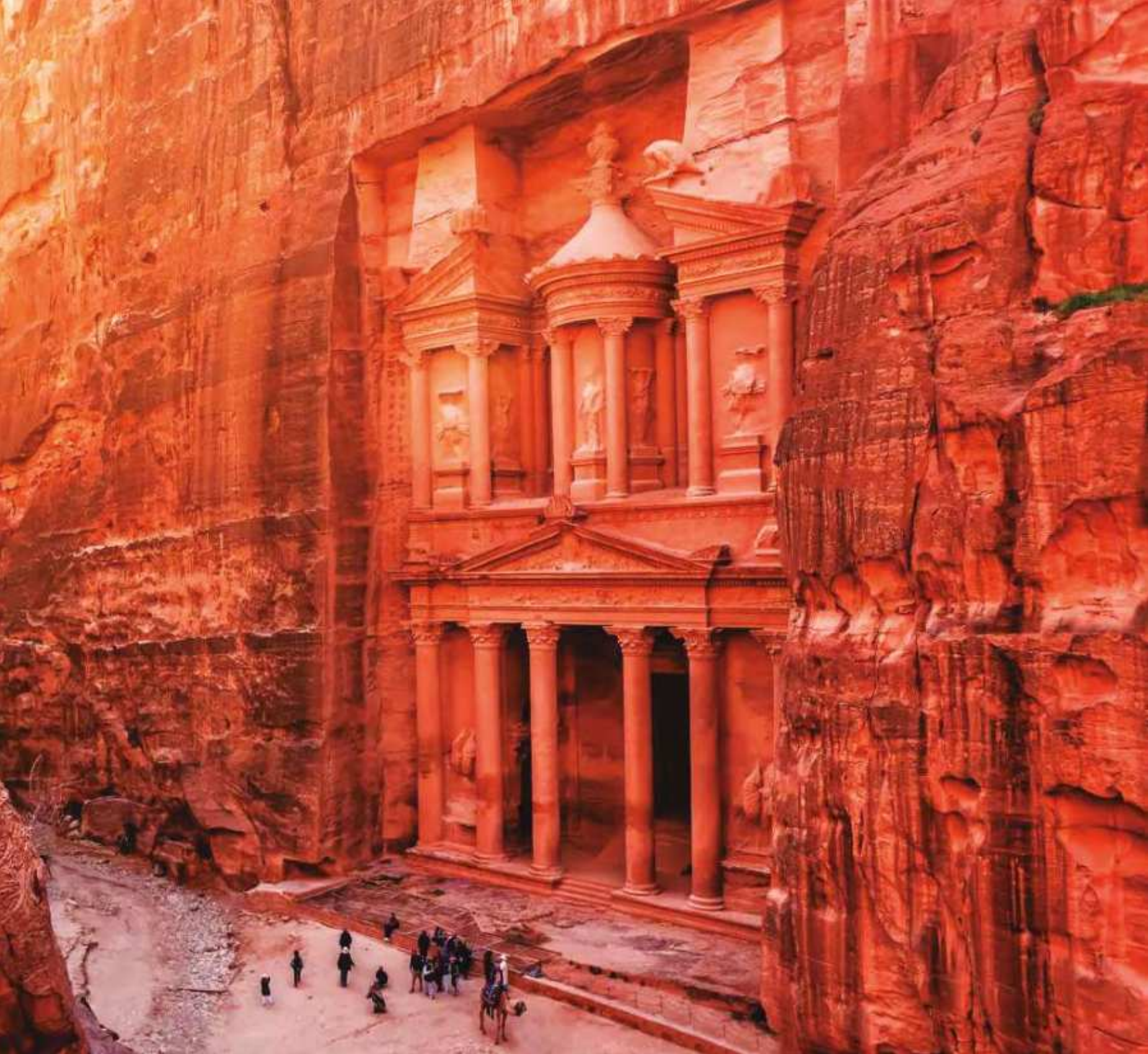
Construido en el primer tercio del siglo I a.C., hoy se considera que “El Tesoro” es un cenotafio, es decir, un monumento funerario sin enterramiento. No obstante, su función siempre ha sido objeto de debate.

Desde el año 2003, se ha estado excavando debajo de Al Khazneh, donde han surgido otras cámaras más antiguas. Alrededor de “El Tesoro” se encuentran varias tumbas, de las que solo es visible la parte superior, lo que indica que el nivel actual de esa explanada es mucho más alto respecto del original, unos cinco metros por debajo.

El Templo Al Khazneh conformaba un majestuoso complejo sagrado que contaba con una imponente escalera ascendente y una entrada monumental flanqueada por gigantescas columnas. Este magnífico mausoleo ofrecía una fachada de 25 m de ancho y 39 m de altura.

El frente del templo, ricamente decorado con elementos florales y figurativos, muestra claras referencias a figuras del imperio Ptolemaico de Alejandría. Según cálculos arqueológicos, la construcción de “El Tesoro” podría haber demandado unos 3 años.





Al Khazneh es también uno de los monumentos más grandes y mejor conservados. La parte inferior recuerda a un templo griego, con sus columnas con capiteles corintios rematadas por un precioso frontón. Los esplendorosos relieves en la fachada se asimilan a los Dioscuros Cástor y Pólux.

La ubicación del Templo Al Khazneh dentro de la ciudad de Petra era estratégica y simbólica, posicionándose en un sitio destacado, subrayando su importancia como centro religioso y cívico.

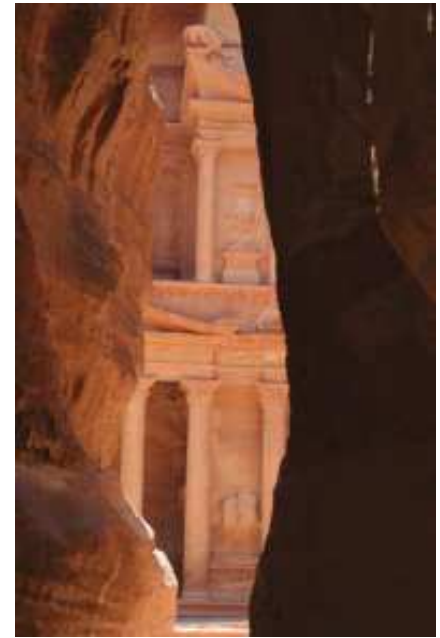
Los nabateos, maestros en construcciones rupestres, tallaron directamente en los acantilados, integrando la naturaleza en sus diseños. Petra sigue asombrando como testimonio de una obra de ingeniería de la antigüedad.

Para la materialización de sus obras, los nabateos seleccionaban áreas adecuadas de los acantilados y extraían los bloques de roca necesarios. Este trabajo implicaba eliminar el material sobrante para revelar la forma final del templo esculpido en el lugar. Luego, artesanos expertos tallaban cuidadosamente la piedra, creando intrincados detalles y características distintivas, como columnas, capiteles, frisos y frontones.

Para garantizar la estabilidad estructural, aplicaban principios de ingeniería que distribuían el peso y reforzaban áreas críticas.

El conjunto de técnicas de extracción, tallado y diseño, permitió a los nabateos crear impresionantes estructuras excavadas en la roca, demostrando su maestría artesanal, su sensibilidad artística y su destreza como constructores. Este enfoque les permitía aprovechar las formaciones naturales como base y estructura de sus templos.

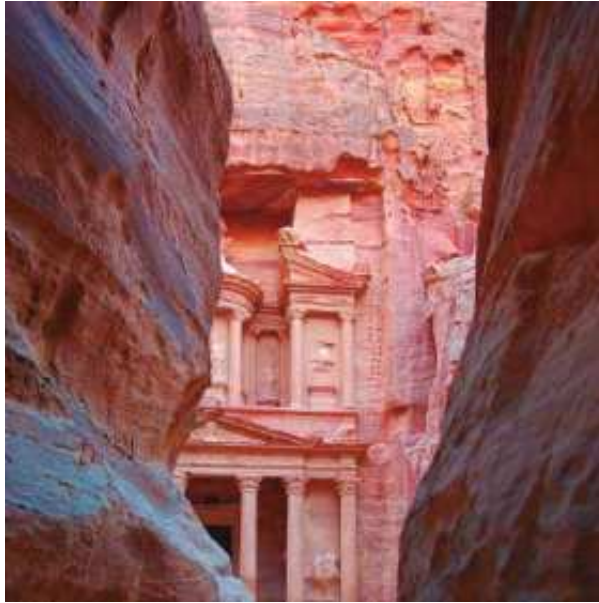




Los diseños de estas magníficas edificaciones reflejaban influencias de estilos arquitectónicos helenísticos y orientales, resultando en estructuras únicas.

Debido a la ubicación de Petra en una región árida, los nabateos desarrollaron un avanzado sistema de canales, acueductos y cisternas para capturar y distribuir agua, tanto para el mantenimiento de la ciudad como para los rituales y ceremonias en sus templos.

Las fachadas de estos monumentos estaban decoradas con grabados y motivos que incluían representaciones de la flora y fauna local, figuras mitológicas, símbolos religiosos y patrones geométricos detallados. Además, los nabateos integraron las características naturales del paisaje, como acantilados y gargantas en el diseño de los templos, logrando una fusión armoniosa entre las construcciones humanas y el entorno natural.



Las técnicas aplicadas recurrieron a un estilo distintivo de mampostería para construir los templos, utilizando una combinación de bloques de piedra bien ajustados y elementos esculpidos, lo que creó una estética visualmente impactante y cohesionada.

Aunque las técnicas y diseños de los templos en Petra se encuentran bien documentados, aún existen aspectos que no se entienden completamente y siguen siendo objeto de investigación y exploración.

Lo cierto es que la antigua ciudad de Petra y sus templos siguen fascinando e inspirando asombro con sus notables logros ingenieriles.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Indiana Jones y la última cruzada.

Dirección: Steven Spielberg.

Protagonistas: Harrison Ford y Sean Connery.

Guion: Jeffrey Boam.

Historia: George Lucas y Menno Meyjes.

Música: John Williams.

Fotografía: Douglas Slocombe.

Compañía: Paramount Pictures.

Año: 1989.

Duración: 127 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Templo Al Khazneh (El Tesoro).

Ubicación: Petra, sur de Jordania.

Construcción: Artesanos nabateos.

Tipología: Construcción rupestre.

Inicio del proyecto: Primer tercio del siglo I a.C.

Destino: Cenotafio.



CAPÍTULO 04

LA PELÍCULA:

King Kong

INGENIERIA
de PELÍCULA

“La bella y la bestia”

Clásico de clásicos, obra maestra que a casi un siglo de su estreno continúa vigente. Esta historia de bella y bestia ha conmovido a generaciones y ninguna remake, secuela o relectura fue capaz de opacar la potencia del film original de 1933.

La imagen del gran Kong en lo más alto del edificio Empire State, luchando contra aviones y protegiendo a su bella rubia, es uno de los instantes inmortales del séptimo arte.

El Empire State y su vínculo con el cine es otro de los muchos ejemplos de cómo un edificio estrella es aprovechado para aparecer en una película. Inaugurado en 1931, su fama se multiplicó y quedó sellada gracias al clímax de este film de aventuras dirigido por Merian C. Cooper y Ernest B. Schoedsack.

En 1957, una película romántica llamada *Algo para recordar*, marcaría el segundo punto culminante y definitivo del Empire State en la historia del cine.

En la trama de *King Kong*, un equipo encabezado por el productor Carl Denham (Robert Armstrong) viaja a una misteriosa isla al este de Sumatra para ro-

dar una historia de aventuras exóticas. Los acompaña una actriz, Ann Darrow (Fay Wray), quien acepta sin saber los riesgos ante los cuales se expone.

En la isla se revelará que una tribu primitiva adora a un gigantesco gorila, quien, junto con otras criaturas colosales, habita este lugar detenido en el tiempo, casi prehistórico. Ann es secuestrada por los miembros de la tribu y ofrecida como sacrificio al gran rey Kong.

Sin embargo, lo que nadie anticipa es que el gorila, en un giro sorprendente, se enamora de ella. Al hacerlo y sin saberlo, transita de ser el victimario a convertirse en una víctima de la civilización occidental. La enorme criatura es capturada y llevada a Nueva York, para ser exhibida como un espectáculo, algo que en parte se consigue por el amor de la bestia por la bella.

King Kong ofrece una amplia variedad de temas y escenarios para ser analizados, pero, por encima de todo, se destaca el placer cinematográfico de ver cómo los mencionados temas se desarrollan a través de las acciones, no de los diálogos. La historia de

Ann, atrapada en la gigantesca mano de Kong, mientras él lucha contra todo y todos por ella, se convierte en una de las historias de amor imposible más inolvidables de todos los tiempos.

Ver al gorila escalar la fachada del Empire State hasta llegar a lo más alto generó una imagen que incluso quienes no han visto la película han grabado en su mente. Jugando con las escalas con una disparatada libertad, el largometraje se las ingenia para que el edificio y su más famoso visitante cambien de proporción con fines estrictamente cinematográficos.

¿Hubiera logrado la misma fama King Kong sin el Empire State? ¿Habría alcanzado el famoso edificio el mismo nivel de reconocimiento sin esta película?

El personaje del gorila apareció en muchos otros films, y en el año 1976 tuvo una remake con Jessica Lange, pero el clímax era en las Torres Gemelas. En el 2005, Peter Jackson rodó una versión directamente inspirada en la película de 1933, con Naomi Watts como protagonista. Cuando la actriz le dijo a su amigo David Lynch que trabajaría en King Kong el célebre director le contestó: “Cualquiera que esté sobre la palma de Kong será por siempre una estrella”.

Es verdad, la bella es la secreta estrella del film. Las líneas finales así lo afirman: “Oh no, no fueron los aviones, fue la bella quien mató a la bestia”.



El escenario

Empire State Building

El Empire State Building, situado en Midtown Manhattan, Nueva York, es uno de los rascacielos más icónicos del mundo. Con una altura de 381 metros, fue construido en el año 1931, empleando a miles de trabajadores, y mantuvo el título de edificio más alto del mundo desde su inauguración hasta 1971.

Este edificio conforma una obra destacada por su significado estructural. Su diseño art déco, característico de la época previa a la Segunda Guerra Mundial, le otorga una exclusividad y singularidad que lo han convertido en un símbolo cultural.

Su fama también se ve reflejada en su aparición en numerosas películas, programas de televisión y obras de arte. Reconocido como una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, el Empire State Building se consolidó como una pieza central de la ingeniería estadounidense.

El diseño original del edificio se inspiró en un lápiz. Según se relata, los responsables de su creación trazaron las líneas ascendentes y limpias del edificio basándose en la forma vertical y estilizada de este objeto, creando una estructura de 85 pisos destinados a oficinas y comercio.

En el piso 86 se encuentra un observatorio con áreas interiores y exteriores, mientras que los 16 pisos superiores albergan la torre art déco. La posterior adición de una aguja permitió superar en altura al edificio Chrysler, consolidando de esa forma su supremacía.



El proyecto avanzó a una velocidad sin precedentes. Desde la firma del primer contrato en septiembre del año 1929 hasta su inauguración formal en mayo de 1931, pasaron aproximadamente 20 meses. Su construcción demandó exactamente 410 días.

Inicialmente, la Bethlehem Engineering Corporation planeaba construir un edificio de oficinas de 25 pisos en el terreno donde se encontraba el Hotel Waldorf-Astoria. Sin embargo, problemas financieros llevaron a la venta del terreno a Empire State Inc., un grupo de inversores prominentes integrado por John J. Raskob, Pierre S. du Pont, Louis G. Kaufman y Coleman du Pont, entre otros. La adquisición incluyó terrenos adyacentes, ampliando de esta manera la parcela original.

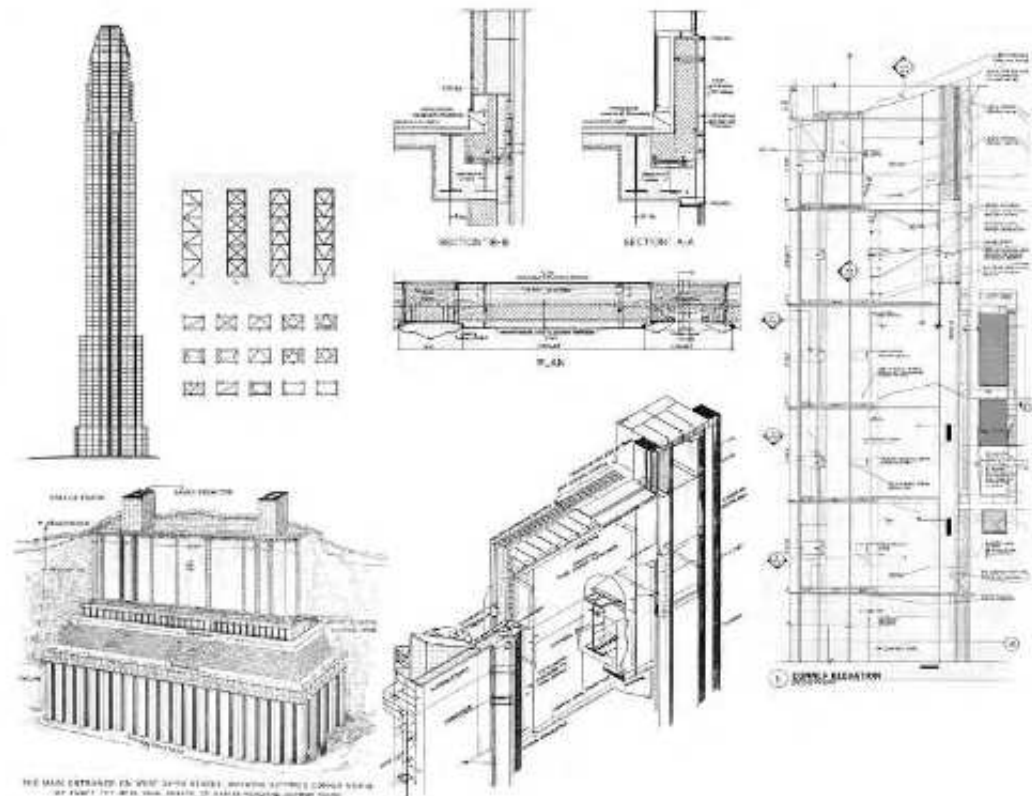
El diseño del volumen, influido por las restricciones de la Ley de Zonificación del año 1916, incorporó pisos inferiores más grandes que se reducen en tamaño hacia los niveles superiores, brindando al edificio su delgado perfil.

El Empire State Building no solo es un emblema de innovación estructural, sino también un testimonio del ingenio humano, la perseverancia y el espíritu visionario que define al siglo XX.

El plan original para esta icónica obra contemplaba una estructura de 50 pisos, pero se amplió primero a 60 y finalmente a 80 niveles. Se implementaron restricciones de altura para los edificios circundantes, asegurando que no obstruyeran la vista desde los 50 pisos superiores.

Los ingenieros a cargo de la obra decidieron reforzar la capacidad de carga de la torre y la antena del edificio añadiendo 39 toneladas de acero. Esto permitió la creación de un observatorio al aire libre y espacios de visualización premium, que actualmente atraen a unos 4.3 millones de visitantes anuales, generando ingresos por aproximadamente \$85 millones de dólares.





La estructura total demandó unas 60.000 toneladas de acero, con un marco reforzado y conexiones semirrígidas. El revestimiento pesado del edificio contribuye a la rigidez del mencionado marco, mientras que el uso de acero permitió soportar un mayor peso, garantizando su estabilidad estructural.

El proyecto del Empire State Building fue uno de los más grandes de su época, y los plazos establecidos para su finalización eran excepcionalmente estrictos. La rapidez del desarrollo se logró gracias a varios factores innovadores, incluyendo el uso

temprano de gráficos de Gantt para la planificación. Además, el arquitecto William F. Lamb entregó los planos en tan solo dos semanas, inspirado en el diseño del Reynolds Building.

La inauguración oficial del edificio tuvo lugar el 1º de mayo de 1931, presidida por Herbert Hoover. A pesar de su destacado valor, gran parte de su espacio para alquiler permaneció vacío durante años, ganándose el apodo de "Edificio Vacio". Fue después de 1950, con la prosperidad económica, cuando comenzó a generar ganancias.



En 1945, un trágico accidente involucró a un avión bombardero B-25 que chocó contra el edificio, provocando un incendio y causando la muerte de 14 personas.

Décadas más tarde, en 2009, se inició un proyecto de modernización energética que convirtió al Empire State Building en un modelo de sostenibilidad. Hoy, además de su relevancia histórica, el edificio destaca como un ejemplo de innovación en eficiencia energética.

El diseño del edificio presenta un lote amplio y una base relativamente baja, lo que resulta en una masa simétrica. Su articulación sigue el modelo de tres secciones horizontales, similar a los elementos de una columna: base, fuste y capitel.

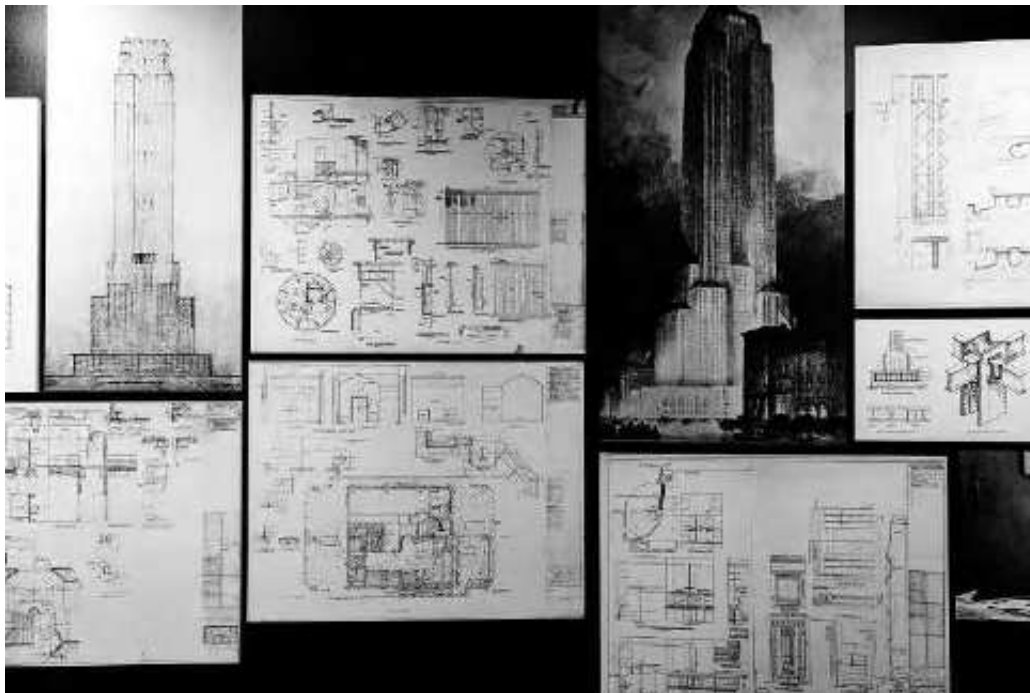
La fachada se encuentra revestida con paneles de piedra caliza de Indiana, extraídos directamente de las canteras Empire Mills de ese estado, lo que le otorga su característico tono rubio.

En su construcción se utilizaron diez millones de ladrillos, 5.664 metros cúbicos de granito y piedra caliza, y 650 toneladas de aluminio y acero inoxidable. Además, cuenta con 6.514 ventanas y numerosos elementos ornamentales geométricos que realzan su diseño.

Su entrada principal se encuentra compuesta por tres conjuntos de puertas metálicas, flanqueadas por pilares moldeados y coronadas por águilas. Sobre la entrada principal,

un ventanal de triple altura con patrones geométricos enmarca la inscripción "Empire State" en letras doradas, ubicada sobre la ventana del quinto piso.

Originalmente, el Empire State Building contaba con un reflector blanco en su cima. En 1956, el mismo fue reemplazado por las "luces de la libertad". En 1964, se añadieron luces de inundación en el piso 72 para destacar la parte superior del edificio por la noche. En 1977, la aguja comenzó a iluminarse con diferentes colores según las estaciones y festividades. En casos de desastres o fallecimientos significativos, la aguja se ilumina para rendir homenaje. Tras el incidente del World Trade Center en 2001, la estructura permaneció iluminada con los colores rojo, azul y blanco durante varios meses.



El edificio pesa aproximadamente 365.000 t y suma un volumen interno de 1.046.752,60 m³. Para su interior, se utilizaron 1.884.760,88 m de cable para ascensores y 609.600 m de cableado eléctrico. La superficie total de los pisos es de 257.365,54 m², y la planta de cada piso abarca 8.093,72 m². Con estas características, el edificio presenta una capacidad total para albergar 20.000 inquilinos y recibir a 15.000 visitantes diarios.

El marco de acero del edificio fue diseñado inicialmente para soportar tanto las cargas gravitatorias como las cargas de viento. Los servicios y utilidades se encuentran agrupados en el núcleo central, el cual permanece conectado a los corredores principales situados en los cuatro lados.

El lobby principal se emplazó en el lado este del edificio, con acceso desde la Quinta Avenida. Este espacio incluye motivos decorativos en su diseño. La entrada del lobby cuenta con puertas dobles flanqueadas por un par de puertas giratorias.

El Empire State Building presenta un total de 73 ascensores. Los 64 ascensores originales fueron desarrollados por Otis Elevator Company. Inicialmente, se construyeron cuatro ascensores exprés que conectaban el lobby con el piso 80 y otras paradas intermedias. Además, hay 60 ascensores locales que operan entre los pisos superiores y las paradas intermedias. De los 64 ascensores, 58 permanecen destinados al uso de pasajeros, mientras que los 8 restantes se dedican al transporte de cargas.

El proyecto de eficiencia energética es una de las principales razones de la sostenibilidad del edificio. Hasta la fecha, su consumo energético se ha reducido significativamente, generando ahorros de millones de dólares en costos de energía.

El plan de modernización incluyó la actualización de los sistemas MEP (mecánicos, eléctricos y de instalaciones sanitarias) y la sustitución de las 6.514 ventanas por unidades con una eficiencia térmica un 400 % superior respecto a los vidrios tradicionales.

En el año 2011, el edificio recibió la certificación LEED en categoría oro, destacando su liderazgo en diseño energético y ambiental.

Actualmente, el Empire State Building continúa siendo considerado una de las formas ingenieriles más creativas y fundamentales. Su grandeza se refleja en el resultado de la construcción que admiramos en la actualidad.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: King Kong.

Dirección: Merian C. Cooper y Ernest B. Schoedsack.

Protagonistas: Fay Wray, Robert Armstrong, Bruce Cabot, Frank Reicher, Sam Hardy, Noble Johnson, Steve Clemente y James Flavin.

Guión: James Ashmore Creelman, Ruth Rose y Edgar Wallace.

Historia: Merian C. Cooper y Edgar Wallace.

Música: Max Steiner.

Fotografía: Vernon L. Walker.

Compañía: RKO Pictures.

Año: 1933.

Duración: 100 minutos (104 minutos incluyendo la obertura).

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Empire State Building.

Ubicación: Midtown Manhattan, Nueva York, Estados Unidos.

Arquitecto: Shreve, Lamb and Harmon.

Promotor: John J. Raskob.

Ingeniero estructural: Homer G. Balcom.

Contratista: Starrett Brothers & Eken.



EL PUENTE DE LOS ESPÍAS

CAPÍTULO 05

LA PELÍCULA: Puente de espías

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Hombre de pie”

En tiempos de guerra fría, cuando el mundo estaba dividido en dos bloques irreconciliables y la amenaza de un conflicto nuclear flotaba en el aire, la diplomacia no siempre se libraba en los despachos. A veces, el destino de naciones enteras dependía de hombres comunes enfrentados a decisiones extraordinarias.

Steven Spielberg, maestro indiscutido del cine clásico moderno, nos sumerge en este clima de paranoia y tensión con *Puente de espías* (2015), un thriller político que demuestra que el heroísmo no siempre está en la acción, sino en la convicción. Con un guion coescrito por los hermanos Coen, la película se adentra en un episodio real de la historia: el canje del espía soviético Rudolf Abel por el piloto estadounidense Francis Gary Powers, derribado en territorio enemigo durante una misión de reconocimiento.

Tom Hanks, la encarnación perfecta del ciudadano íntegro, da vida a James Donovan, un abogado de seguros neoyorquino que, sin haberlo buscado, se convierte en el mediador de una de las negociaciones más delicadas de la Guerra Fría. Como en tantos otros títulos de Spielberg, el protagonista es un

hombre corriente obligado a actuar en un escenario extraordinario, guiado únicamente por su sentido del deber y su inquebrantable fe en la justicia.

El film se despliega en dos mundos opuestos: el confort burgués de la América de los años 50 y la sombra y desolada Berlín dividida por un muro recién construido. La fotografía de Janusz Kaminski acentúa el contraste entre ambos, envolviendo la historia en una paleta de grises y azules fríos que refuerzan la sensación de amenaza constante.

Pero *Puente de espías* no es solo una lección de historia. Es un recordatorio de que la valentía no siempre se mide en disparos y persecuciones, sino en la firmeza de quien se mantiene fiel a sus principios, incluso cuando todo está en su contra. En un tiempo en que la lealtad era moneda de cambio y la desconfianza la norma, Donovan se convierte en un inesperado héroe, no por desafiar las reglas del juego, sino por jugarlo con una ética quizás entonces olvidada.

Mark Rylance, en un papel que le valió el Oscar al Mejor Actor de Reparto, entrega una actuación memorable como Rudolf Abel. Su espía soviético no es

el villano de caricatura que el cine de la Guerra Fría solía ofrecer, sino un hombre metódico, estoico y, paradójicamente, el único personaje siempre en paz con su destino.

"¿No se preocupa?", le pregunta Donovan en más de una ocasión. "¿Serviría de algo?", responde Abel con una calma intrigante.

En el cine de espionaje, donde los agentes secretos suelen depender de artilugios imposibles y espectaculares escenas de acción, *Puente de espías* apuesta por la inteligencia, el diálogo y la astucia. Es un thriller sin explosiones, pero con una tensión palpable en cada intercambio de miradas, en cada negociación donde una palabra errónea puede significar la diferencia entre la vida y la muerte.

El puente Glienicke, donde finalmente se realiza el intercambio de prisioneros, no es solo un punto geográfico, sino el símbolo de una frontera invisible que separa ideologías, lealtades y destinos. Spielberg, con su habitual maestría narrativa, convierte ese momento en una escena cargada de emoción contenida, donde la historia no se resuelve con disparos, sino con un simple gesto de asentimiento entre dos hombres que, en circunstancias distintas, quizá podrían haber sido amigos. En una era de discursos incendiarios y posiciones irreconciliables, *Puente de espías* nos recuerda que, incluso en los tiempos más oscuros, la negociación, la empatía y la justicia siguen siendo las herramientas más poderosas.



El escenario

Puente de Glienicke

El Puente de Glienicke conecta el distrito de Wannsee, en el oeste de Berlín, con Potsdam, la capital de Brandeburgo. Esta estructura ocupa un lugar destacado en la historia como escenario de múltiples intercambios durante la Guerra Fría, donde se negociaba la liberación de agentes del Pacto de Varsovia a cambio de espías occidentales. Durante esa época, el puente permanecía cerrado al público.

En la historia alemana, el Glienicker Brücke fue más que un simple paso entre Berlín y Potsdam. Junto a lugares emblemáticos como la Puerta de Brandeburgo, simbolizó la división de Alemania durante la Guerra Fría, convirtiéndose en una zona restringida.

Tras la reunificación de Alemania, el puente fue reabierto y se ha convertido en una importante atracción turística tanto para Berlín como para Potsdam.

Los orígenes del puente se remontan a 1660 y 1663, cuando se construyó la primera estructura de madera en el punto más estrecho entre Jungfernsee y Tiefensee. Esta conexión inicial entre Potsdam y Berlín fue encargada durante el reinado del Elector Federico Guillermo.

En el año 1777, el puente de madera fue reemplazado por una estructura más robusta, aunque pronto resultó insuficiente debido al aumento del tránsito vehicular.







En 1831, el renombrado arquitecto Karl Friedrich Schinkel diseñó un puente de piedra de cinco arcos con una sección central de madera que funcionaba como puente levadizo para permitir el paso de grandes barcos de vapor. La construcción finalizó en 1843 con una gran ceremonia a la que asistió Alexandra Feodorovna, emperatriz de Rusia y princesa prusiana de nacimiento.

El puente diseñado por Schinkel cumplió su función hasta el año 1905, cuando su capacidad se volvió insuficiente. El auge del tráfico fluvial, impulsado especialmente por la construcción del Canal Teltow, demandaba una estructura más importante.

En respuesta, el emperador Guillermo II encargó a la Administración de Obras Hidráulicas de Prusia la construcción de un nuevo puente. Así, se levantó una estructura de acero con dos pilares de soporte y un amplio paso central.

En noviembre de 1907, se inauguró solemnemente como un puente de hierro.

El diseño actual del puente se debe a esta reconstrucción realizada entre 1905 y 1907. La moderna estructura de acero de la época descansa únicamente sobre dos pilares dobles en el cauce.

Según un testimonio, ingenieros alemanes habían preparado la voladura del puente. Sin embargo, se cree que la explosión fue provocada por un proyectil que impactó una carga explosiva. Aunque el puente colapsó, fue reparado y reabierto en 1949 bajo el nombre de "Puente de la Unidad".

Entre 1961 y 1989, el puente marcó la frontera entre la República Democrática Alemana (RDA) y Berlín Occidental. Aún hoy, en su pavimento, pueden apreciarse vestigios de la línea fronteriza.

El 10 de noviembre de 1989, un día después de la caída del Muro de Berlín, el Puente de Glienicke fue abierto por primera vez para los ciudadanos de la RDA. Al día siguiente, se desmontó la puerta que bloqueaba el acceso.



A partir del 24 de diciembre de 1989, los berlineses occidentales también pudieron cruzar el puente y dirigirse a Potsdam, marcando así un nuevo capítulo en su historia como símbolo de unidad y libertad.

La primera versión del “Glienicker Brücke” presentaba un sencillo puente de madera de 300 pasos de longitud, construido con madera extraída de los bosques cercanos a Potsdam, que en ese entonces servían como fuente de leña y material de construcción.

En 1777, esta estructura fue reemplazada por otro puente de madera, que incorporó un pasamanos y un segmento levadizo en el centro para permitir el paso de primitivas embarcaciones.

En su momento, la nueva construcción no llamó demasiado la atención, ya que estaba ubicada a más de 25 kilómetros de la frontera con Berlín. Para la época, este trayecto en carruaje representaba un viaje de un día completo.

El diseño estructural del “Glienicker Brücke” combina ingeniería avanzada y arquitectura funcional de principios del siglo XX, reflejando la transición de aquellos puentes tradicionales hacia soluciones más modernas y eficientes.

Su estructura principal está formada por una viga en celosía, integrada por una compleja red de barras diagonales y verticales organizadas a partir de un patrón



triangular. Ese diseño distribuye de manera uniforme las fuerzas de compresión y tracción a través de toda la estructura, lo que permite reducir el peso total sin comprometer su resistencia.

Este tipo de configuración era común en puentes ferroviarios y de tráfico pesado, destacándose por su eficiencia y durabilidad, consideración particularmente atendida por los diseñadores estructurales de esta obra.

Además, el puente cuenta con dos grandes arcos principales que proporcionan soporte para el tramo central, resistiendo las fuerzas de flexión generadas por el tráfico y las

cargas ambientales, en este caso especialmente, el viento y la nieve.

La sección intermedia permanece suspendida y soportada entre los arcos principales, lo que permite un espacio libre bajo el puente para la navegación fluvial.

La estructura se recuesta sobre pilares materializados en piedra, un elemento clásico en los puentes de esa época. Estos pilares no solo ofrecen estabilidad al distribuir las cargas verticales hacia el lecho del río Havel, sino que también protegen contra los eventuales impactos provocados por choques de embarcaciones.

Un aspecto destacado del diseño del “Glienicker Brücke” es la luz central del tramo, considerablemente amplia, permitiendo el paso de grandes embarcaciones. Para lograr esto, se reemplazaron diseños más antiguos con una estructura moderna de acero, evitando la necesidad de numerosos apoyos intermedios y permitiendo una navegación más fluida.

El puente se caracteriza por un diseño modular, lo que facilita tanto su construcción como su eventual reparación tras los daños sufridos durante la Segunda Guerra Mundial. Los elementos prefabricados permitieron un ensamblaje eficiente en el sitio.

En paralelo, se incorporan refuerzos diagonales en los laterales, lo que asegura una alta resistencia frente a cargas dinámicas, como el viento y las vibraciones generadas por el tráfico. Lo mencionado resulta un aspecto crucial para aquellos puentes de gran longitud y estructuras abiertas.

La obra incluye sistemas de drenaje integrados, evitando la acumulación de agua y protegiendo tanto la vida útil del acero como los pilares de piedra contra la corrosión y el desgaste. Su diseño también demanda un mantenimiento periódico, esencial para garantizar su longevidad.

Aunque principalmente funcional, el diseño del “Glienicker Brücke” se destaca por su simetría y líneas limpias, que le confieren una estética distintiva. Los arcos de acero y los pilares de piedra combinan lo mejor de la ingeniería moderna con elementos clásicos de construcción.

Esta obra es un ejemplo notable de la transición de la ingeniería de puentes desde estructuras de madera y piedra hacia soluciones más modernas y eficientes basadas en acero.

Este puente destaca como un símbolo histórico e ingenieril por su elegancia técnica y su durabilidad a lo largo de más de un siglo.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Puente de espías.

Dirección: Steven Spielberg.

Protagonistas: Tom Hanks, Mark Rylance, Amy Ryan y Alan Alda.

Guion: Matt Charman, Joel Coen y Ethan Coen.

Música: Thomas Newman.

Fotografía: Janusz Kaminski.

Compañía: Fox 2000 Pictures.

Año: 2015.

Duración: 141 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Puente de Glienicke.

Ubicación: Conecta el distrito de Wannsee (Berlín) con Potsdam, Brandeburgo, Alemania.

Construcción original: 1660-1663 (estructura de madera).

Diseño actual: Reconstrucción en acero.

Longitud: 300 metros.

Ancho: 10 metros.

Tipo de puente: Puente de viga en celosía con arcos principales de acero y pilares de piedra.



CAPÍTULO 06

LA PELÍCULA:

El secreto de sus ojos

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Un viaje desde Retiro al mundo”

El secreto de sus ojos (2009) es una de las películas más importantes de la historia del cine argentino. Ganadora de premios en todo el mundo, incluyendo el Oscar a mejor largometraje internacional, este título dirigido por Juan José Campanella fue estrenado a nivel global y hasta inspiró una remake estadounidense protagonizada por Julia Roberts.

La combinación de thriller policial, melodrama, romance y drama político convirtió esta adaptación de la novela de Eduardo Sacheri en un verdadero clásico nacional, logrando récords de taquilla.

La pareja protagónica, Benjamín Espósito (Ricardo Darín) e Irene Menéndez Hastings (Soledad Villamil) se encuentran unidos por la investigación de un crimen que sus superiores no quieren resolver.

Enfrentados a un poder invencible, observan como el brutal asesinato de una joven queda impune. El compañero y amigo de Benjamín, Sandoval (Guillermo Fran-

cella), es asesinado por un grupo de tareas en un atentado que, en realidad, tenía como objetivo a Benjamín.

Entonces, sin opciones, el protagonista deberá abandonar Buenos Aires rumbo a Jujuy, dónde permanecerá instalado durante toda una década. Benjamín e Irene se despiden en la estación de trenes de Retiro. La escena tiene todos los ingredientes de las grandes despedidas románticas del cine.

Las estaciones de tren, como es sabido, ofrecen un escenario ideal para este tipo de situaciones, y *El secreto de sus ojos* no es la excepción. Otras escenas de la película transcurren en la misma estación, pero la despedida resulta la más significativa.

El enorme amor que se tienen, contenido hasta que él sube al tren, termina de manifestarse cuando la formación arranca y ella comienza a correr detrás. Él camina dentro del vagón hasta llegar al final del tren, para ver los últimos pasos de ella mientras la distancia entre ambos crece.

La escena, un ejemplo de narración clásica, expone con claridad la conexión entre los personajes y cómo la trama los empuja a la separación. Ambos se resignan a alejarse justo cuando comprenden cuánto desean permanecer juntos, generando un instante de profunda angustia y romanticismo.

Las estaciones de tren están llenas de separaciones y reencuentros, muchas veces ignorados por los demás pasajeros, quienes llevan a cabo viajes más cotidianos o menos importantes.

Otro personaje de la película, Morales (Pablo Rago), también busca en silencio al asesino de su esposa en la estación en otra escena. Los amores que no mueren viven bajo el techo de Retiro.

Se suman varios momentos icónicos en *El secreto de sus ojos*, incluyendo la escena del estadio, pero la reconocible estación Retiro es el marco para uno de los instantes más emocionantes del largometraje.

El trabajo actoral de los protagonistas, la puesta en escena, un montaje preciso y el edificio como marco, forman parte de un film destinado a ingresar en la historia, no sólo del cine argentino, sino del cine mundial.

La película ha emprendido un viaje que comenzó en Retiro y se extendió por todo el mundo.



El escenario

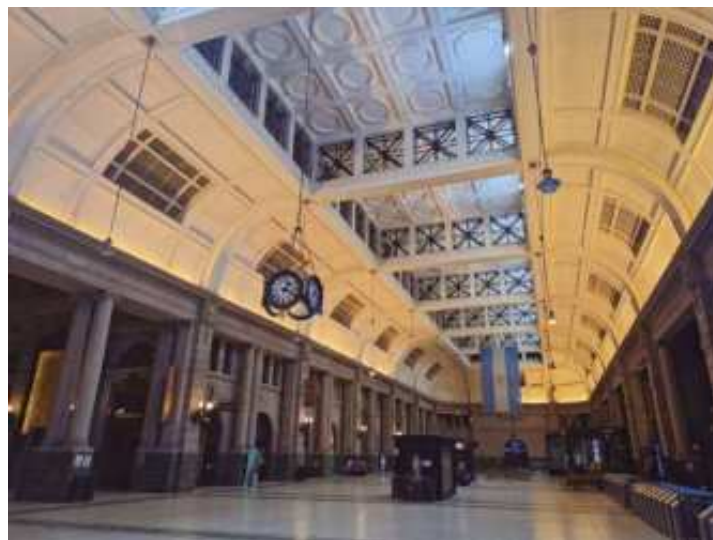
Estación Retiro del Ferrocarril General Mitre

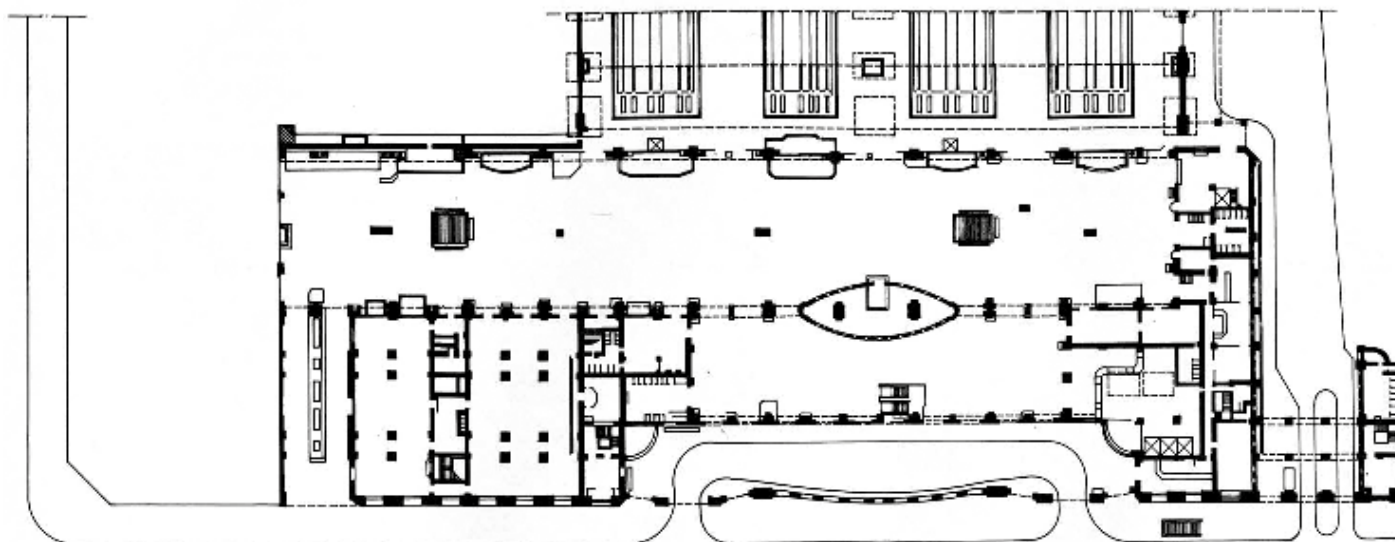
La Estación Terminal Retiro, perteneciente al antiguo Ferrocarril Central Argentino, posteriormente conocido como Ferrocarril General Mitre, se destaca como uno de los principales exponentes de la ingeniería del país y, en su época, fue una de las más grandes a nivel mundial.

Esta estación se erige como un emblema de la visión de progreso que promovió la denominada “Generación del 80”. Su construcción marcó el final de un ambicioso plan ferroviario iniciado a mediados del siglo XIX, que conectó las provincias con el puerto de Buenos Aires, facilitando tanto la llegada de inmigrantes como el transporte de productos agropecuarios, reflejando una época de gran crecimiento poblacional y económico para la nación.

Diseñada en 1908 por los arquitectos británicos radicados en Argentina Eustace Lauriston Conder y Sydney G. Follett, junto con los ingenieros Reginald Reynolds y Charles Dudley, su edificación comenzó en el año 1909 y se inauguró en 1915. La construcción estuvo a cargo de la firma Alejandro Hume, Scott & Hume.

El diseño de la estación sigue un modelo que se consolidó a finales del siglo XIX para las grandes terminales ferroviarias, con dos secciones de estilos constructivos y expresivos claramente diferenciados. La parte frontal, con sus ventanillas, cafés y el amplio hall, responde a influencias del academicismo francés.





ESTACION RETIRO MITRE | AVENIDA RAMOS MEJIA 1358

La segunda parte se enfoca en las operaciones ferroviarias, diseñada según los principios funcionalistas y utilizando materiales como hierro y vidrio, características propias de la Revolución Industrial.

Los andenes, que incluyen ocho plataformas interconectadas mediante túneles y dotados de montacargas para el equipaje, fueron organizados en dos vastas naves paralelas de 250 m de largo y 50 m de altura libre.

Cada una de estas naves se encuentra cubierta por una impresionante bóveda metálica de cañón corrido, cuya altura

interna alcanza los 25,15 m, soportada mediante arcos de hierro distribuidos cada 10 m.

La estructura metálica de la estación pesa cerca de 8.000 t. Todas las piezas fueron fabricadas en Inglaterra y ensambladas en seco en Buenos Aires.

Durante muchos años, la Estación Retiro del Ferrocarril General Mitre representó la obra de ingeniería estructural más relevante de Sudamérica, al punto de ser designada, junto con toda la zona, como Lugar Histórico Nacional.



Es una de las siete estaciones principales de tren en la ciudad de Buenos Aires y ocupa el segundo lugar en términos de afluencia de pasajeros en Argentina.

La idea de construir esta imponente terminal en el barrio de Retiro surgió en 1897, luego del incendio de la estación que se utilizaba hasta ese momento, situada detrás de la Casa de Gobierno.

A pesar de la negativa de la Intendencia de Buenos Aires a edificar la nueva terminal en la misma área, la necesidad de un nuevo puerto en la ciudad aumentó la demanda de transporte de carga.

Por esta razón, se decidió ubicar la estación cerca del puerto, lo que facilitaba la conexión ferroviaria entre las provincias y el puerto de Buenos Aires, optimizando la distribución de inmigrantes y productos agropecuarios.

El diseño de la obra se inspiró en la primera estación de tren conocida, la Crown Street Station de Liverpool, que consistía en un edificio de dos plantas al cual se añadía un gran espacio cubierto para los andenes, con una estructura de madera.

Este concepto de dividir el edificio para los viajeros y el espacio de los andenes sería adoptado posteriormente en estaciones ferroviarias de todo el mundo.

El proyecto original comprendía el edificio administrativo de la compañía, la estación con los andenes y un tercer volumen destinado al manejo de encomiendas y equipajes.

La construcción comenzó con el edificio de encomiendas y la estación, que estaba formada por dos secciones con sistemas constructivos y lenguajes arquitectónicos muy distintos.



En la fachada del edificio se percibe una notable influencia de la arquitectura ferroviaria inglesa. La presencia británica en Buenos Aires, donde se destaca su composición similar a la del City Hall de Cardiff, recrea elementos como la cúpula del Wesleyan Hall, la columnata del hotel Piccadilly y la disposición de las fachadas de Regent Street en Londres.

Para lograr la homogeneidad en las fachadas de la Estación Retiro del Ferrocarril General Mitre, se utilizó un módulo repetido tres veces en la vista principal y dos en la lateral.

Este módulo se compone de un basamento almohadillado de dos niveles con siete arcos con ventanas. El desarrollo del edificio también consta de dos niveles y se organiza verticalmente en tres secciones de ventanas, destacándose el paño central, enmarcado por un balcón con balaustrada, dos pares de columnas y un frontis.

El remate en mansarda se encuentra coronado mediante una cornisa, interrumpida por una ventana.

La fachada principal destaca su acceso con un cuerpo central retranqueado el cual conduce a las boleterías, mientras que el acceso para carruajes se dispuso a través de un portal recto flanqueado por dos arcos de medio punto, destinados al paso peatonal.

La línea recta del conjunto se interrumpe en este cuerpo central, donde la fachada se curva, y se desarrolla un basamento permeable con una columnata dórica y carpintería metálica vidriada, rematando con una balaustrada.

El nivel superior, más retirado, alberga un arco central vidriado coronado por el distintivo de la empresa, y una cúpula cuadrada rematada por una linterna con aguja.



El acceso se lleva a cabo a través de un espacio de transición entre la ciudad y la boletería, formado por una sucesión de arcos metálicos, donde se destaca una cúpula en el punto central.

Pilares con pilastras jónicas y un entablamento con molduras coronado por una balaustrada brindan continuidad al recinto, que recibe luz natural gracias a los grandes ventanales de la fachada.

En este espacio se encuentra un volumen ovalado de menor altura que corresponde al local de venta de bo-

letos, revestido con mayólicas esmaltadas en tonos verdes, siendo verde oscuro en el basamento, verde claro en la parte superior, y con pilastras adornadas con medallones en imitación piedra que terminan en el friso. La menor altura del local permite una visión del hall principal y los andenes al ingresar a la estación.

La elección de la mayólica verde oscuro, suministrada por la empresa británica Royal Doulton, en el basamento del Salón Boletería y el Gran Hall, aporta unidad estilística al conjunto, tanto en materialidad como en color.

El Gran Hall, el espacio más importante de la estación, toma inspiración de las termas romanas, un modelo que influyó en las estaciones de tren en América y Francia, pero se distingue por soluciones técnicas de la escuela inglesa, donde predomina el uso del hierro.

En su techo, dos medios arcos se conectan a partir de una lucarna que recorre toda la longitud del hall, formada por vigas reticuladas recubiertas con estucos ornamentales que sostienen un casetonado de particular diseño geométrico.

Los diseñadores del proyecto consideraron crucial resaltar las diferencias estilísticas y funcionales entre el edificio de la estación y el edificio de los andenes. Se puede observar que los dos volúmenes nunca se conectan directamente, y su vinculación se logra mediante un panel de vidrio armado, ubicado a gran altura.

En esta zona, el muro del Hall Principal se "desmaterializa", reduciéndose a una estructura mínima de pórticos formados por pilares con columnas a los lados, sobre un basamento único encargado de brindar acceso al edificio de los andenes, el cual fue completamente construido en hierro.

La materialización de las bóvedas fue realizada por la empresa británica Francis P. Morton & Co. de Liverpool, bajo la dirección del ingeniero Charles John Dudley. El contratista principal fue Scott & Hume, con los subcontratistas estructurales de Dorman-Long.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: El secreto de sus ojos.

Dirección: Juan José Campanella.

Protagonistas: Ricardo Darín, Soledad Villamil, Pablo Rago, Javier Godino y Guillermo Francella.

Guion: Juan José Campanella y Eduardo Sacheri, basado en "La pregunta de sus ojos" de Eduardo Sacheri.

Música: Federico Jusid y Emilio Kauderer.

Fotografía: Félix Monti.

Compañía: Sony Pictures Classics.

Año: 2009.

Duración: 127 minutos.

País: Argentina.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Estación Terminal Retiro
(Ferrocarril General Mitre).

Ubicación: Barrio de Retiro, Ciudad de Buenos Aires,
Argentina.

Inauguración: Año 1915.

Diseñadores: Eustace Lauriston Conder, Sydney G.
Follett, Reginald Reynolds y Charles Dudley.

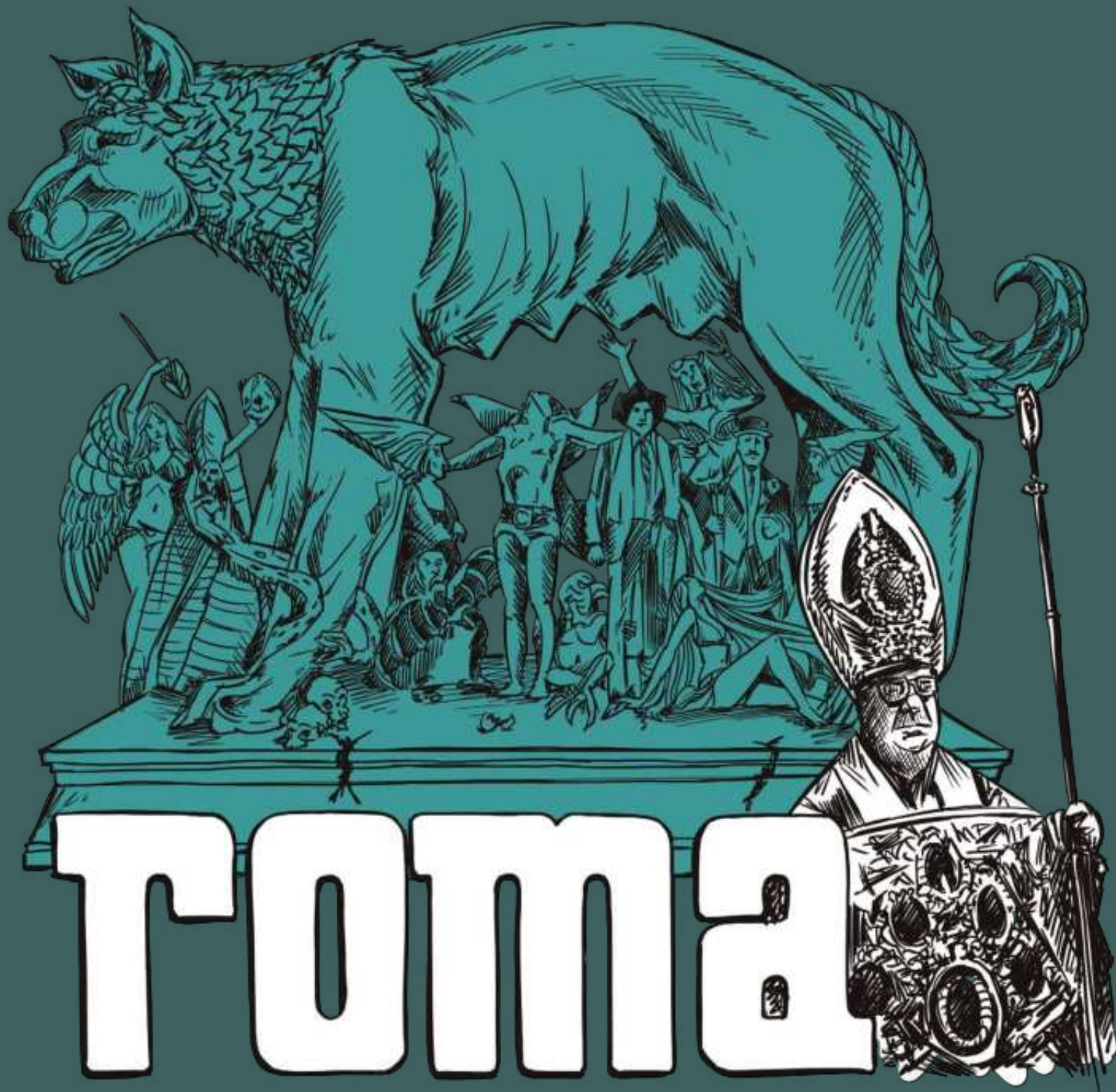
Constructora: Alejandro Hume, Scott & Hume.

Longitud de los andenes: 250 metros.

Altura libre de las naves: 50 metros.

Altura interna de las bóvedas: 25,15 metros.

Estructura metálica: 8.000 toneladas.



CAPÍTULO 07

LA PELÍCULA:

Roma

INGENIERÍA
de PELÍCULA

"Festiva y surrealista"

Roma (1972) de Federico Fellini no es una película convencional con una trama definida, sino más bien un viaje sensorial, nostálgico y casi onírico por la ciudad eterna, vista a través de los ojos del propio Fellini.

Mezclando recuerdos personales, imágenes surrealistas y secuencias documentales, el director nos sumerge en un retrato caótico, bello y decadente de Roma, lleno de personajes extravagantes, situaciones inesperadas y un contraste constante entre el pasado y el presente.

La película se estructura como una serie de episodios aparentemente inconexos, pero unidos por un hilo invisible: la fascinación de Fellini por la ciudad. Todo comienza con el recuerdo de su infancia en la Italia rural, donde Roma aparece como una especie de promesa lejana, un destino mítico que espera ser descubierto.

Luego, seguimos a un joven Fellini que llega a la capital en los años 30, en plena efervescencia fascista, y experimentamos junto a él la impresión de un foras-

tero ante la magnitud de la urbe. A partir de ahí, la película se desdobra en múltiples direcciones, alternando entre la Roma de entonces y la de los años 70, mostrando su transformación a lo largo del tiempo.

Fellini nos lleva de la mano por una ciudad viva y desbordante, donde el tráfico es una coreografía de bocinas y motores, las calles están pobladas de personajes estrafalarios y cada rincón esconde una historia. La película está llena de momentos memorables: un banquete familiar ruidoso y opulento, un burdel que parece sacado de una pesadilla barroca, excavaciones arqueológicas que revelan frescos intactos que se desvanecen en cuestión de minutos al contacto con el aire, y hasta un desfile de moda eclesiástica, donde obispos y monjas circulan con túnicas y mitras como si estuvieran en una pasarela de alta costura.

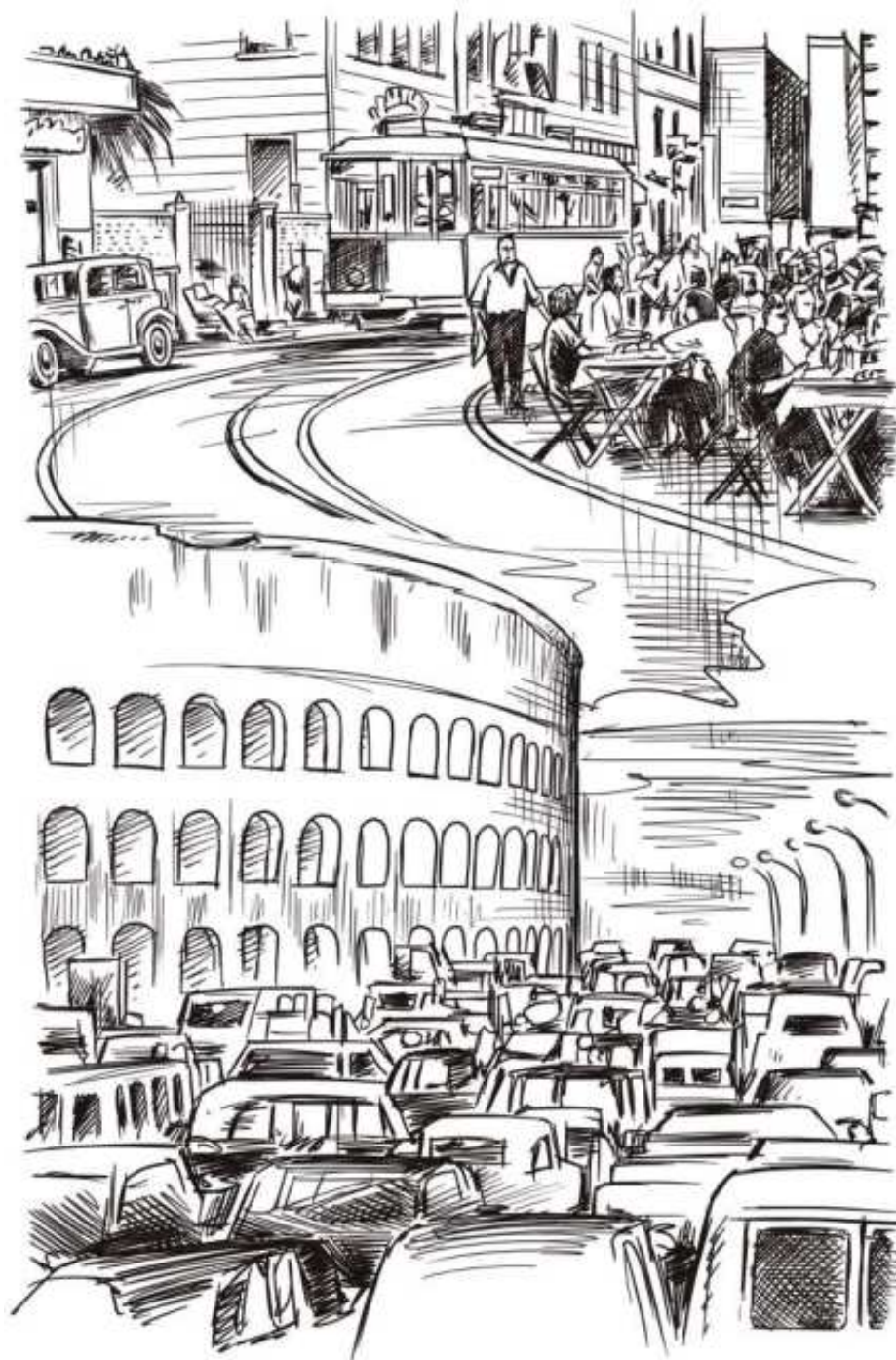
Más allá de su tono festivo y surrealista, *Roma* también es una reflexión sobre la historia y la identidad de la ciudad. Fellini retrata su grandeza, pero también su inevitable decadencia, su mezcla de lo sagrado y lo profano, de lo sublime y lo grotesco.

El film no solo destaca por su enfoque narrativo y visual, sino también por su sobresaliente ejecución técnica, que refuerza la atmósfera única creada a lo largo del metraje. En términos de cinematografía, la película es una obra maestra, con la cámara guiada por el director de fotografía Giuseppe Rotunno, quien logró capturar la esencia de la ciudad de manera impresionante.

Las composiciones visuales son altamente estilizadas, jugando con luces y sombras para crear una sensación de surrealismo, mientras que la cámara a menudo se mueve de manera fluida y sinuosa, como si fuera una extensión del propio Fellini, viajando por las calles y los sueños de Roma.

Se trata de una carta de amor a la ciudad, pero no una idealización ingenua: es también un lamento por lo que se pierde con el paso del tiempo, por una Roma que se moderniza y se llena de autopistas, neón y turistas, dejando atrás parte de su misterio y su alma.

Con su característico y atrayente estilo visual, su humor irreverente y su atmósfera onírica, Fellini nos regala una película que no es solo sobre Roma, sino sobre la memoria, la nostalgia y la propia esencia del cine. No hay una historia que seguir, sino una experiencia que vivir: un viaje hipnótico por una ciudad que es tanto real como imaginaria, una Roma que solo puede existir en la mente de Fellini.



El escenario

Metropolitana di Roma

El primer proyecto integral para una red ferroviaria metropolitana en Roma se remonta a 1885, cuando el ingeniero Lorenzo Allievi publicó su propuesta. Aunque la idea de establecer conexiones rápidas entre las distintas zonas de la ciudad no era nueva, hasta entonces nadie había materializado esa ambición para Roma, a diferencia de lo que ya sucedía en otras ciudades de Europa.

Sin embargo, algunos años antes, el ingeniero Francesco Degli Abati había esbozado un trazado urbano que proponía una línea en la zona noreste. Ese recorrido pasaría por debajo de Villa Borghese y el Pincio, incluyendo una estación de metro en Piazza di Spagna, para luego extenderse hacia el barrio de "Macao", correspondiente al actual Castro Pretorio.

La ruta proyectada buscaba integrarse con los ferrocarriles existentes al este de Roma. Degli Abati fue un ferviente defensor de la necesidad de crear primero un "ferrocarril de circunvalación" y, posteriormente, un "ferrocarril urbano o metropolitano".





A las ventajas que ofrecía para mejorar la circulación en el casco urbano, se sumaba el interés de la provincia en contar con una red ferroviaria capaz de facilitar el transporte de mercancías hacia el vasto mercado romano.

Además, en aquel momento, se consideraba que una red ferroviaria interna en Roma tenía un valor estratégico significativo.

Esto coincidía con un periodo donde la protección de la ciudad era una prioridad tan marcada que el gobierno de la época destinó importantes recursos a la construcción de un campamento atrincherado compuesto por quince fuertes y tres baterías de cañones, diseñados para proteger a las principales oficinas consulares y el perímetro de la nueva capital del Reino de Italia.

El proyecto de Allievi, que incorporaba algunas ideas generales ya propuestas por el ingeniero Federico Gabelli, planteaba una red de doble vía con una estación central ubicada al sur del Circo Máximo. Esta estación serviría como punto de intercambio con los trenes de la línea Castelli Romani. Desde allí, el recorrido continuaría cinco metros por debajo del nivel de la calle Via San Sebastiano hasta Porta Metronia, siguiendo el trazado previsto de la línea Trastevere. Posteriormente, girando hacia la izquierda, la ruta retornaría dentro de las murallas de la ciudad a través de Porta Asinaria, ya a nivel de la calle, tras enlazar con el ferrocarril Roma-Albano proyectado.

El trazado continuaría mediante un túnel que atravesaría la plaza de San Giovanni in Laterano, emergiendo luego en una trinchera a lo largo de Via Emanuele Filiberto.





En este tramo se ubicaría la estación de Via Labicana, situada en la intersección de dicha calle con Via Emanuele Filiberto y Viale Manzoni. Desde esta estación, las vías ascenderían hacia la basílica de Santa Croce in Gerusalemme, cruzando la línea de tranvía que conectaba con Tívoli, para luego adentrarse en un túnel que pasaría por debajo de Viale Regina Margherita, Porta San Lorenzo y llegaría a la proyectada estación de Castro Pretorio, ubicada en la avenida del mismo nombre, en la esquina con Via Gaeta.

Este último tramo se diseñaría en trincheras con el fin de evitar interferencias con las alcantarillas de los nuevos barrios. Posteriormente, el recorrido seguiría bajo Via Nomentana y regresaría a una trinchera para dirigirse hacia el centro, entre Porta Pia y Porta Salaria.

Tras volver a un túnel, el metro atravesaría la antigua villa Spithover (actualmente integrada al barrio Salustiano) y llegaría a una estación cercana al Palazzo delle Finanze. Desde este punto, la ruta continuaría bajo Villa Ludovisi, Via di Porta Pinciana y la iglesia de Trinità dei Monti, hasta alcanzar una estación situada al sur del Pincio. Luego, avanzaría paralelo a la muralla del Pincio, ingresando nuevamente en un túnel que emergía a escasos cientos de metros de la Piazza del Popolo.

La línea de metro estaba proyectada con una longitud total de 8.500 m y un costo estimado de doce millones de liras de la época. El ingeniero a cargo esperaba financiar la obra mediante la participación de inversores privados y públicos.



Para mitigar los inconvenientes causados por el humo de las locomotoras y dada la frecuencia prevista de los trenes, de entre 10 y 15 minutos, se propuso el uso de locomotoras Honigmann equipadas con regeneradores químicos.

Sin embargo, la planificación detallada del sistema de transporte metropolitano en Roma no se concretó hasta 1941. En ese año, el 21 de septiembre, se aprobó el Plan Director del Metro de Roma, elaborado por la Oficina Superior de Metro y Ferrocarriles Exteriores del Ministerio de Obras Públicas, bajo la dirección del ingeniero Vito Perrone. Este plan maestro delineaba una ambiciosa red de transporte metropolitano que incluía tres líneas principales y varias líneas secundarias. La red estaba diseñada para abarcar no

solo las zonas centrales y más urbanizadas de la capital, sino también para conectar con el litoral y los suburbios, anticipando la futura expansión de la ciudad.

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), aprobado por la Asamblea Capitolina en 2019, contempla una expansión significativa de la red. Entre las medidas previstas se encuentra la construcción de la línea D, identificada por el color amarillo; la conversión de los antiguos ferrocarriles Roma-Lido y Roma Norte en líneas de metro urbano, renombradas como línea E (azul claro) y línea F (morado), respectivamente; y la extensión de las tres líneas existentes. En este escenario proyectado, la red alcanzará seis líneas y un total de 177 km de recorrido.



Los desafíos que la ingeniería civil enfrentó para hacer realidad estas ambiciosas obras no pueden ser subestimados. Desde la excavación de túneles en terrenos urbanos densamente poblados hasta la integración de nuevas tecnologías en la infraestructura existente, cada etapa requirió soluciones innovadoras para superar limitaciones técnicas, financieras y urbanísticas.

Estas hazañas reflejan no solo el progreso técnico de la época, sino también la capacidad de la ingeniería para transformar el tejido urbano, conectando comunidades y anticipando las necesidades de las futuras generaciones.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Roma.

Dirección: Federico Fellini.

Protagonistas: Peter Gonzales, Fiona Florence, Britta Barnes, Pia De Doses, Marne Maitland, Renato Giovannoli, Elisa Mainardi y Paule Raout.

Guion: Federico Fellini y Bernardino Zapponi.

Música: Nino Rota.

Fotografía: Giuseppe Rotunno.

Compañía: Ultra Film, Les Productions Artistes Associés.

Año: 1972.

Duración: 128 minutos.

País: Italia.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Metropolitana di Roma.

Ubicación: Roma, Italia.

Apertura: 1955.

Número de líneas: 3.

Longitud: 59.407 km.

Ancho de vía: 1,45 m.

Tracción: 1,5 kV CC.

Material rodante: 84 trenes.

Promedio de pasajeros diarios: 442.500.

Promedio de pasajeros anuales: 161.507.250.



CAPÍTULO 08

LA PELÍCULA:

Eiffel

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Un hombre con una idea que lo supera”

En el cine de época, donde la historia y la ficción suelen entrelazarse en un delicado equilibrio, pocas películas han logrado capturar la esencia de la inspiración y la pasión como *Eiffel* (2021), dirigida por Martin Bourboulon.

Más que una biografía fiel y tradicional, *Eiffel* se adentra con libertad en los rincones más íntimos de la mente de Gustave Eiffel (Romain Duris), explorando no solo su genio estructural, sino también los deseos y contradicciones que lo impulsaron. En el epicentro de su tormento y creatividad, aparece Adrienne Bourgès (Emma Mackey), un amor del pasado que regresa para desafiar su presente y, quizás, definir su futuro.

Desde su primera secuencia, la película expone la efervescencia del París de finales del siglo XIX, un mundo de avances tecnológicos y pugnas sociales, donde la Exposición Universal de 1889 se perfila como un escenario de ambición y gloria.

Sin embargo, para Eiffel la propuesta de erigir una torre de 300 metros no es más que un encargo administrativo, una hazaña de ingeniería sin alma. Solo

cuando el pasado irrumpe en su vida con la intensidad de una tormenta, la torre se transforma en algo más: un manifiesto de amor, un grito de desafío, una cicatriz visible en el horizonte de la ciudad.

Bourboulon no solo construye un relato sobre la creación de un monumento icónico, sino que convierte la propia torre en un símbolo de la dualidad de su protagonista. La estructura, que se eleva contra viento y marea, es tanto un triunfo técnico como una declaración emocional, una metáfora tangible de un amor imposible el cual se resiste a desaparecer.

Romain Duris entrega una interpretación contenida pero profundamente emocional, dando vida a un Eiffel atrapado entre la razón y la pasión, entre el acero de su obra y la fragilidad de su corazón. Emma Mackey, con su presencia magnética, dota a Adrienne de un misterio y una fuerza que la convierten en mucho más que un simple interés romántico: es el motor de la historia, la chispa capaz de encender la llama de la creatividad y la desesperación en partes iguales.

La dirección de Bourboulon, acompañada por la cinematografía envolvente de Matias Boucard, reconstruye un París de contrastes, donde las luces de la modernidad se entrelazan con las sombras de un amor prohibido.

Las escenas en la obra, con andamios elevándose en medio de un verdadero ballet de hierro y fuego, son tan hipnóticas como las miradas furtivas entre los amantes, recordándonos que la grandeza no surge solo de cálculos y planos, sino también de la pasión que los impulsa.

No es una historia de ingeniería, ni un documental verídico sobre la Torre Eiffel. Es una historia de obsesión, de lucha contra lo imposible, de aquello que se pierde en el camino hacia la inmortalidad. *Eiffel* nos muestra que detrás de cada estructura imponente se esconde un alma fracturada que la erige, donde cada monumento es un susurro del pasado convertido en un grito de desafío al tiempo.

Finalmente, la torre permanece en pie, y el amor, como el hierro forjado, sobrevive al paso del tiempo.

Cuando presenta su oferta formal para construir la torre, Eiffel les dice a los interesados en escucharlo: “Soy un hombre con una idea que lo supera”. En esa confesión se esconde el honesto espíritu de la ingeniería: el desafío de concebir obras que trasciendan a sus creadores y redefinan el horizonte de su tiempo.



El escenario

La Torre Eiffel

La Torre Eiffel fue construida con motivo de la Exposición Universal del año 1889, la cual conmemoraba el centenario de la Revolución Francesa. En 1886 se publicó un gran concurso para su diseño, y las primeras excavaciones comenzaron el 26 de enero de 1887.

La construcción avanzó a un ritmo impresionante, culminando el 31 de marzo de 1889, después de un tiempo récord de solo 2 años, 2 meses y 5 días, lo cual fue considerado como una verdadera hazaña técnica.

El diseño de la torre vinculaba 18.038 piezas metálicas y 5.300 diseños de taller, creados por un equipo de 50 ingenieros y diseñadores. En la materialización de las obras intervinieron 150 operarios encargados de la producción de las piezas, mientras que entre 150 y 300 trabajadores se ocuparon del montaje de la estructura.

En total, la Torre Eiffel requirió de 7.300 t de hierro y 60 t de pintura. También se instalaron 5 ascensores para facilitar el acceso.

El calendario de la construcción fue tan eficiente que el montaje de las patas comenzó el 1 de julio de 1887, y la primera planta se completó el 1 de abril de 1888. La segunda planta se terminó el 14 de agosto de 1888, y finalmente, el 31 de marzo de 1889, se completó la cima de la torre.



El proyecto de la Torre Eiffel, que inicialmente fue concebido como una estructura de 300 m de altura, surgió en el contexto de la preparación de la mencionada Exposición Universal, convirtiéndose en un emblema de la ingeniería y un hito en la historia universal.

La idea inicial era "explorar la posibilidad de erigir una torre de hierro sobre el Campo de Marte, con una base cuadrada de 125 m de lado y una altura de 300 m".

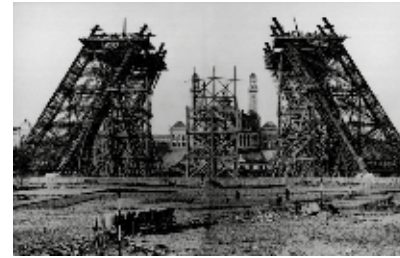
De entre 107 proyectos presentados se eligió el diseñado por el empresario Gustave Eiffel, junto a los ingenieros Maurice Koechlin, Émile Nougier y el arquitecto Stephen Sauvestre.

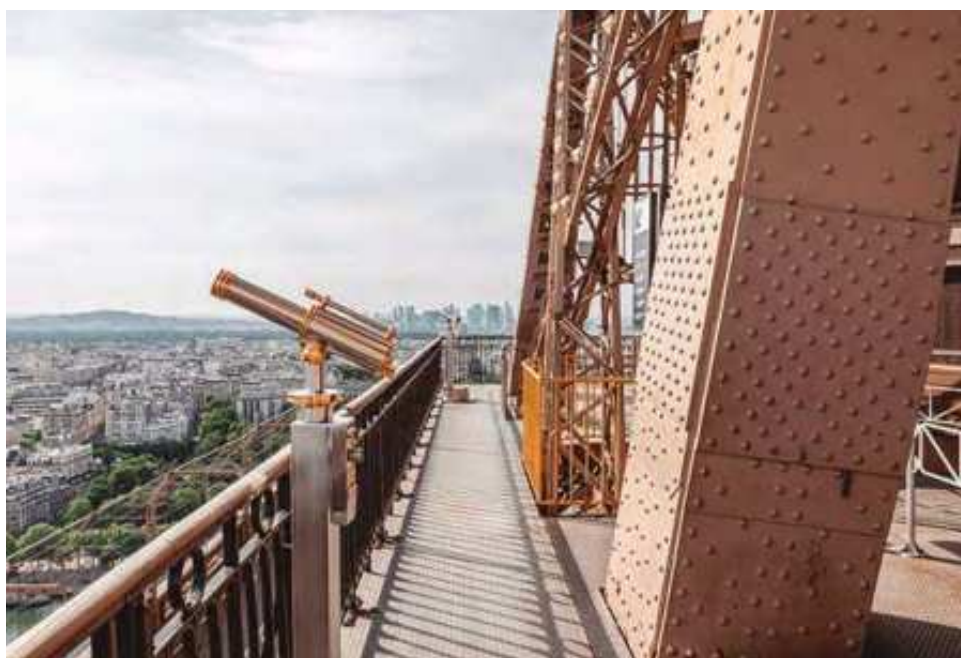
En el mes de junio de 1884, los dos ingenieros principales de la empresa Eiffel, Koechlin y Nougier, concibieron la idea de una torre extremadamente alta, estructurada como un gran pilar con cuatro columnas separadas en la base que se conectaban en la parte superior, unidas por vigas metálicas dispuestas a intervalos regulares.

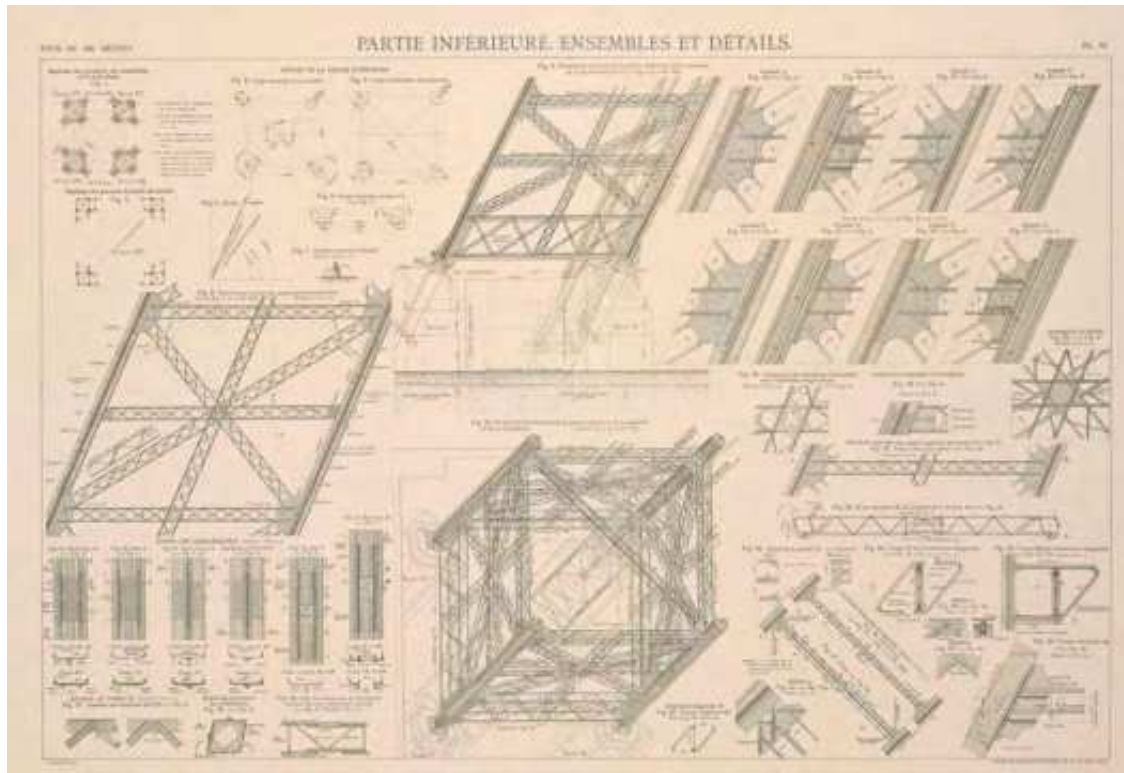
El diseño de la torre se basaba en este principio, con una altura de 300 m equivalente a los 1.000 pies de los soportes de los puentes. El 18 de septiembre de 1884, Eiffel patentó "un nuevo diseño que permitía la construcción de soportes y postes metálicos capaces de alcanzar alturas superiores a los 300 m".

Para lograr que el proyecto fuera más aceptable ante la opinión pública, Nougier y Koechlin solicitaron la colaboración del arquitecto Stephen Sauvestre encargado de trabajar en la apariencia estética del diseño.

En una versión inicial muy distinta, Sauvestre propuso pedestales recubiertos de mampostería para las patas, arcos monumentales para conectar las columnas con el primer nivel, grandes salas acristaladas en cada planta, un diseño en forma de bulbo para la cima y otros adornos para embellecer la estructura.







Aunque el proyecto fue simplificado posteriormente, algunos de los citados elementos, como los grandes arcos de la base, se conservaron, contribuyendo a su característico aspecto.

La curvatura de los montantes fue determinada matemáticamente a efectos de optimizar la resistencia de la torre frente a la acción del viento.

En palabras del ingeniero civil Gustave Eiffel: “Así toda la fuerza cortante del viento pasa por el interior de los montantes de las aristas. Las tangentes a los montantes ubicadas en puntos situados a la misma altura siempre terminan cortándose en el punto por el que pasa la resultante de las fuerzas que el viento ejerce sobre la parte de la pata ubicada por

encima de los puntos en cuestión. Antes de coincidir en la cúspide, las patas parecen surgir del suelo, de alguna forma, moldeadas por la acción del viento”.

Todos los componentes de la Torre Eiffel fueron fabricados en los talleres de Levallois-Perret, cerca de París, sede de la empresa de Eiffel. Cada una de las 18.000 piezas de la torre fue diseñada y calculada con precisión antes de ser trazada al milímetro y ensamblada en elementos de aproximadamente cinco metros.

En el sitio de la construcción, los equipos de obreros eran dirigidos por expertos ingenieros en grandes viaductos metálicos, quienes fueron responsables del montaje de este enorme “Meccano”.

Las uniones se fijaron provisionalmente con bulones, los cuales posteriormente fueron reemplazados por remaches colocados en caliente. Al enfriarse, los mencionados remaches se contraen, asegurando firmemente las distintas piezas entre sí.

Se requería de un equipo de cuatro personas para colocar un remache: una para aplicar el calor, otra para sujetarlo, una más para darle forma a la cabeza y la última para golpearlo con un mazo. Solo una tercera parte de los 2.500.000 remaches utilizados en la torre se colocaron directamente en el sitio de la construcción.

Las patas de la Torre Eiffel descansan sobre cimientos de hormigón instalados varios metros bajo el nivel del suelo, sobre una cama de grava compacta. Cada arista metálica reposa sobre su propia pilastra, unida a las demás mediante muros, sobre los cuales ejerce una presión de 3 a 4 kilos por centímetro cuadrado.

En el lado del río Sena, se emplearon artesones metálicos estancos y se inyectó aire comprimido, lo que permitió a los obreros trabajar bajo el nivel del agua.

El montaje de la torre se facilitó a partir del uso de andamios de madera y pequeñas grúas a vapor fijadas a la propia estructura en construcción.

Para la instalación de la primera planta, se dispusieron doce andamios provisionales de madera de 30 m de altura, además de cuatro andamios más grandes, de unos 45 m.

Con la ayuda de "cajas de arena" y gatos hidráulicos, que más tarde fueron reemplazados por calzos fijos, se logró ajustar la posición de la carpintería metálica con una precisión milimétrica.

La unión de las grandes vigas del primer nivel se completó el 7 de diciembre de 1887. Las piezas fueron izadas con grúas a vapor que subían por la torre utilizando las correderas previstas para los futuros ascensores.

Solo se necesitaron cinco meses para construir los cimientos y veintiún meses para ensamblar la parte metálica de la torre, lo que representa una velocidad récord, considerando los medios rudimentarios de la época.

El ensamble de la torre conformó una proeza de precisión, como lo reconocieron los cronistas de la época. Gustave Eiffel fue condecorado con la Legión de Honor en la estrecha plataforma de la cima. En el año 1889, fue designado presidente de la Société des Ingénieurs Civils de France.

El periodista Émile Goudeau visitó la obra a principios del año 1889. Su crónica enunciaba: "Una nube espesa de alquitrán y de hulla se nos metía en la garganta, mientras un ensordecedor ruido de metal rugía bajo el martillo. Todavía trabajaban en los remaches: unos obreros, encaramados a un saliente de unos pocos centímetros, se turnaban para golpear esos remaches con sus mazas de hierro. Uno podría haberlos tomado tranquilamente por herreros ocupados en golpear con ritmo sobre un yunque, en alguna forja de pueblo, salvo porque estos herreros no golpeaban de arriba hacia abajo, verticalmente, sino de forma horizontal y como con cada golpe se desprendían chispas, estos hombres negros, agrandados por el fondo del cielo abierto, parecían estar recogiendo relámpagos en las nubes".

Los planos que se presentan son reproducciones de los originales creados por Gustave Eiffel, extraídos del libro "La Tour de 300 mètres", publicado en 1900 por la editorial Lemerier en París.

Estos documentos gráficos exhiben con detalle la concepción y el diseño de la torre, una obra maestra de la ingeniería del siglo XIX, que marcó un hito en la construcción.

Gustave Eiffel, conocido por su destreza en el campo de la ingeniería estructural, ideó una innovadora composición metálica responsable de ofrecer una gran altura y estabilidad, utilizando avanzadas técnicas y materiales para la época. Sus planos ofrecen una visión única del proceso creativo y la ingeniería detrás de la materialización de este icónico monumento, reflejando no solo la minuciosidad de la obra, sino también la visión futurista de Eiffel.

La estructura, símbolo indiscutido de Francia, ha trascendido su función inicial como una obra de exhibición en la Exposición Universal de 1889 para convertirse en uno de los emblemas más reconocidos mundialmente.

El "balcón de París" atrae a casi 7 millones de visitantes anuales, lo que la convierte en el monumento pago más visitado del mundo.

La Torre Eiffel mantiene una especial conexión con personas de todo el planeta, y su popularidad es realmente global. Como la Torre de Babel, ha reunido a millones de personas sin distinción de edad, origen o nacionalidad.

Desde su inauguración en 1889, cerca de 300 millones de personas han llegado a París desde todos los rincones, ansiosos por descubrir y admirar este monumento que, más de un siglo después, continúa siendo un punto de encuentro para culturas y personas de todas partes.

El fenómeno de la Torre Eiffel es también un testimonio del poder de la ingeniería para unir a la humanidad, trascendiendo el paso del tiempo y las barreras geográficas.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Eiffel.

Dirección: Martin Bourboulon.

Protagonistas: Romain Duris, Emma Mackey, Pierre Deladonchamps, Armande Boulanger, Alexandre Steiger, Philippe Hérisson, Jérémie Petrus, Jérémy Lopez y Frédéric Merlo.

Guion: Caroline Bongrand.

Música: Alexandre Desplat.

Fotografía: Mathias Boucard.

Compañía: Pathé.

Año: 2021.

Duración: 108 minutos.

País: Francia.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Torre Eiffel.

Ubicación: Campo de Marte, VII Distrito urbano de París, Francia.

Diseño estructural: Maurice Koechlin y Émile Nouguier.

Arquitectura: Stephen Sauvestre.

Altura actual: 330 metros.

Altura inicial sin antena: 312 metros.

Ancho total: 125 metros (en el suelo).

Ancho de un pilar: 25 metros (en el suelo).

Primera planta: 57 metros, 4.415 m².

Segunda planta: 115 metros, 1.430 m².

Peso de la estructura metálica: 7.300 toneladas.

Peso total: 10.100 toneladas.

Número de remaches: 2.500.000.

Número de piezas de hierro: 18.038.



Harry Potter

EL MISTERIO DEL PRÍNCIPE

CAPÍTULO 09

LA PELÍCULA:
**Harry Potter
y el misterio del príncipe**

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“El Millennium Bridge y la sombra de Voldemort”

La saga de películas de Harry Potter, basadas a su vez en los libros escritos por J.K. Rowling, llegó al cine en el año 2001. Ocho años más tarde, se estrenaba su sexta parte, llamada *Harry Potter y el misterio del príncipe*.

Se trata de una película clave dentro de la serie, porque entre otras cosas, presenta el pasado del máximo antagonista de Harry, con quién él tendrá el enfrentamiento de las dos entregas finales.

El tono se fue oscureciendo film tras film y aquí la trama comienza con algunas escenas escalofrantes. Ese inicio será, una vez más, el anuncio de todo lo que irá ocurriendo en lo sucesivo y hasta el cierre de la saga.

Harry regresa a Hogwarts para su sexto año y el clima ominoso rodea a cada uno de los eventos desarrollados en la escuela. Mientras una serie de flashbacks van narrando la infancia y adolescencia de Lord Voldemort, vemos a Harry, Ron y Hermione, atravesar los conflictos propios de la adolescencia.

En sus más de dos horas la película es capaz de abarcarlo todo y, por supuesto, develar el misterio del príncipe del título.

Los tres actores principales, Daniel Radcliffe (Harry), Rupert Grint (Ron Weasley) y Emma Watson (Hermione Granger) se encuentran rodeados, como en toda la entrega, por grandes estrellas del cine británico cubriendo roles secundarios.

En esta nueva propuesta los más destacados son Michael Gambon (Albus Dumbledore), Jim Broadbent (Horace Slughorn), Alan Rickman (Severus Snape), Robbie Coltrane (Rubeus Hagrid) y Maggie Smith (Minerva McGonagall).

El director de la película, David Yates, señaló que la estética del filme, fotografiado por Bruno Delbonnel, nominado al Oscar, se inspira en la obra de Rembrandt, reflejando sus tonalidades, juegos de luces y atmósferas.

El largometraje establece su tono desde el inicio, cuando un grupo de mortífagos irrumpe en Londres, desatando una serie de ataques. El más impactante de ellos tiene como objetivo el Millennium Bridge, un elegante puente inaugurado en el año 2000 que, aunque menos célebre respecto de otros, destaca por su distintiva forma, convirtiéndolo en el escenario ideal para la escena.

Lo vemos sacudirse hasta romperse, otorgando una postal devastadora de la ciudad. En uno de los planos se aprecia la Catedral de St. Paul y luego del desastre una toma aérea muestra la otra ribera, la sur, donde se ubica el Modern Tate.

En el plano final, aparecen al fondo otros icónicos puentes, como el London Bridge y el más célebre de todos, el Tower Bridge. Para quienes no residen en la capital británica, las películas suelen ser más famosas que el puente en cuestión, pero para los londinenses, ver una estructura de tal magnitud tambalearse hasta colapsar resulta estremecedor, una escena que, irónicamente, evoca preocupaciones reales del pasado.

Hoy, con la pasión por Harry Potter en su punto más alto, ningún tour temático que se precie deja de incluir este escenario. Fans de todo el mundo visitan el Millennium Bridge para revivir el impactante inicio de *Harry Potter y el misterio del príncipe*, un momento inolvidable de la saga.



El escenario

Millennium Bridge

El Puente del Milenio (Millennium Bridge) surge de una colaboración creativa entre la ingeniería, el arte y la arquitectura. Es el único puente peatonal de Londres y el primer cruce nuevo en esta parte del Támesis en más de un siglo.

Conecta la Ciudad y la Catedral de San Pablo al norte, con el Globe Theatre y la Tate Modern en Bankside. Como un elemento clave en la infraestructura peatonal de Londres, ha creado nuevas rutas hacia Southwark y ha fomentado un nuevo dinamismo en el malecón junto a la Catedral de San Pablo.

En septiembre del año 1996, el periódico Financial Times, en colaboración con el distrito londinense de Southwark, organizó un concurso para diseñar un nuevo puente peatonal sobre el río Támesis. Equipos compuestos por un ingeniero, un arquitecto y un artista fueron invitados a participar.

El concurso atrajo a más de 200 propuestas y fue ganado por el equipo formado por los ingenieros de la empresa Arup, los arquitectos de Foster and Partners y el escultor Sir Anthony Caro.

La ubicación del puente debía situarse entre el Puente de Southwark y el Puente de Blackfriars, aunque el eje exacto de la plataforma no estaba definido en las bases del concurso.





Desde el inicio, el equipo ganador consideró que el eje de Peter's Hill era lo suficientemente sólido como para orientar el puente de manera directa a lo largo de esta línea, lo que permitía una vista despejada hacia la Catedral de San Pablo desde la plataforma del puente.

Esta decisión situó a la propuesta dentro de la zona de restricciones de altura de la Catedral, dejando un espacio reducido para la estructura entre el canal de navegación y el límite de altura.

Estructuralmente, el puente lleva la tecnología conocida a nuevos límites. Con una longitud de 320 m, conforma una obra colgante de muy baja altura.

Dos armaduras en forma de Y sostienen ocho cables que recorren los laterales de la plataforma de 4 m de ancho, mientras que brazos transversales de acero se sujetan a los cables en intervalos de 8 m para soportar la plataforma misma.

Esta innovadora estructura asegura que los cables nunca se eleven más de 2,30 m por encima de la plataforma, permitiendo que quienes crucen el puente disfruten de vistas panorámicas sin interrupciones y preservando las líneas visuales desde los edificios circundantes.

Como resultado, el puente presenta un perfil singularmente delgado, formando un delicado arco sobre el agua.



Un delgado lazo de acero durante el día, se ilumina por la noche para formar una resplandeciente hoja de luz.

El puente se inauguró en junio del año 2000, y un asombroso total de 100.000 personas lo cruzaron durante el primer fin de semana. Sin embargo, debido al intenso tráfico, el puente mostró un movimiento lateral mayor al esperado, lo que provocó su cierre temporal.

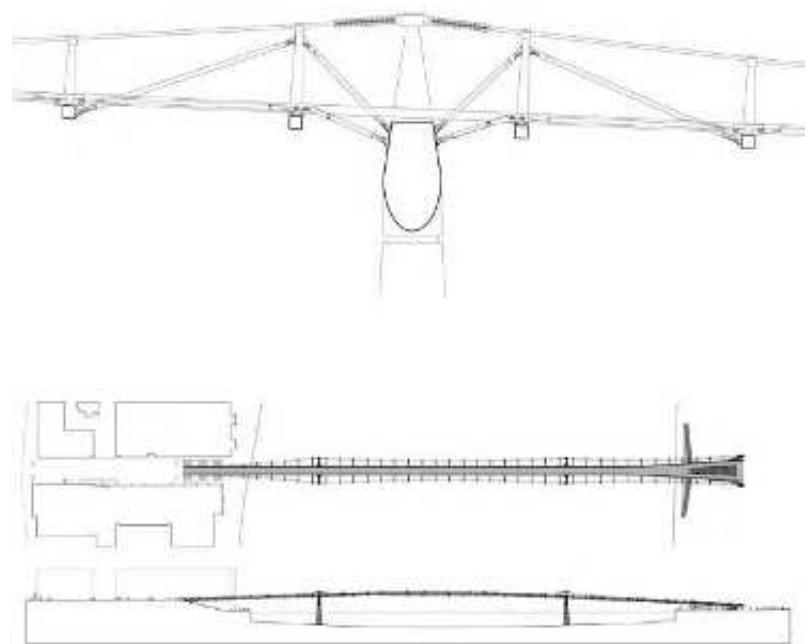
Una exhaustiva investigación reveló que este movimiento era causado por la pisada sincronizada de los peatones. La solución consistió en instalar, discretamente, amortiguadores debajo de la plataforma para mitigar el movimiento. Esta medida resultó altamente exitosa, y la investigación realizada por los ingenieros condujo a cambios en los códigos para la construcción de puentes a nivel mundial.

El diagrama estructural del Millennium Bridge presenta dos grupos de cuatro cables de 120 mm de diámetro, de cable trenzado cerrado, los cuales atraviesan de orilla a orilla el río descansando sobre dos pilares.

Las longitudes de los tres tramos son de 81 m para el segmento norte, 144 m para el tramo principal entre los pilares, y 108 m para el intervalo sur. La flecha del perfil del cable es de 2,30 m en el tramo principal, aproximadamente seis veces más baja respecto de la de una estructura de puente colgante convencional.

Secciones de acero fabricadas en forma de caja, conocidas como los brazos transversales, se extienden entre los dos grupos de cables cada 8 m.

La estructura de la plataforma, de 4 m de ancho, consta de dos tubos de acero en los bordes que se extienden hasta los brazos transversales. La plataforma en sí está compuesta por secciones de caja de aluminio extruido, las cuales se desarrollan entre los tubos de borde en cada lado.



Otros componentes, como la iluminación y el pasamanos, también se encuentran fijados a los tubos de borde.

Los grupos de cables fueron anclados en cada orilla. Cada estribo se encuentra sobre una base de pilotes de hormigón armado de 3 m, firmemente tomados mediante un grupo de pilotes de 2,10 m de diámetro.

Se emplazaron 12 pilotes en la orilla norte y 16 en la orilla sur, donde el sitio es más restringido y la base de pilotes, en consecuencia, resulta más corta. Los propios pilares del río consisten en un soporte de acero en forma de V fijado a un cuerpo elíptico y cónico de hormigón armado, fundado sobre dos cajones de 6 m de diámetro.



Los cables forman la estructura primaria del puente y presentan un perfil de cable muy bajo, como se describió anteriormente. Los puentes tipo "ribbon" muestran perfiles superficiales similares, pero suelen ser de un solo tramo, lo que permite que los cables se anclen directamente a estribos rígidos masivos. Estos estribos rígidos ayudan a limitar las deformaciones por carga viva.

El Puente del Milenio suma algunas características de un puente tipo "ribbon", pero es inusual por ofrecer múltiples tramos. Los pilares intermedios del río son bastante delgados y no pueden proporcionar la rigidez comparable a la de un estribo macizo. Esto significa que los tramos interactúan, lo que hace que el comportamiento de la estructura resulte ser más complejo respecto a la de un puente de un solo tramo. Por ejemplo, si solo se carga el tramo central, los tramos exteriores se deformarían hacia arriba.

Una serie inicial de análisis paramétricos, utilizando los modelos más simples que aún pudieran representar de manera significativa la respuesta no lineal del puente, ayudó a comprender el comportamiento de la estructura y a establecer objetivos realistas para parámetros como el tamaño de los cables, y la rigidez de los pilares y estribos.

El comportamiento de cada tramo se encuentra determinado por la rigidez del sistema estructural en las extremidades del tramo. El sistema que proporciona rigidez es, ya sea un estribo o la combinación de la rigidez del cable del tramo adyacente con la rigidez del pilar.

Estos estudios cuantificaron las rigideces relativas de los cables del tramo adyacente y las estructuras de los pilares, demostrando que la rigidez del cable proporcionaba, aproximadamente, el 80 % y los pilares el 20 % de la rigidez total en ese extremo. Por lo tanto, la principal rigidez de restricción para el tramo central provenía de los cables de los segmentos exteriores y de los estribos, no directamente de los pilares.

En el Millennium Bridge fue importante, por lo tanto, que las variaciones en la rigidez de los estribos no resultaran en alteraciones similares de las deformaciones del puente. Los estudios paramétricos permitieron seleccionar rigideces de fundación limitadas para cumplir con dicho propósito.

La plataforma se bifurca en el extremo sur del puente; esta zona es conocida como la aguja debido a su forma en planta. Los estudios iniciales consideraron apoyar la plataforma desde el suelo en esa área, manteniendo el soporte de los cables.

El análisis no lineal mostró que combinar soportes y cables generaría fuerzas muy grandes en los soportes al intentar restringir los movimientos de los cables. También se consideró una solución solo con soportes, pero fue rechazada ya que introducía una forma diferente de sostener la plataforma antes del final del puente.

Tras distintas iteraciones, se decidió que la única solución que mantenía el concepto estructural a lo largo de toda la longitud del puente era crear un voladizo para la plataforma desde los cables en cada lado, utilizando torsión en los tubos de borde de la plataforma para resistir el momento de vuelco y controlar la rotación de la plataforma. En consecuencia, los tubos de borde fueron engrosados y ampliados a secciones ovoides en esa área.

Por todo lo descripto, el Millennium Bridge no solo es una obra de ingeniería innovadora, sino también un símbolo de conexión y modernidad situado en el corazón de Londres.

Su audaz diseño y su funcionalidad lo han convertido en un referente mundial, demostrando cómo la ingeniería puede transformar un espacio urbano y convertirse en un puente entre la historia y el futuro.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Harry Potter y el misterio del príncipe.

Dirección: David Yates.

Protagonistas: Daniel Radcliffe, Rupert Grint y Emma Watson.

Guion: Steve Kloves, basado en "Harry Potter y el misterio del príncipe" de J.K. Rowling.

Música: Nicholas Hooper.

Fotografía: Bruno Delbonnel.

Compañía: Warner Bros. Pictures.

Año: 2009.

Duración: 153 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Puente del Milenio (Millennium Bridge).

Ubicación: Cruce del río Támesis, distrito financiero de Londres, Inglaterra.

Diseño estructural: Ove Arup.

Diseño arquitectónico: Foster and Partners.

Diseño escultórico: Sir Anthony Caro.

Desarrolladores: Financial Times y Distrito Londinense de Southwark.



**PUENTE
ALSINA**

CAPÍTULO 10

LA PELÍCULA: Puente Alsina

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Una estructura entre tensiones sociales”

*P*uente Alsina (1935) es un clásico del cine argentino dirigido por José Agustín Ferreyra, más conocido en aquellos años como “El negro Ferreyra”, uno de los verdaderos pioneros del cine nacional. Se trata de una película muy valorada por los especialistas, aunque tal vez no sea tan popular para el resto del público.

Su historia es sencilla y compleja a la vez, sumando varios elementos que la convierten en un título imprescindible tanto para los amantes del cine como para los enamorados de la ciudad de Buenos Aires y de la ingeniería.

La protagonista femenina de la historia es María (Delia Durruty) la hija del ingeniero a cargo de la construcción del Puente Alsina del título. El protagonista masculino es Juan (José Gola) uno de los trabajadores de la obra.

Pero el verdadero protagonista es el mismo puente, ya que en la película se muestran escenas documentales de su construcción. Esto último tiene un valor enorme, ya que no existen registros de este tipo acerca de todas las grandes obras de la ciudad.

Ferreyra, que también fue llamado “el Evaristo Carriego del cine”, consigue mezclar la historia de amor entre los integrantes de dos clases sociales diferentes, al mismo tiempo que describe las tensiones entre trabajadores y patrones, todo bajo el fondo del puente en construcción.

Las imágenes del inicio no sólo describen el desempeño de los obreros, sino también la época. Se ve un carro tirado a caballo no como una rareza sino como parte del paisaje mucho antes de que se convirtieran, exclusivamente, en el transporte de los llamados “botelleros”.

Algunos de los planos remiten directamente a las vanguardias soviéticas, aquellas responsables de mezclar por partes iguales realidad y ficción. Incluso, los encuadres de este film parecen extraídos de algún título de Sergei M. Eisenstein.

La película se anticipa claramente al Neorrealismo Italiano y al cine social latinoamericano, lo que le permite no sólo sorprender, sino también ofrecer un optimismo y un clasicismo muy superior al del posterior cine argentino.

Hay un novio “tontolón” de clase acomodada que llora ante el padre de María por la rebeldía de la joven, más un progenitor finalmente comprensivo, como todos los que interpretó en la pantalla grande Alberto Bello, quien acepta los deseos de su hija.

Muchos espectadores ignoran que en la historia del cine argentino siempre hubo personajes como los de María, mujeres valientes e independientes que rechazaban el mandato social. Las mujeres en el cine clásico argentino eran las verdaderas estrellas.

También se exponen escenas de lucha social y discusiones obreras. El protagonista, por supuesto, cree en los derechos de los trabajadores, pero no quiere parar y mucho menos boicotear la obra. En una hora de duración, José Agustín Ferreyra fue capaz de instalar una cantidad importante de temáticas logrando una película fundamental de nuestro cine.

Las imágenes del puente poseen una relevancia tan significativa como la de la propia película. En la actualidad, esta obra de ingeniería lleva otro nombre, pero tanto este film como un célebre tango que celebra la unión entre la capital y la provincia continúan llamándose Puente Alsina.



El escenario

Puente Alsina

A mediados del siglo XIX, las comunicaciones entre la Ciudad de Buenos Aires y la provincia se realizaban principalmente a través de cuatro puntos clave: el puente Maciel, el puente de Barracas (también conocido como Pueyrredón), y tres vados denominados Paso de Burgos, Paso Chico y Paso de la Noria.

El Paso de Burgos se encontraba en el sitio donde hoy se levanta el Puente Alsina. Este vado fue de gran importancia en la época, ya que facilitaba el cruce entre la ciudad y la provincia.

Su constructor, Enrique Ochoa, propuso que el paso fuera bautizado con el nombre del entonces gobernador de la Provincia de Buenos Aires, Don Valentín Alsina, en honor a su figura y su contribución al desarrollo de la infraestructura de la región.

El actual Puente Alsina fue inaugurado en 1938, pero su historia se remonta a más de 80 años antes. El primer puente en esta ubicación fue inaugurado en 1855, sin embargo, no logró sobrevivir mucho tiempo. Una fuerte crecida provocada por la Tormenta de Santa Rosa de ese mismo año lo derrumbó. Ante esta tragedia, se construyó un segundo puente de mampostería de ladrillos, que también resultó ser efímero. Esta estructura, levantada en 1856, tuvo que ser reemplazada al año siguiente debido a su inestabilidad.



Así, el Puente Alsina se ha consolidado como un símbolo de la perseverancia en el diseño y la construcción de infraestructura, reflejando la evolución de la comunicación y el transporte entre la ciudad y la provincia a través del tiempo.

La experiencia adquirida a lo largo de los años permitió que este tercer puente tuviera una vida útil más prolongada. Construido con maderas duras como urunday, lapacho y quebracho colorado, se mantuvo en funcionamiento hasta 1910, cuando fue reemplazado por una estructura de hierro.



El "Nuevo Puente Alsina", de gran envergadura y estilo neocolonial, fue una iniciativa del Dr. Pablo Calatayud, ministro de Obras Públicas durante la presidencia del general Uriburu, y fue diseñado por el ingeniero José María Pérez.

Este puente fue inaugurado el 26 de noviembre de 1938 por el presidente de la Nación, Roberto Ortiz, y el gobernador de la provincia de Buenos Aires, Manuel Fresco. Pocos años después, se le dio el nombre de "Puente Presidente Teniente General José Félix Uriburu".

Conocido popularmente como Puente Alsina, esta importante obra de ingeniería cruza el Riachuelo,

conectando la avenida Sáenz, en el barrio de Nueva Pompeya de la ciudad de Buenos Aires, con la avenida Remedios de Escalada de San Martín, en la localidad de Valentín Alsina, en el partido de Lanús, provincia de Buenos Aires.

El Puente Alsina cuenta con dos rampas con una pendiente de 2,75 %, diseñadas para el uso exclusivo de vehículos. Los peatones, por su parte, acceden al puente a través de escaleras.

Bajo la rampa ubicada en el lado de la provincia de Buenos Aires, se encuentra la vía simple del ex Ferrocarril Midland, hoy conocido como Ferrocarril Belgrano Sur.



La historia del lugar se remonta a 1855, cuando el vasco Enrique Ochoa de Zuazola y Elorringa solicitó, y finalmente obtuvo, la autorización para construir un puente sobre un paso en el Riachuelo conocido como “Paso de Burgos”.

El citado paso, de gran antigüedad, era utilizado por un servicio de botes que conectaba ambas orillas del río. También era denominado “Paso Chico” y fue escenario del cruce de las tropas inglesas durante la segunda invasión a Buenos Aires en el año 1807.

El primer intento de construir un puente en este sitio comenzó en 1855, pero una fuerte crecida del Riachuelo lo derumbó antes de su finalización. En 1856, se emprendió un segundo intento, esta vez con la construcción de un puente de mampostería similar al anterior.

El ingeniero Carlos Enrique Pellegrini fue encargado de la dirección de los trabajos, pero, al igual que en el intento previo, el puente fue destruido por otra crecida del río antes de su conclusión.

Estos fracasos marcaron el inicio de una serie de desafíos que habrían de perdurar hasta la construcción de las estructuras más duraderas, las cuales finalmente, facilitarían el cruce del Riachuelo y la conexión entre la ciudad de Buenos Aires y la homónima provincia.

En un tercer intento, materializado con vigas de urunday, quebracho colorado y lapacho, se logró completar el cruce sobre el Riachuelo, y el puente fue inaugurado el 26 de noviembre de 1859.

Fue bautizado con el nombre de Valentín Alsina en honor al gobernador de la Provincia de Buenos Aires. Dado que fue construido con fondos privados, se estableció un peaje para poder utilizarlo.

En 1880, en el contexto de las tensas disputas entre el gobierno de la provincia de Buenos Aires y el gobierno nacional sobre la federalización de la ciudad de Buenos Aires, se libró un sangriento combate en el puente, conocido como “La Batalla de Puente Alsina”.

Las fuerzas nacionales, bajo el mando del coronel Eduardo Racedo, se enfrentaron a las tropas provinciales comandadas por el coronel José Inocencio Arias. Este conflicto fue una de las confrontaciones más importantes en el proceso de federalización de la capital argentina.

Con la federalización de Buenos Aires en 1880, el gobierno nacional asumió la administración del puente en el año 1885, luego de un acuerdo que incluyó el pago de una indemnización a los propietarios privados.

El 5 de junio de 1888, el puente de madera sufrió un fuerte terremoto, estimado con una magnitud de 5.5 en la escala de Richter, que lo dejó gravemente afectado. A raíz de su deterioro, en 1910 se decidió reemplazarlo por un puente de hierro, el cual fue diseñado como una estructura temporal.

El actual Puente Alsina, con su característico estilo neocolonial, fue inaugurado el 26 de noviembre de 1938. El diseño fue obra del ingeniero José Calixto Álvarez. Los trabajos para su construcción comenzaron en los últimos meses de 1932, y en febrero de 1937 se dio inicio al montaje de la parte metálica del puente, con la llegada desde Alemania de los ingenieros Gutiérrez Salinas y William George Adair. En ese mismo año, se logró montar los tramos fijos de la estructura, un avance crucial para completar la obra.





Durante el desarrollo de las distintas tareas, la empresa constructora debió ejecutar un desvío del lado de la provincia de Buenos Aires para el acceso al antiguo puente, ya que las vías del Ferrocarril Midland impedían el ingreso a dicha estructura.

El Puente Alsina tiene una luz libre entre apoyos de 173,16 m, con una luz libre de tramos fijos entre apoyos de 65,33 m y una luz libre del tramo móvil entre apoyos de 42,50 m.

El ancho útil de la calzada es de 18,00 m, distribuidos en seis carriles de 3 m cada uno.

Cuenta con dos accesos exteriores, cada uno con un ancho de 3 m. La cota de la calzada, en su identificación con las rampas de acceso, es de 11,50 m. La oblicuidad con el eje del río es de 64° 26' 40".

Los contrapesos y la cubierta de la calzada tienen un peso de 1.410 t en cada puente, y, con la báscula abierta, el extremo más alto alcanza los 59 m sobre la vía de rodamiento.

Con el paso del tiempo, el Puente Alsina ha sido un testigo clave de la evolución de la infraestructura de transporte y de los momentos históricos de la Argentina, desde sus primeros intentos de construcción hasta la sólida estructura que hoy conecta la ciudad de Buenos Aires con la provincia.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Puente Alsina.

Dirección: José Agustín Ferreyra.

Protagonistas: José Gola, Alberto Bello, Pierina Dealessi, Miguel Gómez Bao, Delia Durruty, Salvador Arcella, Rafael Salvatore y José Mazzili.

Guion: José Agustín Ferreyra y Marcos Bronenberg.

Música: César Gola.

Fotografía: Gumer Barreiros.

Año: 1935.

Duración: 64 minutos.

País: Argentina.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Nuevo Puente Alsina.

Ubicación: Nueva Pompeya y Valentín Alsina, Buenos Aires, Argentina.

Diseño estructural: Ingeniero José María Pérez.

Longitud total: 173,16 metros.

Luz libre de tramos fijos entre apoyos: 65,33 metros.

Luz libre del tramo móvil entre apoyos: 42,50 metros.

Ancho útil de la calzada: 18,00 metros, distribuidos en seis carriles de 3 metros cada uno.

Accesos exteriores: Dos, con un ancho de 3 metros cada uno.

Cota de la calzada: 11,50 metros, identificada con las rampas de acceso.

Oblicuidad con el eje del río: 64° 26' 40".



RELATOS SALVAJES

CAPÍTULO 11

LA PELÍCULA: Relatos salvajes

INGENIERÍA
de PELÍCULA

"La ley de la selva"

Relatos Salvajes (2014), dirigida por Damián Szifrón, nos conduce al lado más primitivo y visceral de la naturaleza humana. La película, una antología de seis historias independientes unidas por un hilo temático, explora lo que sucede cuando los límites de la paciencia se desbordan y la venganza se convierte en el único camino.

El guion, escrito por el propio Damián Szifrón, con colaboración en el desarrollo de la historia por parte de Germán Servidio, destaca por su capacidad de llevar situaciones cotidianas al extremo, transformando pequeños conflictos en explosiones de violencia y desesperación.

Con una mezcla de humor negro y tragedia, Szifrón construye crónicas donde la irracionalidad humana se desata con una crudeza tan brutal como fascinante.

Entre estos relatos, uno de los más memorables es *El más fuerte*, protagonizado por Leonardo Sbaraglia y Walter Donado, donde una simple disputa en la ruta se transforma en una batalla campal.

El personaje de Sbaraglia, un hombre de clase alta que recorre un camino solitario en su automóvil de lujo —un Audi A4—, se cruza con un camionero que, tras un insulto menor, desata una escalada de violencia tan absurda como brutal.

Lo que comienza como un altercado cotidiano pronto se convierte en una confrontación sin límites, donde la humillación, la furia y el instinto de supervivencia los llevan a cruzar la delgada línea entre lo racional y lo salvaje.

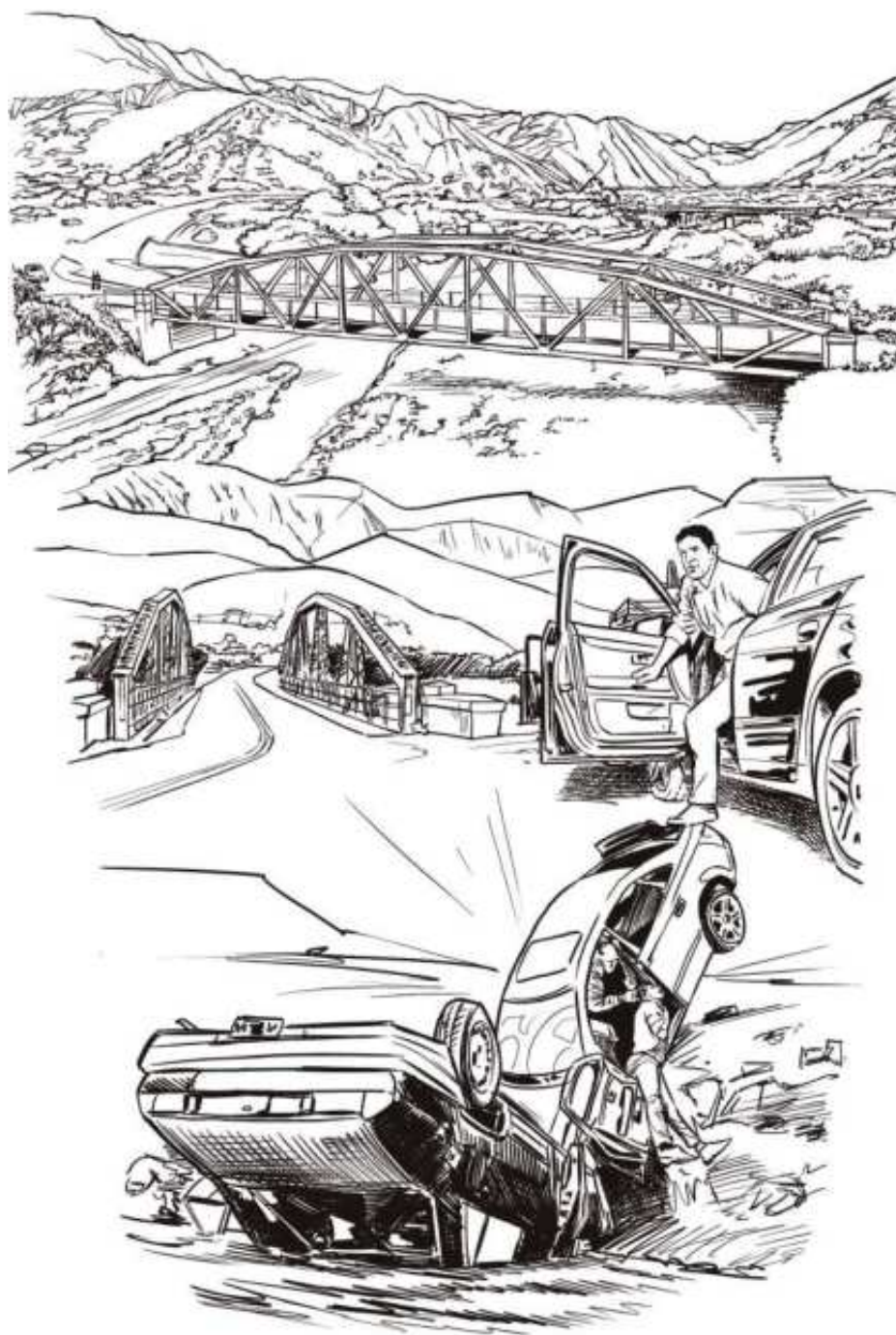
El escenario de esta confrontación es un puente ubicado en la Quebrada de las Conchas, en la provincia de Salta, Argentina, un paisaje árido y desolado que refuerza la sensación de aislamiento y desesperación.

La locación elegida no es casual: la vastedad del paisaje, con su geografía implacable y su belleza inhóspita, se convierte en un reflejo del duelo imparable que se desata entre los dos personajes. En este terreno hostil, donde no hay testigos ni ayuda posible, la lucha se intensifica hasta volverse una cuestión de vida o muerte.

El director de fotografía del filme, Javier Juliá, acentúa el contraste entre el cielo inmenso y el descarnado enfrentamiento en la tierra. Con encuadres cerrados que refuerzan la claustrofobia del interior de los vehículos y tomas abiertas que exponen la insignificancia de los personajes ante la inmensidad de la naturaleza, la puesta en escena potencia la tensión.

El episodio tiene ciertos guiños a *Duel* (*Reto a muerte*, 1971), el icónico telefilme dirigido por Steven Spielberg, donde un conductor solitario es acosado por un camión en la carretera en una persecución tan tensa como inexplicable. Al igual que en aquella obra, *El más fuerte* juega con la idea de la vulnerabilidad en la inmensidad de la carretera, donde el vehículo deja de ser solo un medio de transporte para convertirse en una extensión de la personalidad y el poder de sus ocupantes.

Aquí no hay héroes, solo dos individuos consumidos por su propio odio y frustración, incapaces de dar marcha atrás. La carretera, que en otras circunstancias podría haber sido un símbolo de libertad, se convierte en una trampa mortal. Cuando la escena alcanza su clímax, con ambos personajes reducidos a la nada, flota en el aire una inquietante pregunta: ¿realmente vale la pena llevar la furia hasta las últimas consecuencias?



El escenario

Puente Morales

El Puente Morales, ubicado en el kilómetro 62 de la Ruta Nacional 68 en la Quebrada de las Conchas, provincia de Salta, Argentina, es una estructura metálica de hierro que data de principios del siglo XX.

Este puente fue construido para facilitar la conexión entre las localidades de Cafayate y Alemania, atravesando el río Las Conchas.

El diseño del Puente Morales es característico de las construcciones ferroviarias de la época, con una estructura de hierro pintada que destaca en el paisaje de tonos rojizos y anaranjados de la quebrada.

Su esquema metálico descansa en pilares de mampostería, otorgándole al conjunto estabilidad y resistencia frente a las crecidas del río y las condiciones climáticas de la región.

Con el tiempo, el Puente Morales fue reemplazado por una nueva infraestructura vial en la Ruta Nacional 68, quedando en desuso y convirtiéndose en un atractivo turístico. Sin embargo, a principios del año 2023, parte de la estructura del nuevo puente se desmoronó, lo que llevó a utilizar temporalmente el viejo Puente Morales como vía de conexión entre Cafayate y Alemania.





En enero de 2023, se anunció la construcción de un nuevo puente de 80 metros de longitud para reemplazar al Puente Morales, también conocido como "El Cruzao". Esta nueva estructura buscaba mejorar la seguridad y transitabilidad en la zona, adaptándose a las necesidades actuales del flujo vehicular.

El Puente Morales constituye una estructura característica de regiones rurales o montañosas, diseñada para cumplir funciones esenciales de conexión en zonas de difícil acceso. Su construcción está basada en principios de eficiencia estructural y durabilidad, lo cual se refleja en varios aspectos clave tanto materiales como constructivos.

Esta obra posee una morfología estructural característica de los puentes de celosía metálica de tramo único, con un diseño rectilíneo y horizontal el cual se extiende sobre

el cauce del río, más un único vano soportado por un sistema de vigas triangulares.

Su altura relativa respecto al nivel del agua permite evitar obstrucciones ante posibles crecidas, lo cual es crítico en zonas montañosas con precipitaciones estacionales.

La estructura metálica del Puente Morales presenta dos vigas principales en forma de celosía, dispuestas longitudinalmente a cada lado del mismo. Estas vigas están formadas por elementos diagonales y verticales conectados entre sí, creando un patrón triangular encargado de distribuir las fuerzas de manera uniforme.

Las diagonales trabajan a compresión y tracción, mientras que los elementos horizontales soportan las cargas principales transmitidas desde el tablero.





En ambos extremos, el puente descansa sobre sólidos estribos pétreos. Los mismos fueron diseñados para anclar la estructura al terreno y transferir las cargas al subsuelo. Además, elevan el puente por encima del nivel del río, lo que contribuye a su resistencia frente a la erosión o socavación.

El tablero del puente permanece suspendido mediante las vigas principales, actuando como una superficie de tránsito para vehículos y peatones. Está situado por debajo de las vigas metálicas, un diseño conocido como “puente de celosía con tablero inferior”. Esto significa que el tablero se encuentra apoyado directa-

mente en las vigas y no requiere elementos adicionales para su suspensión.

El Puente Morales cuenta con barandas laterales que corren a lo largo del tablero, materializadas con tubos metálicos livianos, proporcionando seguridad para los usuarios. Estos elementos no forman parte de la estructura portante, pero complementan la funcionalidad del puente.

La materialización del diseño se compone principalmente de acero, un material ampliamente utilizado en puentes debido a su elevada resistencia a esfuerzos de tracción y compresión.

Los perfiles metálicos que conforman la estructura fueron ensamblados en un patrón de celosía, para de esta manera, optimizar la distribución de las diversas cargas. Dicho patrón triangular es fundamental en la ingeniería estructural, ya que permite que las fuerzas de compresión y tracción se repartan uniformemente entre los distintos elementos, minimizando la deformación e incrementando la capacidad de carga del puente.

La pintura aplicada al acero, en tonos amarillos y anaranjados, no solo cumple una función estética, sino que también protege el material contra la corrosión, especialmente en entornos expuestos a humedad, lluvia o cambios de temperatura. Estos colores brillantes pueden tener un propósito adicional de visibilidad, mejorando la seguridad para conductores y peatones.



El piso de rodadura de este puente, compuesto por tierra compactada, refuerza su carácter práctico adaptado al entorno. Este tipo de superficie es típico de caminos rurales donde el tránsito es menos intenso y no justifica una inversión en pavimentación.

Aunque menos sofisticado que un revestimiento de asfalto u hormigón, un piso de tierra bien compactado puede soportar adecuadamente el paso de vehículos livianos y pesados, aunque requerirá mantenimiento periódico para evitar deformaciones por la desgastante acción de la lluvia y el tráfico.

El diseño del puente responde a criterios de eficiencia y economía. Las celosías inclinadas fueron configuradas para maximizar la rigidez estructural con un menor uso de material, lo cual reduce costos sin comprometer la seguridad.

Este diseño permite resistir tanto las cargas estáticas (peso del puente y vehículos) como dinámicas (viento, vibraciones y posibles movimientos sísmicos). Además, la disposición inclinada de las diagonales transfiere las cargas hacia los apoyos de manera eficiente, reduciendo los momentos flectores en los elementos principales.

El Puente Morales fue construido utilizando un enfoque modular. Las piezas metálicas se fabricaron en taller y transportaron al sitio para su ensamble mediante pernos y remaches. Este método reduce significativamente el tiempo de construcción en el lugar, una ventaja en áreas remotas donde el acceso de equipos pesados es sumamente limitado.

El entorno geográfico donde se dispuso la estructura del puente, rodeado de montañas y una densa vegetación, sugiere condiciones climáticas desafiantes, como lluvias frecuentes y posibles crecidas de ríos.

La elección de un diseño metálico con piso de tierra compactada refleja una solución adaptada a las citadas condiciones, priorizando la resistencia a la intemperie y la capacidad de soportar flujos de agua en períodos de lluvia intensa.

Además, este tipo de puente resulta crucial para mantener la conectividad en regiones rurales, permitiendo el transporte de personas, mercancías y servicios. Su construcción representa una solución económica, funcional y sostenible, diseñada para cumplir con las necesidades específicas del entorno sin incurrir en innecesarios costos.

Esta obra conforma un claro ejemplo de ingeniería pragmática, donde cada elemento se encuentra cuidadosamente diseñado para maximizar la funcionalidad, minimizar los costos y adaptarse a las limitaciones y exigencias del lugar.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Relatos salvajes.

Dirección: Damián Szifron.

Protagonistas: Ricardo Darín, Oscar Martínez, Leonardo Sbaraglia, Érica Rivas, Rita Cortese, Julieta Zylberberg y Darío Grandinetti.

Guion: Damián Szifron.

Música: Gustavo Santaolalla.

Fotografía: Javier Juliá.

Compañía: Kramer & Sigman Films.

Año: 2014.

Duración: 122 minutos.

País: Argentina.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Puente Morales.

Ubicación: Kilómetro 62 de la Ruta Nacional 68, Quebrada de las Conchas, provincia de Salta, Argentina.

Año de construcción: Principios del siglo XX.

Tipo de estructura: Puente de celosía metálica con tablero inferior.

Materialidad: Acero pintado (protección anticorrosiva).

Soporte: Pilares y estribos pétreos.

Longitud original: Aproximadamente, 80 metros.



CAPÍTULO 12

LA PELÍCULA:

Misión imposible: Protocolo fantasma

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Su misión, si decide aceptarla...”

Las películas de *Misión: Imposible* nunca paran de sorprender, pero si hay un ranking de aprovechamiento de locaciones reales dentro de la saga, la cuarta entrega de la serie, *Protocolo fantasma* (2011) se lleva todos los premios.

Como es habitual, cada secuencia es filmada en un país distinto, y a su vez, cada una intenta ser más espectacular respecto de la anterior, manteniendo siempre al espectador aferrado a su butaca. Siendo una cuarta parte muchos se preguntaban hasta dónde iban a llegar luego de todo lo visto en los títulos previos.

El director, Brad Bird, quería poner su sello, mezclando acción, drama y humor. Un dato curioso: todos los dispositivos de última generación empleados por el equipo fallan, dejando a los héroes a merced del ingenio y su capacidad de improvisación.

Pero la sorpresa más grande se inició con la promoción del film. Antes del estreno de la película, se difundió una foto de Tom Cruise en lo más alto de un rascacielos de Dubái, el Burj Khalifa, un edificio inaugurado en el año 2010 y que, como suele ocurrir, quería darse a conocer al mundo con algún truco publicitario. Tanto el edificio como la estrella lograron el objetivo.

Es importante recordar que Tom Cruise fue la primera persona famosa fotografiada en lo más alto del rascacielos desde su inauguración. Pocos más fueron registrados en ese lugar en los años posteriores, sumando menos de diez hasta la fecha.

Cuando la foto apareció, con Cruise descalzo y sin arnés a la vista, se dudó de la autenticidad de la toma, más allá de las obvias -aunque ocultas- medidas de seguridad. Pero luego, cuando se estrenó la película, quienes dudaban apreciaron mucho más.

Todo el largometraje es impactante, pero cuando la misión llega a Dubái el asunto se vuelve extremadamente sorprendente. Por cuestiones de la historia, Ethan Hunt (Tom Cruise) debe escalar por fuera del edificio para alcanzar su objetivo y, he aquí la maravilla: ¡realmente Tom Cruise filmó esas escenas en el exterior del Burj Khalifa, sin usar dobles de riesgo!

Por supuesto, los cables, el arnés y todos los elementos de seguridad fueron eliminados digitalmente en el montaje, pero el actor realmente estuvo en el exterior realizando las tomas que llegaron a la pantalla. ¿La altura?: 518 metros...

En el edificio más alto del mundo, recién inaugurado, la estrella se movía sin problemas de un lado para otro, con escenas muy seguras, pero siempre a una altura sin margen alguno de error.

En toda la historia del cine se registran muy pocas combinaciones verídicas entre edificios y rodajes como el representado en *Misión: Imposible Protocolo fantasma*.

Le debemos a Tom Cruise, con su audacia y pasión por el entretenimiento, una escena tan inolvidable como la narrada. Con los años, por más que la tecnología cinematográfica haya avanzado, la autenticidad de esos planos sigue siendo inigualable.

Un edificio que alcanzó la cima y una estrella que hizo lo mismo, logrando lo que nadie más logró, ni antes ni después.

Su misión, si decide aceptarla, es disfrutar de esta película una y otra vez.



El escenario

Torre Burj Dubái

El diseño adoptado en la Torre Burj Dubái presenta una configuración en forma de Y, cuya volumetría responde tanto a esta disposición como al criterio de generar retrocesos o reducciones en las dimensiones de cada una de las alas a medida que aumenta la altura del edificio.

Dicha configuración se desarrolla con retrocesos secuenciales que se producen en sentido horario. Los mismos se implementan cada cierta cantidad de pisos, y fueron documentados mediante cortes que ilustran la morfología resultante y señalan los niveles donde ocurren los cambios formales.

En cuanto a los sistemas estructurales, se identifican los Planos Resistentes, diferenciando entre los ubicados en el núcleo hexagonal, denominados Planos Resistentes del Núcleo, y los dispuestos en las alas de la configuración en Y, conocidos como Planos Resistentes de Alas.

Los Planos Resistentes del Núcleo están conformados por tabiques de hormigón armado que proporcionan rigidez espacial al núcleo, tanto traslacional como torsional. Por su parte, en las alas se disponen los Planos Resistentes de Alas, mayoritariamente constituidos por tabiques de hormigón armado conectados mediante vigas y algunas columnas del mismo material. Estas alas poseen rigidez espacial propia y, en conjunto, actúan como arbotantes del núcleo hexagonal, complementando la rigidez estructural total del edificio.



La variación de la volumetría en altura, consecuencia de los retrocesos, genera una serie de transiciones estructurales similares a las originadas por la ubicación de niveles técnicos. Estas transiciones fueron estudiadas mediante cortes específicos, donde se analiza la "trayectoria de las fuerzas". En dichos puntos, la hipótesis de bielas de compresión y tracción resulta útil para comprender la redistribución de fuerzas, en línea con las recomendaciones reglamentarias.

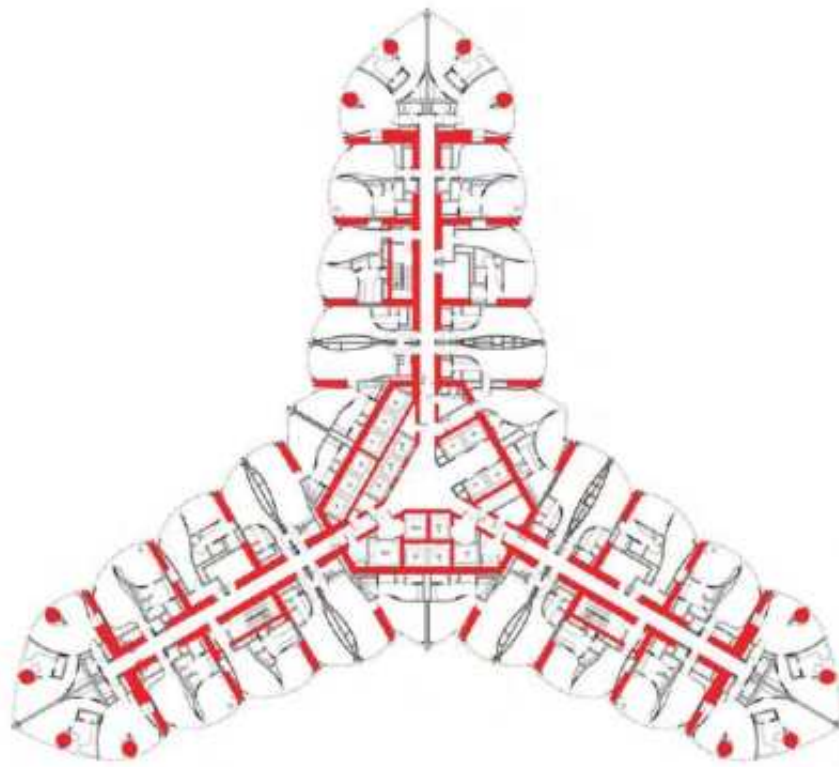
Un corte vertical de un sector de los Planos Resistentes de Alas, sometido a cargas verticales, evidencia ciertas irregularidades estructurales. Entre ellas, destaca la falta de alineación en altura de algunas aberturas, lo que genera una redistribución de las fuerzas verticales. Esta redistribución se explica mediante la hipótesis de bielas de compresión y tracción.

Adicionalmente, los retrocesos en la estructura provocan deformaciones axiales desiguales, dando lugar a esfuerzos adicionales. Para gestionar las citadas irregularidades, se aplica el mecanismo de bielas de compresión y tracción, el cual permite la transición de las cargas verticales en partes de la estructura afectadas por la desalineación de aberturas. Esta situación puede derivar en la formación de una viga de gran altura.

El sistema de fundación responde a las magnitudes de carga y a la capacidad portante de los suelos afectados. Es de tipo mixto, combinando pilotes preexcavados y una platea de hormigón armado. Se construyeron 194 pilotes de 1,50 m de diámetro, con una longitud máxima de, aproximadamente, 50 m, complementados por una platea de 3,70 m de espesor.







Cada pilote soporta una carga máxima de 3.000 t y se realizaron ensayos "in situ" con cargas de hasta 6.000 t para verificar su capacidad. Dadas las características químicas del nivel freático y del suelo, se emplearon hormigones especialmente diseñados para resistir los agentes agresivos presentes en estas condiciones.

La morfología de la planta de la torre Burj Dubái resultante, en forma de Y, más el criterio de reducción gradual de las dimensiones en planta de las ramas a medida que aumenta el número de pisos, generan una estructura aerodinámica. Este diseño es eficiente para "confundir" al viento, desorganizando la formación de vórtices, tal como se verificó en los estudios llevados a cabo en túnel de viento.

Los resultados de los ensayos prescritos demuestran una notable disminución en la intensidad de los vórtices de viento conforme se asciende en altura, lo cual refuerza la eficiencia aerodinámica del diseño adoptado. Evidentemente, la reducción de dichos vórtices implica una importante atenuación de los efectos del viento logrados con esta morfología y la rigidez de la estructura. Dichos aspectos han sido los únicos recursos para ello, sin necesidad de recurrir al empleo de Amortiguadores de Masa Sintonizados, tal como se ha requerido en otros edificios de menor altura y número de pisos.

El estudio en túnel de viento se realizó utilizando un modelo a escala 1:500, con variantes de modelo rígido y modelo flexible, y medición de presiones. Este análisis requiere un profundo conocimiento de principios fundamentales, como las leyes de semejanza.

Para construir el modelo, fue necesario determinar previamente las propiedades dinámicas de la estructura proyectada, incluyendo sus períodos de vibración. Los mismos se evaluaron mediante simulaciones computacionales, obteniendo valores para las vibraciones en las direcciones perpendicular, paralela y torsional.

El uso del modelo flexible permitió considerar tanto la distribución de masas como las rigideces del edificio proyectado. Con cada evaluación de resultados en el modelo, se ajustó el diseño del edificio para optimizar su comportamiento estructural y aerodinámico, mejorando así el proyecto obtenido.



La volumetría y el diseño estructural de la Torre Du-bái plantearon significativos desafíos, acentuados por la gran altura del proyecto. Las cargas gravitatorias generan problemas relacionados con deformaciones elásticas, lentas y de retracción. Para mitigar ambos efectos se definieron cuidadosamente las dimensiones de columnas y tabiques, buscando lograr tensiones uni-formes debido al peso propio y mantener una relación homogénea entre volumen y sección para reducir los efectos de la retracción.

Las deformaciones asociadas a la fundación también in-fluyeron de manera considerable en el comportamiento estructural. Dado que las citadas deformaciones depen-den del tiempo, los análisis estructurales clásicos de tipo lineal pueden conducir a resultados inexactos.

El proceso constructivo de la Torre Burj Dubái se vio significativamente afectado por estas deformaciones, por ende, fue necesario implementar un programa de corrección de la altura de piso a piso. Este ajuste per-mitió evitar que las deformaciones alteraran las alturas proyectadas, asegurando que se mantuvieran dentro de los parámetros de diseño.

El comportamiento a largo plazo del edificio fue evalua-do considerando las curvas de desplazamientos vertica-les en función de los distintos niveles, con un horizonte de análisis de 30 años tras el hormigonado. Estas curvas reflejan las contribuciones individuales de la deforma-ción elástica, la retracción y la deformación lenta, ade-más de la deformación total acumulada.

El desplazamiento vertical total máximo a los 30 años alcanza los 30 cm, lo que subraya la importancia de las deformaciones a largo plazo.

Como resultado de la volumetría de la Torre Burj Dubái, especialmente debido al "retroceso" causado por la reducción de las dimensiones de las alas, las cargas verticales generan desplazamientos horizontales que demandan un monitoreo constante para mantener el eje vertical de la construcción correctamente alineado.

Además de ostentar un récord de altura, la obra integra estrategias holísticas en sus sistemas mecánicos, eléctricos y sanitarios (MEP, por sus siglas en inglés), logrando una eficiencia sobresaliente, minimizando el impacto ambiental y optimizando el uso de materiales y recursos.

El objetivo principal fue garantizar el confort y un ambiente interior saludable. Su fachada de alto rendimiento atenúa el calor del verano y ofrece un excepcional confort térmico.



FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Misión imposible: protocolo fantasma.

Dirección: Brad Bird.

Protagonistas: Tom Cruise, Jeremy Renner, Simon Pegg, Paula Patton y Josh Holloway.

Guión: André Nemec y Josh Appelbaum, basado en "Mission: Impossible" creada por Bruce Geller.

Música: Michael Giacchino.

Fotografía: Robert Elswit.

Compañía: Paramount Pictures.

Año: 2011.

Duración: 134 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Torre Dubái (Burj Dubái).

Ubicación: Dubái, Emiratos Árabes Unidos.

Proyecto: Adrian Smith, Estudio SOM.

Ingeniería estructural: William F. Baker.

Altura: 808 m.

Pisos: 160.

Área construida: 344.000 m².

Costo: \$1.800.000.000 USD.



CAPÍTULO 13

LA PELÍCULA:

Vértigo

INGENIERÍA
de PELÍCULA

"Orfeo y Eurídice"

El Golden Gate es un puente que ha tenido una presencia destacada en la historia del cine, ha sido utilizado como la postal más reconocible de la ciudad de San Francisco y también como espacio central de escenas culminantes.

Quien quiera describir dicha ciudad lo hace con el puente, con eso alcanza para ubicar a cualquier espectador. Justamente por ese motivo no podía estar ausente en un clásico como *Vértigo* (*Vértigo*, 1958) de Alfred Hitchcock.

El director de *Los 39 escalones* y *La ventana indiscreta* quiso en este largometraje filmar gran parte de la historia en exteriores, aprovechando al máximo las locaciones naturales de la ciudad.

Una escena entre todas, utiliza el puente de manera brillante.

Scottie (James Stewart) es un policía retirado que sufre de vértigo. Un viejo amigo le pide un favor: que siga a su esposa, Madeleine (Kim Novak), a quién considera inestable mentalmente, a punto tal de poner en riesgo su vida. Investigando, Scottie descubre

una obsesión de Madeleine por una mujer llamada Carlotta Valdés, quién presa de la locura por un trauma de amor, terminó suicidándose.

El protagonista de *Vértigo* contempla a la mujer mientras la sigue sin que ella lo note por toda la bahía de San Francisco. Al llegar al Fort Point, frente al Golden Gate, ella parece poseída por una fuerza invisible que la lleva a arrojar al agua. Scottie se tira detrás de la dama y la salva, llevándola luego a su departamento sin intervención de nadie más.

El voyeurismo de toda la persecución se interrumpe y se convierte en una acción física concreta: el rescate. Luego, sin que se mencione ni se vea, la desnudará y la arropará en su cama. Será el final de una etapa en la relación y el comienzo de otra.

Vértigo es una historia entre dos mundos, una película sobre mujeres vivas y muertas y la manera en la cual el protagonista se enamora perdidamente de una de ellas. El Golden Gate ocupa, junto con esa escena, un lugar clave. Es el instante en el cual una mujer viva parece estar poseída por una muerta y pasar al otro lado. Un puente entre el mundo de los vivos y de los difuntos.

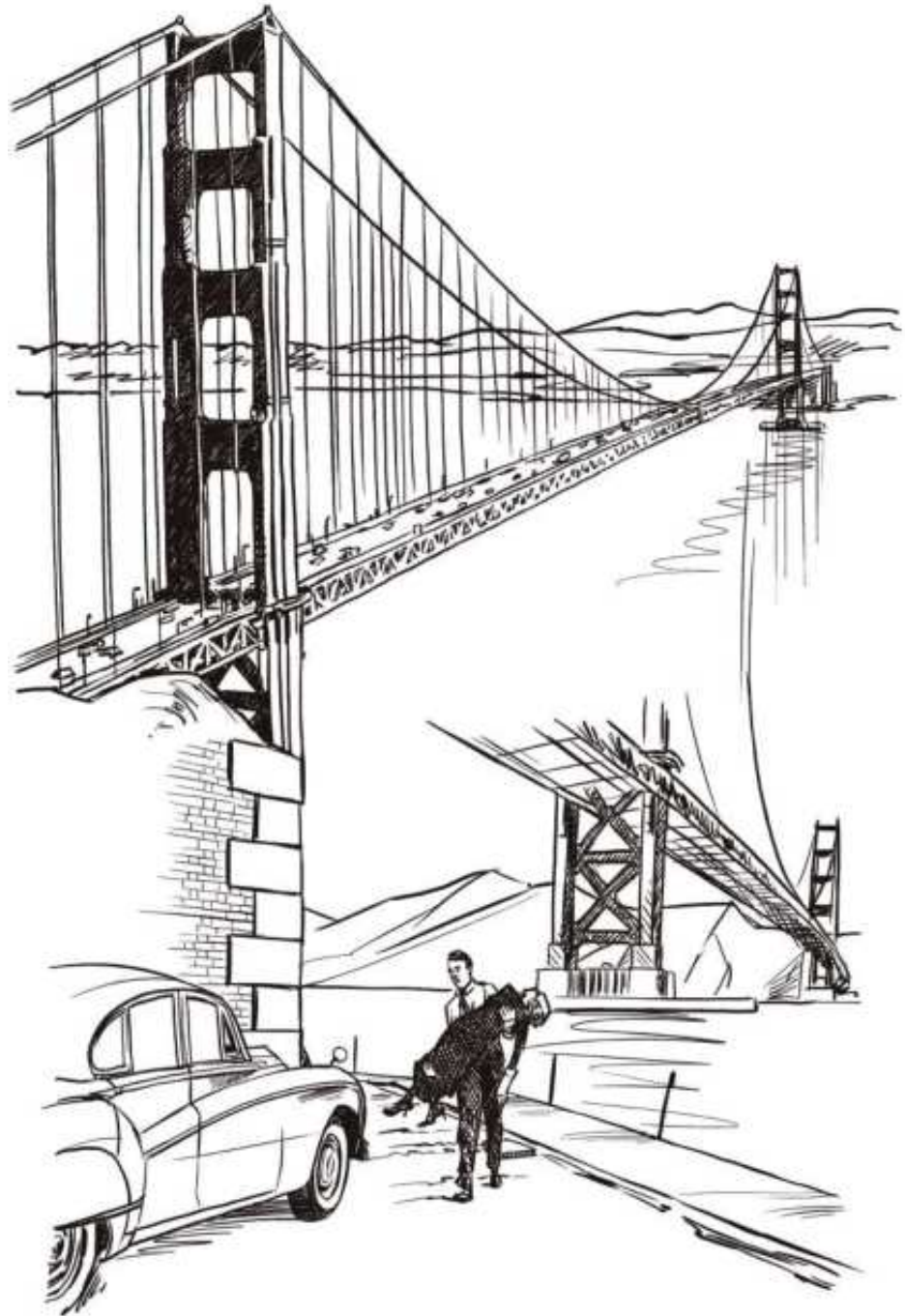
Scottie es como un Orfeo que rescata a Eurídice del mundo de los muertos. De hecho, en Latinoamérica, la película se estrenó con el título *Vértigo, de entre los muertos*, justamente este agregado es también el nombre original de la novela en la cual el film de Hitchcock se basa.

La grandeza del Golden Gate aumenta esta sensación del paso al más allá y, siguiendo con el mito de Orfeo y Eurídice, Scottie no sabe hasta qué punto está marcado por el mismo destino trágico.

Cuando sepa la verdad acerca de Madeleine y la impostora Judy, ya será demasiado tarde.

Cuando tenga en sus manos rescatar a Judy del más allá, cometerá el error de no poder resistirse a mirarla antes de que ella esté completamente segura y la condenará al mismo destino de Madeleine y Carlotta Valdés.

El puente que metaforiza la conexión fatal entre ambos mundos es uno de los más famosos del planeta, y hasta 1958, nadie lo había filmado tan bien como Alfred Hitchcock.



El escenario

Golden Gate Bridge

El Puente Golden Gate, diseñado por Joseph B. Strauss y Charles A. Ellis, es una de las estructuras de ingeniería más icónicas del mundo. Durante muchos años, fue el puente colgante más extenso del planeta, presentando un tramo principal de 1.280 m.

Las propuestas para construir un puente sobre el estrecho de Golden Gate comenzaron en el año 1869, pero no cobraron impulso hasta casi 50 años después. En 1916, James Wilkins, un periodista con formación previa como ingeniero civil, inició su campaña para construir la obra.

Wilkins propuso un puente colgante con un tramo central de 914 m y una altura libre sobre la bahía de 46 m. Sin embargo, la Primera Guerra Mundial retrasó cualquier avance.

En 1918, Richard Welch, miembro del Consejo de Supervisores del proyecto, solicitó al Congreso estadounidense autorización para realizar un estudio federal del canal, lo que reavivó el interés en la propuesta. Este estudio se llevó a cabo y sus resultados fueron entregados a Michael O'Shaughnessy, ingeniero municipal de San Francisco.



Joseph B. Strauss se involucró en el proyecto tras conocer a O'Shaughnessy. A finales de agosto de 1919, ambos solicitaron al Servicio de Geodesia y Topografía de los Estados Unidos que llevaran a cabo mediciones del fondo del canal en el sitio potencial de implantación del puente. Dicho trabajo se completó en el mes de mayo de 1920.

La propuesta inicial de Strauss, que consistía en dos tramos de doble voladizo unidos mediante un segmento central de suspensión, fue rechazada por motivos estéticos. El diseño final del puente colgante fue ideado y promovido por Leon Moisseiff, el ingeniero responsable del Puente de Manhattan en Nueva York.

Irving Morrow, un arquitecto relativamente desconocido, diseñó la forma general de las torres del puente, el sistema de iluminación y los elementos Art Deco, como las decoraciones, farolas, barandillas y pasarelas.

El famoso color Naranja Internacional del Puente Golden Gate fue elección personal del arquitecto Morrow, quien prevaleció sobre otras opciones, incluida la sugerencia de la Armada de los EE.UU. de pintarlo con franjas negras y amarillas para garantizar su visibilidad por parte de los barcos.

Charles Alton Ellis, colaborando de manera remota con Leon Moisseiff, fue el ingeniero principal del proyecto. Moisseiff desarrolló el diseño estructural básico, introduciendo su "teoría de la deflexión", según la cual una carretera delgada y flexible se flexionaría con el viento, reduciendo enormemente el estrés al transmitir las fuerzas a través de los cables de suspensión hacia las torres del puente.





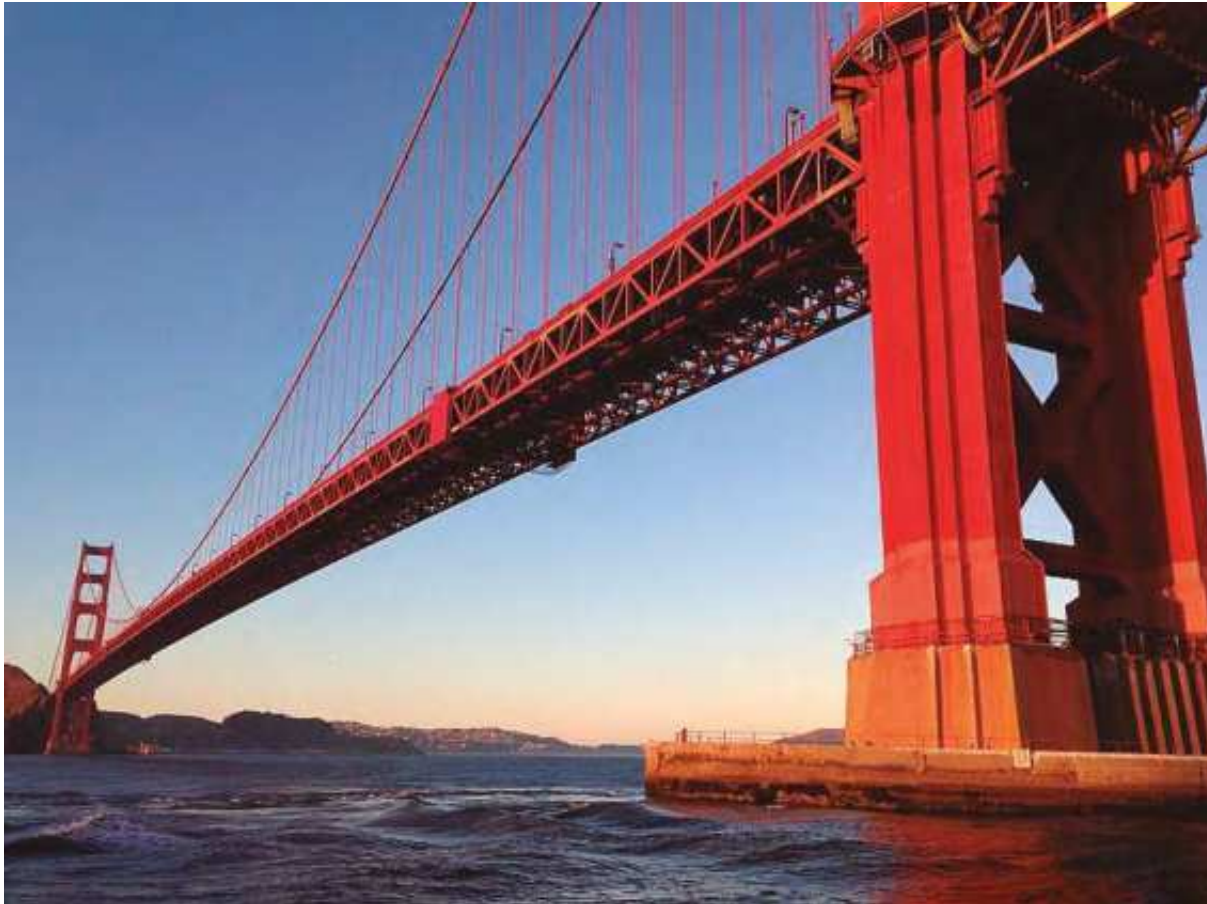
Ellis también tuvo a cargo la tarea de diseñar un "puente dentro de un puente" en el estribo sur, para evitar la demolición de Fort Point, una fortificación de mampostería previa a la Guerra Civil que, incluso en ese entonces, se consideraba digna de preservación histórica.

Strauss razonó que un puente en voladizo de aproximadamente 1.220 m sería demasiado pesado, mientras que un puente colgante sería demasiado flexible. Por lo tanto, diseñó una estructura combinada con un tramo de anclaje de 402 m, un brazo en voladizo de 222 m, un tramo colgante de 805 m, otro brazo en voladizo de 222 m y un tramo de anclaje adicional de 402 m.

De esta manera, el puente tendría una longitud total de 2.053 m y soportaría cuatro carriles de tráfico y dos carriles para tranvías, además de extensos viaductos de acceso en ambos extremos.

La altura libre del Puente Golden Gate sobre el agua promedio los 67 m, mientras que sus torres, con una altura de 227 m sobre el agua, fueron las más altas del mundo en puentes colgantes hasta el año 1993, cuando fueron superadas por el Puente Mezcala, en México.

El peso de la calzada se cuelga de 250 pares de cuerdas verticales suspendidas, unidas a dos cables principales. Los cables principales pasan sobre las dos torres y están compuestos por 27.572 hilos de alambre. La longitud total de alambre de acero galvanizado utilizado para fabricar ambos cables principales se estima en 130.000 km. Cada una de las dos torres del puente suma, aproximadamente, 600.000 remaches.



En 1999, el Puente Golden Gate fue clasificado en el quinto lugar de la Lista de la Arquitectura Favorita de América, por el Instituto Americano de Arquitectos.

Originalmente, el puente fue pintado con una capa base de plomo rojo y una capa superior a base de plomo, que se retocaba según fuera necesario. A mediados de la década de 1960, se inició un programa para mejorar la protección contra la corrosión mediante la eliminación de la pintura original y la repintura del

puente con una imprimación de silicato de zinc y capas superiores de vinilo.

Desde 1990, se han utilizado capas superiores de acrílico por razones de calidad del aire. El programa se completó en 1995, y en la actualidad, es mantenido por 38 especialistas que retocan la pintura donde el metal se ha corroído seriamente. La tarea continua de mantenimiento del puente mediante pintura conforma un proceso constante.



El proyecto de construcción del Puente Golden Gate fue llevado a cabo por la McClintic-Marshall Construction Co., una subsidiaria de la Bethlehem Steel Corporation fundada por Howard H. McClintic y Charles D. Marshall, ambos de la Universidad de Lehigh.

Charles A. Ellis también innovó al utilizar en esta magnífica obra redes de seguridad móviles ubicadas debajo de los distintos puestos de trabajo, acción responsable de salvar muchas vidas. Diecinueve hombres que fueron resguardados por las redes en caídas accidentales durante la construcción del puente formaron el “Half Way to Hell Club”.

Durante la materialización del Puente Golden Gate se experimentaron serias dificultades para colocar el cajón de cimentación de la torre sur, situado a 300 m mar adentro, pero el resto de la construcción continuó sin mayores inconvenientes.



John A. Roebling's Sons fabricó y tendió los cables de 91 cm de diámetro y 2.331 m de longitud, que contenían 27.572 alambres, convirtiéndolos en los cables más grandes jamás fabricados hasta ese momento. Utilizando nuevas técnicas, completaron este trabajo el 20 de mayo de 1936, dos meses antes de lo programado. Luego se colocaron los cables colgantes y las cerchas de rigidez longitudinal suspendidas de ellos. Finalmente, se instaló la plataforma diseñada para seis carriles de tráfico.



El puente fue completado y se inauguró el 27 de mayo de 1937 para peatones, y el 28 de mayo para vehículos motorizados. Se realizó una gran celebración. El centro de atención de la misma fue Joseph B. Strauss, quien compuso un poema para la ocasión.

El 30 de septiembre de 1937, Strauss presentó su “Informe del Ingeniero Jefe” a la Junta Directiva del Golden Gate Bridge and Highway District, donde describió el diseño completo para la construcción del icónico puente.

La Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés) nombró al puente como “Hito Histórico Nacional de la Ingeniería Civil” en el año 1984.

En 1994, fue designado como una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno, y en 2001, se reconoció como “Monumento de la Ingeniería Civil del Milenio”.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Vértigo.

Dirección: Alfred Hitchcock.

Protagonistas: James Stewart, Kim Novak, Barbara Bel Geddes, Tom Helmore y Henry Jones.

Guion: Alec Coppel y Samuel A. Taylor, basado en “D'entre les morts” de Pierre Boileau y Thomas Narcejac.

Música: Bernard Herrmann.

Fotografía: Robert Burks.

Compañía: Alfred J. Hitchcock Productions.

Año: 1958.

Duración: 128 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Golden Gate Bridge.

Ubicación: Bahía de San Francisco, California, Estados Unidos.

Propietario: Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District.

Diseño estructural: Joseph B. Strauss y Charles A. Ellis.

Diseño arquitectónico: Irving Morrow.

Ingeniero principal: Charles Alton Ellis.

Construcción: McClintic-Marshall Construction Co.

Proveedor de cables: John A. Roebling's Sons.

Uso: Carretera, bicicletas y peatonal.

Longitud total: 2.053 m.

Altura libre del puente sobre el agua: 67 m.

Altura libre de las torres sobre el agua: 227 m.



**VICKY CRISTINA
BARCELONA**

CAPÍTULO 14

LA PELÍCULA: Vicky Cristina Barcelona

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Woody Allen entre el deseo y la razón”

Woody Allen ha convertido varias ciudades en musas de su cine. En *Vicky Cristina Barcelona* (2008), la urbe no es solo un escenario; es una presencia palpable, vibrante y casi viva, una invitación a la aventura y la pasión que, como los personajes, se ve arrastrada por el viento cálido y las luces intensas de un verano interminable.

Barcelona se convierte de esta forma en un lienzo donde el cineasta neoyorkino pinta una historia de amor, deseo y confusión, donde las fronteras entre la razón y la emoción se desdibujan.

La película narra las andanzas de Vicky (Rebecca Hall) y Cristina (Scarlett Johansson), dos amigas estadounidenses con miradas radicalmente opuestas sobre la vida y el amor. Vicky es racional, pragmática, involucrada con su vida estable y su prometido, mientras que Cristina, impulsiva y bohemía, busca la experiencia, la emoción del instante y el arte como forma de entender el mundo.

Ambas viajan a Barcelona en un verano el cual se transformará en un punto de inflexión en sus vidas. Allí entran en juego Juan Antonio (Javier Bardem),

un pintor español de carácter apasionado, y María Elena (Penélope Cruz), su exesposa, una mujer temperamental y autodestructiva.

Lo que comienza como un coqueteo trivial entre Juan Antonio y las dos amigas se convierte rápidamente en un torbellino emocional. Vicky, quien inicialmente ve en Juan Antonio una amenaza a su visión estable y controlada del mundo, se ve arrastrada a una relación inesperada, mientras que Cristina, dispuesta a lanzarse sin reservas a la aventura, encuentra una conexión profunda, pero también destructiva, con él y con María Elena.

En medio de esta historia de pasiones entrelazadas, una escena sintetiza la esencia del film: la visita a la Sagrada Familia de Antoni Gaudí.

Vicky, con su mente lógica, trata de explicar la complejidad arquitectónica del templo, utilizando su formación académica para justificar la admiración. Cristina, por otro lado, se deja llevar por la emoción, el desconcierto y la belleza de las formas orgánicas de Gaudí, buscando respuestas no en la razón, sino en los sentimientos.

Esta escena simboliza el corazón del guion: la eterna tensión entre la razón y el deseo, el control y la improvisación, el amor por la estabilidad frente al riesgo de perderse. En ese contraste, Allen pone de manifiesto que el arte y el amor no se ajustan a fórmulas preconcebidas, y en ocasiones, es necesario dejarse llevar por la experiencia sin tratar de comprenderlo todo.

La Sagrada Familia, con su monumentalidad inacabada, se convierte en el reflejo de los personajes: obras en proceso, llenas de contradicciones, pero fascinantes en su constante transformación.

La película, dirigida y escrita por el propio Woody Allen, cuenta con una notable fotografía de Javier Aguirresarobe, quien captura con sutileza la esencia de Barcelona, desde sus rincones soleados hasta sus sombras, creando una atmósfera cálida y sensual que nunca abandona al espectador.

El largometraje recibió el Globo de Oro a Mejor Película – Comedia o Musical, y Penélope Cruz, se llevó el Oscar a la Mejor Actriz de Reparto, ofreciendo una interpretación brillante y profunda.

Vicky Cristina Barcelona es, en definitiva, una película sobre el deseo, la pasión, el arte y la complejidad de las relaciones humanas. Woody Allen, con su característico estilo, nos ofrece una reflexión sobre lo efímero del amor y lo impredecible de las decisiones que tomamos.



El escenario

La Sagrada Familia

Aunque se atribuye a Antoni Gaudí el mérito de ser el genio que ideó la Sagrada Familia, no es el único quien trabajó en la materialización de dicha obra.

La construcción de la catedral comenzó en el año 1882, pero cuando Gaudí falleció en 1926, el templo solo estaba terminado en un 25 %. A lo largo de los 140 años de su construcción, nueve arquitectos se han encargado del desarrollo del proyecto.

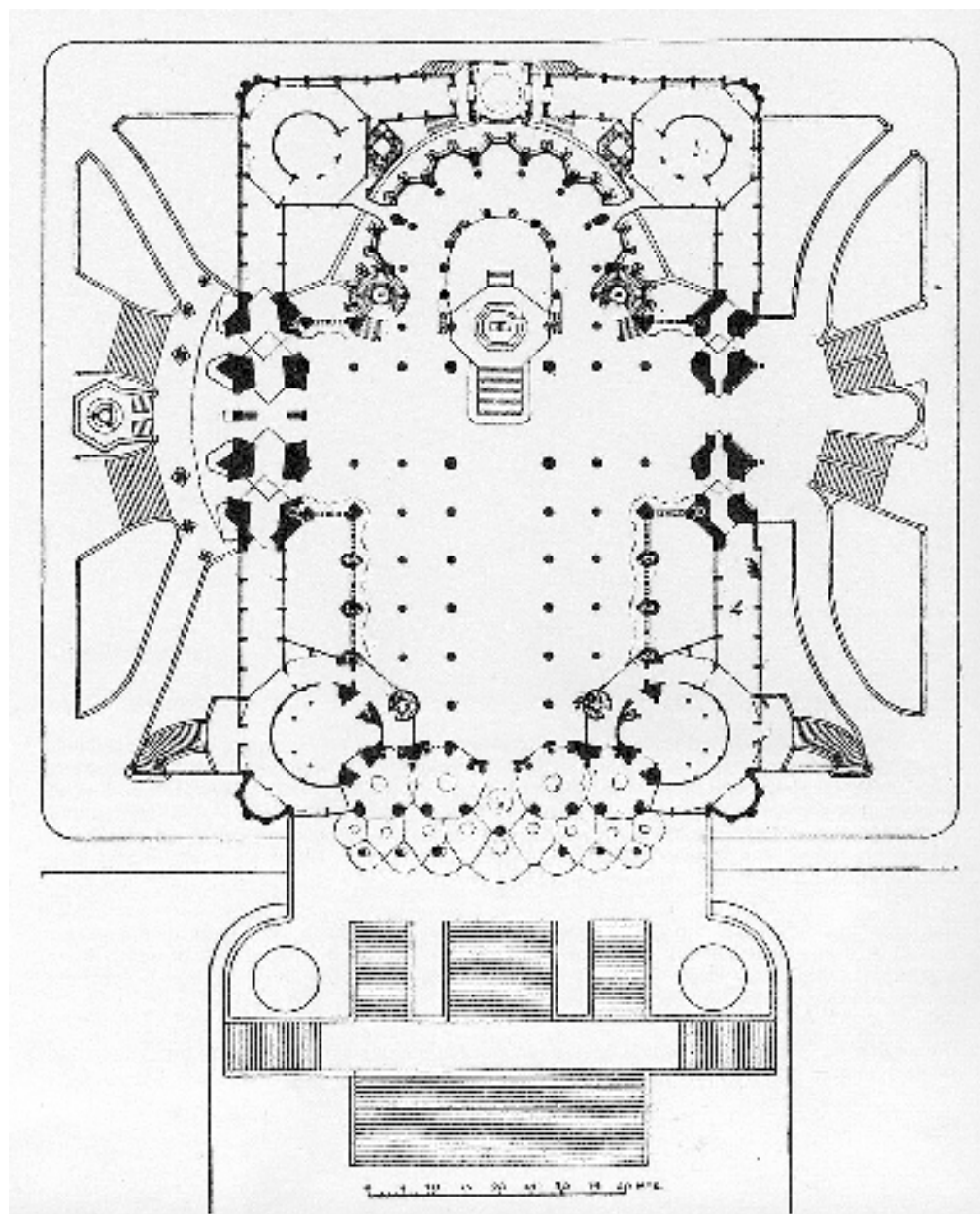
La Sagrada Familia abreva en el modernismo catalán, el art nouveau, el novecentismo y el gótico tardío español. La iglesia es famosa por su inusual diseño, con pocas líneas verticales y sin ángulos rectos.

Presenta varios elementos arquitectónicos distintivos, como una enorme torre central a modo de un impresionante tronco de árbol y altísimas agujas imitando palmeras.

Las fuentes de inspiración de Gaudí fueron muchas y variadas, pero no siempre las utilizó directamente. El empleo de morfologías orgánicas se basó en la propia naturaleza y no exclusivamente en una sola procedencia.

Recurrió a formas naturales como árboles y flores en sus diseños, más símbolos del arte tradicional catalán, como las piñas y las bellotas.





PLANTA DE LA SAGRADA FAMILIA

Los materiales preponderantes en la construcción de la Sagrada Familia son el hormigón, la piedra, la madera y el vidrio, pero los más destacados en su estructura son el hormigón y el acero.

Como muchas otras catedrales góticas europeas, la Sagrada Familia no es un monumento de gran altura en comparación con su ancho y, además, muestra una gran complejidad de partes.

Cuenta con naves dobles, un deambulatorio con siete capillas absidales, múltiples torres y tres portales que rodean el edificio, cada uno con su estructura y ornamentación.

En la nave central de la Sagrada Familia, la sucesión en la transmisión de fuerzas se lleva a cabo mediante un sistema de columnas interiores inclinadas, las cuales más abajo son las responsables de sustentar el peso de las bóvedas del templo, mientras se unen de dos en dos en lo alto de la nave central.

Seguidamente, una columna inclinada recoge el peso de los altos ventanales y el esfuerzo de sustentación de cuatro columnas de apoyo de la nave central, que al llegar a tierra, se vinculan en una única sólida columna. Lo mencionado produce en el observador un efecto de bosque de una excepcional belleza.

Las columnas permanecen ligeramente inclinadas hacia el interior en la nave central. Por su parte, las columnas diviso-

rias de las naves laterales, es decir, las encargadas de soportar el primer nivel, se diseñaron también ladeadas, pero en sentido contrario.

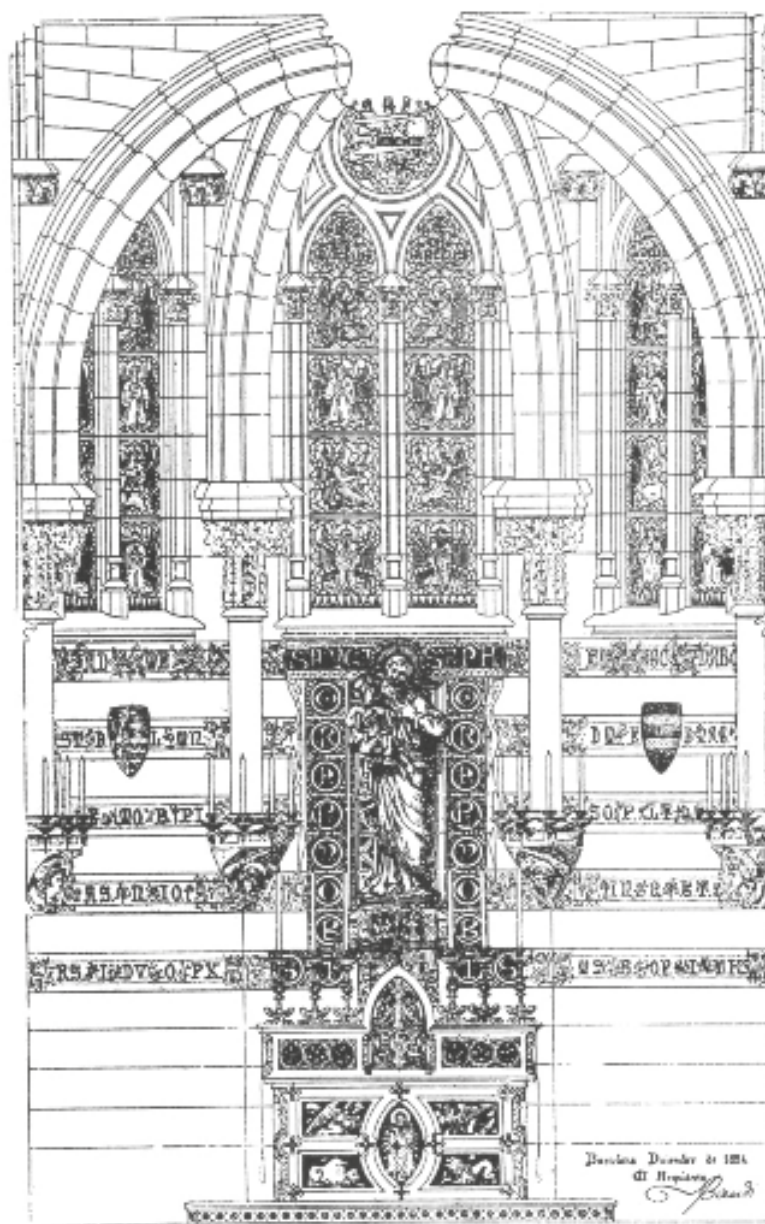
Las columnas de las naves se aprecian estriadas y ligeramente cónicas. Los capiteles a partir de los cuales las columnas se bifurcan, ofrecen una forma elipsoidal y fueron decoradas con diversos símbolos.

Finalmente, las columnas del cimborio son las de mayor diámetro y presentan doce lados.

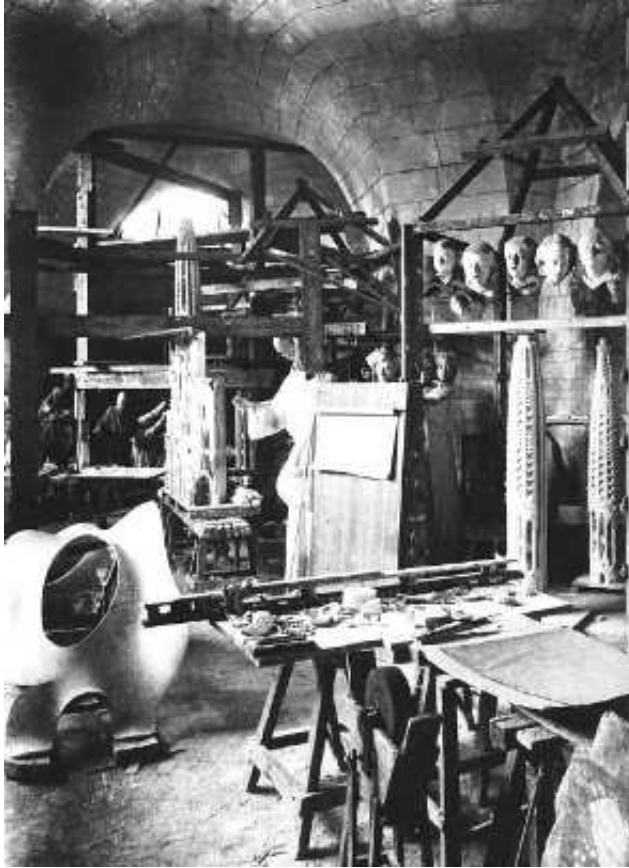
Las bóvedas de las naves están formadas por cúpulas hiperbólicas prefabricadas y modulares las cuales simplificaron extraordinariamente el proceso constructivo. La variedad que permiten los sistemas de hiperboloides cóncavos y convexos obtienen un efecto de superficie estrellada capaz de intercalar puntos dispersos de luz.

En cuanto a los cimborios, se levantan a una altura de veinte metros por encima de la nave central. Allí Gaudí delegó interesantes estudios estructurales parciales, respetando formas hiperboloideas.

Los muros exteriores de la Sagrada Familia soportan su propio peso exclusivamente, puesto que la carga y empuje de las bóvedas se transmiten al suelo a través de las columnas interiores.



ALZADO DE LA CAPILLA SAN JOSÉ (1884)



Por otra parte, los citados muros fueron completamente perforados por rosetones, ojivas, ventanales y otras aperturas, aliviando su peso. Aquí también los hiperboloides determinan las formas más habituales y posibilitaban a Gaudí adoptar las mejores soluciones técnicas y estéticas.

El basamento de los muros remata a los 4 m, por encima de los cuales nace la primera serie de ventanales con una altura

de 20 m. Sobre los mismos, una segunda serie de ventanas, con una alzada de 10 m, habilitan el ingreso de luz hasta las bóvedas de la nave central.

Las cubiertas correspondientes a la nave central son las de mayor altura. Constan de una serie de pirámides, una por bóveda, conectadas entre sí y con los frontones de los ventanales compuestos por grandes paraboloides.

Las cubiertas de las naves laterales son casi planas, posibilitando disponer importantes aventanamientos en los muros superiores de la nave central, logrando de esta manera, una óptima iluminación.

El diseño estructural de la Sagrada Familia incluye dieciocho agujas que simbolizan en orden ascendente a los doce apóstoles, los cuatro evangelistas, la Virgen María y Jesucristo.

Desde el año 2010 se han construido ocho agujas, las cuales se corresponden con cuatro apóstoles en la fachada de la Natividad y cuatro apóstoles en la fachada de la Pasión.

La aguja central de Jesucristo estará coronada por una cruz gigante, mientras que las cuatro agujas más pequeñas fueron adornadas con las esculturas de los símbolos tradicionales de los evangelistas: un toro (San Lucas), un hombre alado (San Mateo), un águila (San Juan) y un león (San Marcos).

La Sagrada Familia es el edificio religioso más alto del mundo.

Las columnas interiores de la obra recurren estructuralmente a diferentes materiales que representan la dureza de distintos tipos de roca. Las columnas protagónicas son de una roca volcánica rugosa llamada pórfido rojo. Las mismas sostienen las cinco torres centrales del templo.

El basalto, otra roca volcánica, compone las columnas más pequeñas y oscuras responsables de sostener la fila exterior de la basílica. Por último, el granito de Montjuïc materializa las columnas más pequeñas que sostienen parte del coro, emplazado detrás del crucero y antes del altar.

Las escaleras que conducen a los niveles superiores se encuentran a ambos lados del ábside. Su interior contiene siete capillas, cada una de ellas con un diseño estructural y una finalidad diferentes.

A un lado del ábside se descubre un trono con Jesucristo en la cruz. Alrededor de su icónica figura se dispusieron grandes vidrieras que llenan el interior de luz y color, modificándose a lo largo del día al pasar de la mañana a la noche.

La iglesia presenta una planta semicircular en su parte superior y consta de siete capillas dispuestas alrededor del deambulatorio central y del altar. Las distintas vidrieras anuncian la llegada del Mesías, al que se invoca con siete nombres diferentes.

La Sagrada Familia, la obra más famosa de Gaudí, fue declarada “Patrimonio de la Humanidad” por la UNESCO en el año 2005. Es un ejemplo extraordinario de una obra ingenieril y arquitectónica que representa una síntesis entre los estilos gótico, moderno y tradicional.

Fue diseñada para reunir a todas las religiones en una sola fe mediante el uso de tecnología de ingeniería moderna y nuevos materiales.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Vicky Cristina Barcelona.

Dirección: Woody Allen.

Protagonistas: Javier Bardem, Penélope Cruz, Scarlett Johansson, Rebecca Hall, Patricia Clarkson, Kevin Dunn y Chris Messina.

Guion: Woody Allen.

Fotografía: Javier Aguirresarobe.

Compañía: Metro-Goldwyn-Mayer.

Año: 2008.

Duración: 96 minutos.

País: España y Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Templo Expiatorio de la Sagrada Familia.

Ubicación: Calle de Mallorca 401, Barcelona, España.

Diseño y construcción: Antoni Gaudí.

Estilo: Modernista catalán.

Altura actual a la Torre de Jesucristo: 142,5 m.

Superficie de la obra: 4.500 m².



CAPÍTULO 15

LA PELÍCULA: Tiempo de valientes

INGENIERÍA
de PELÍCULA

"Me siento en *Arma mortal, Díaz*"

Bajo la batuta de Damián Szifrón, *Tiempo de Valientes* (2005) es un film que desafía las convenciones del thriller y la comedia, fusionando ambos géneros con un estilo muy personal el cual ha definido la impronta de este destacado joven cineasta argentino.

Szifrón ofrece en este film una mirada irónica sobre la vida, el miedo y la violencia en la sociedad urbana, mientras se adentra en las entrañas de dos mundos aparentemente opuestos, pero finalmente, profundamente interconectados. El choque de estos mundos, el de la razón y la fuerza, crea situaciones inesperadas que generan tanto tensión como momentos cómicos...

La historia sigue a Mariano (Diego Peretti), un psicoanalista que, a raíz de un accidente de tránsito, es condenado a realizar trabajos comunitarios relacionados con su profesión. La tarea que el juez le asigna es la de atender a Alfredo (Luis Luque), un inspector de la Policía Federal anímicamente devastado por la infidelidad de su mujer.

La relación entre ellos, en principio asimétrica y distante, va evolucionando a medida que surgen

situaciones las cuales los obligan a enfrentarse a su entorno y a ellos mismos...

Mariano, un hombre racional y controlado, se ve arrastrado por la caótica y emocional naturaleza de Alfredo, quien no solo atraviesa una crisis personal, sino que también está sumido en investigaciones policiales llenas de violencia, corrupción y peligros imprevistos. A medida que Mariano se interesa más por el mundo de Alfredo, sus propios límites se ven desbordados ante los sorpresivos giros de los acontecimientos.

Lo que comienza como un simple acompañamiento terapéutico se transforma rápidamente en una inmersión en el universo del crimen, donde Mariano, casi sin darse cuenta, se convierte en una especie de ayudante extraoficial de Alfredo.

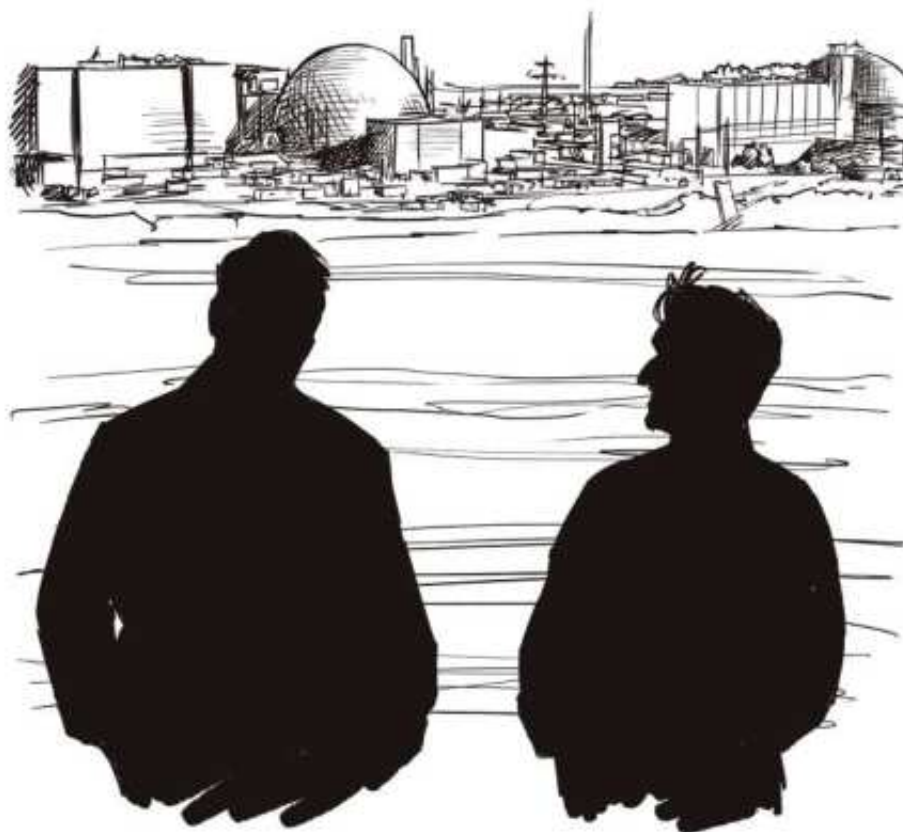
La película logra crear una atmósfera inquietante y, al mismo tiempo, profundamente divertida, donde el humor se convierte en un mecanismo de defensa ante la brutalidad de las circunstancias. Mariano, el psicoanalista, se enfrenta a un espacio desconocido, mientras que Alfredo, el inspector de policía, se encuentra atrapado en una vida llena de emociones extremas.

El guion de Szifrón, con diálogos agudos y cargados de humor, da profundidad a los personajes, quienes no solo enfrentan a los villanos de turno, sino también a sus propios miedos e inseguridades. La química entre Diego Peretti y Luis Luque se convierte en el eje de la historia. La escena en la cual descubren las similitudes entre las melodías del “cumpleaños feliz” y “el payaso Plin Plin” es uno de los momentos más surrealístamente graciosos del film.

El desenlace se produce en la Central de Atucha, un lugar donde los destinos de los personajes se sellan de manera inesperada pero coherente con el tono de la película. Es allí donde las decisiones finales de Mariano y Alfredo marcan el cierre de la trama.

En un cine argentino que en esos años comenzaba a explorar nuevas formas narrativas, Szifrón logró crear una película fresca e irreverente. La fusión de géneros y la riqueza emocional de los personajes muestran la habilidad del director para mantener la tensión sin perder el humor.

Tiempo de Valientes es un largometraje sobre cómo dos mundos opuestos pueden converger en un espacio de acción y comedia. Es un thriller que no se toma a sí mismo demasiado en serio, lleno de guiños a las películas de parejas-desparejas estadounidenses, pero capaz de dibujar una sonrisa en el rostro de quien se atreve a sumergirse en su universo.



El escenario

Complejo Nuclear Atucha I y II

El Complejo Atucha es un centro argentino donde funcionan las centrales nucleares Atucha I y II. Está ubicado sobre la margen derecha del río Paraná de las Palmas, a 100 km de la ciudad de Buenos Aires, en la localidad de Lima del partido-municipio de Zárate, provincia de Buenos Aires.

La Central Nuclear Atucha I fue conectada al Sistema Eléctrico Nacional el día 19 de marzo de 1974 y comenzó su producción comercial el 24 de junio de ese mismo año. En ese entonces, se constituyó en la primera central nuclear de América Latina.

El complejo se encuentra refrigerado con agua pesada y pertenece al tipo de reactores PHWR (reactor de agua pesada a presión). Cuenta con una potencia eléctrica bruta de 362 megavatios y emplea como combustible uranio levemente enriquecido al 0,85 %.

El 31 de mayo de 1950 se crea en Argentina la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), con el objetivo de convocar a especialistas de las diversas disciplinas científicas relacionadas con el tema y de adquirir los equipos necesarios para crear laboratorios de aprendizaje.





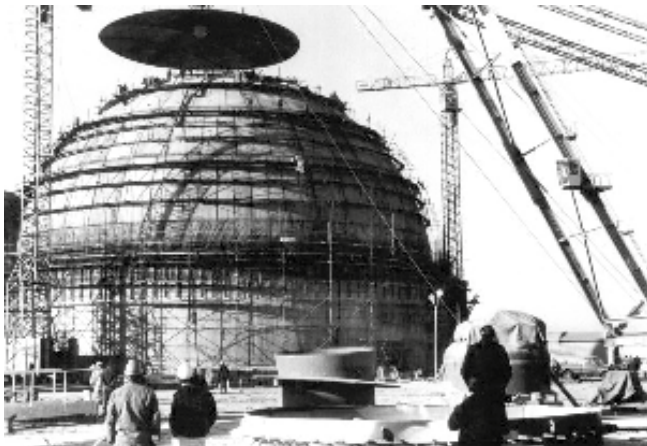
Desde su concepción, y durante toda la década de 1950, la CNEA se enfocó en el estudio del territorio argentino con el objetivo de descubrir reservas uraníferas, iniciando su extracción en 1952 en Malargüe, provincia de Mendoza, e instalando ese mismo año una planta experimental de tratamiento en la ciudad de Córdoba.

En 1958 ingresó en operaciones el reactor experimental RA-1 instalado en el Centro Atómico Constituyentes

del partido de San Martín en la provincia de Buenos Aires, siendo el primero de su tipo en Sudamérica. Dicho reactor y sus elementos combustibles habían sido desarrollados íntegramente en el país a través del personal de la CNEA.

El gobierno argentino brindó su aval, en 1965, a la iniciativa promovida por la CNEA para la instalación en el país de un reactor nuclear de potencia, determinándose





que se llevara a cabo un estudio de factibilidad. El resultado de dicho estudio, expresó la conveniencia, necesidad y factibilidad técnico-económica de impulsar una central eléctrica de energía nuclear de 500 MW de potencia para abastecer al Gran Buenos Aires y al litoral del río Paraná, dado que las fuentes tradicionales de energía “resultarían insuficientes en el mediano plazo”.

De esta manera, el primer día de junio de 1968 comenzó la construcción de Atucha I. En la misma se utilizó un reactor del tipo agua pesada a presión, con un diseño basado en el prototipo alemán MZFR y una potencia neta de 300 MW.

La construcción de la central fue responsabilidad de la subsidiaria Kraftwerkunion (KWU) de la empresa Siemens, mediante el esquema conocido como “llave en mano”.

El reactor de Atucha I entró en criticidad el 13 de enero de 1974. La central fue conectada al Sistema Eléctrico Nacional

el 19 de marzo y comenzó su producción comercial el 24 de junio del mismo año. Inicialmente, entregó una potencia de 357 MWe con una tensión de 220 kV.

En la etapa de construcción de Atucha I, la industria local participó proporcionando el 90 % de la obra civil, el 50 % del montaje y el 13 % de los suministros electromecánicos.

Desde 2001 es la primera y única central comercial de agua pesada en el mundo que funciona totalmente con uranio levemente enriquecido.

En el año 1980, la CNEA firmó un contrato con la empresa Sulzer de Suiza, para la entrega también “llave en mano”, de una segunda planta industrial de agua pesada con una producción anual asegurada de 200 t. Ese mismo año, la Comisión firmó otro contrato para el suministro de materiales y servicios para la construcción de una central nuclear basada en uranio natural y agua pesada, del tipo recipiente, con una capacidad de 700 MW a emplazarse junto a la Central Nuclear de Atucha, por lo que se llamaría Atucha II.

A diferencia de los anteriores proyectos, Atucha II no sería ejecutada con el esquema de “llave en mano”, sino que sería desarrollada conjuntamente entre Siemens y la CNEA. Se acordó con las empresas contratistas asumir las tareas de montaje de los diversos componentes, mecanismos y sistemas, además de incluir en el proyecto a profesionales de distintos estudios de ingeniería local.

La construcción de la Central Nuclear Atucha II se inició en el año 1981. En sus orígenes, contaba con el recipiente de presión más grande respecto de cualquier otra central nuclear del planeta. Su costo total se estimó entonces en 1.600 millones de dólares.



Atucha II alcanzó su primera criticidad el 3 de junio de 2014, y el día 27 de ese mismo mes se sincronizó su generador al Sistema Interconectado Nacional.

Cuenta con instalaciones de seguridad actualizadas al concepto de defensa en profundidad con barreras sucesivas, doble contención de acero y hormigón, separación física entre sistemas de seguridad y programa de vigilancia en servicio, entre otros adelantos.

Durante 1998 se montó el recipiente de presión. Se trata del continente de acero donde las fisiones del uranio en el combustible calientan el agua pesada el cual luego, a su vez, genera el vapor encargado del movimiento de la turbina.

El proceso de puesta en marcha de Atucha II se inició a finales de septiembre del año 2011. Como en Atucha I,

Atucha II conforma un reactor de agua pesada presurizada con tecnología de Siemens KWU, pero fue diseñado para alcanzar una potencia más elevada, de 2.175 MW de potencia térmica y 692 MW de potencia eléctrica neta.

El cronograma de ejecución de la obra comprendió una fase I de 12 meses de duración para el relanzamiento del proyecto, más una fase II de 26 meses destinada a las actividades de construcción y montaje. La fase III para la puesta en marcha de la central demandó cerca de 14 meses.

La Central Nuclear Atucha II se encuentra dentro de la línea PHWR de reactores de agua pesada con recipiente de presión desarrollada por Siemens, de los cuales solo se construyó el prototipo MZFR de 57 MWe de generación en Alemania y la Central Atucha I con una potencia de 357 MWe brutos, pero ambos con una capacidad de generación sensiblemente menor respecto de Atucha II.

La central emplea agua pesada como refrigerante y moderador, lo que permite la utilización de uranio natural como combustible, siendo posible la recarga del mismo mientras la central actúa a plena potencia, lográndose así un bajo costo operativo.

El edificio principal del reactor posee una esfera de contención de acero Aldur 50/650, de 35 mm de espesor y un diámetro de 56 m, recubierto por una importante capa de hormigón sólido.

Nucleoeléctrica Argentina S.A. es la empresa responsable de la operación de ambas centrales y de la Central Nuclear Embalse, situada en la costa sur del río Tercero en la provincia de Córdoba.

En el acto de inicio de la puesta en marcha de la Central Atucha II, fue anunciado el proyecto de construcción de la Central Atucha III y del prototipo del primer reactor de potencia de diseño nacional, la Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM) de 25 megavatios, en una ubicación adyacente a la Central Atucha I.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Tiempo de Valientes.

Dirección: Damián Szifron.

Protagonistas: Luis Luque, Diego Peretti y Oscar Ferreiro.

Guion: Damián Szifron, con la colaboración de Agustín Rolandelli y Nicolás Smudt.

Música: Guillermo Guareschi.

Fotografía: Lucio Bonelli.

Compañía: 20th Century Fox Argentina.

Año: 2005.

Duración: 112 minutos.

País: Argentina.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Central Nuclear Atucha.

Localización: Lima, partido de Zárate, provincia de Buenos Aires, Argentina.

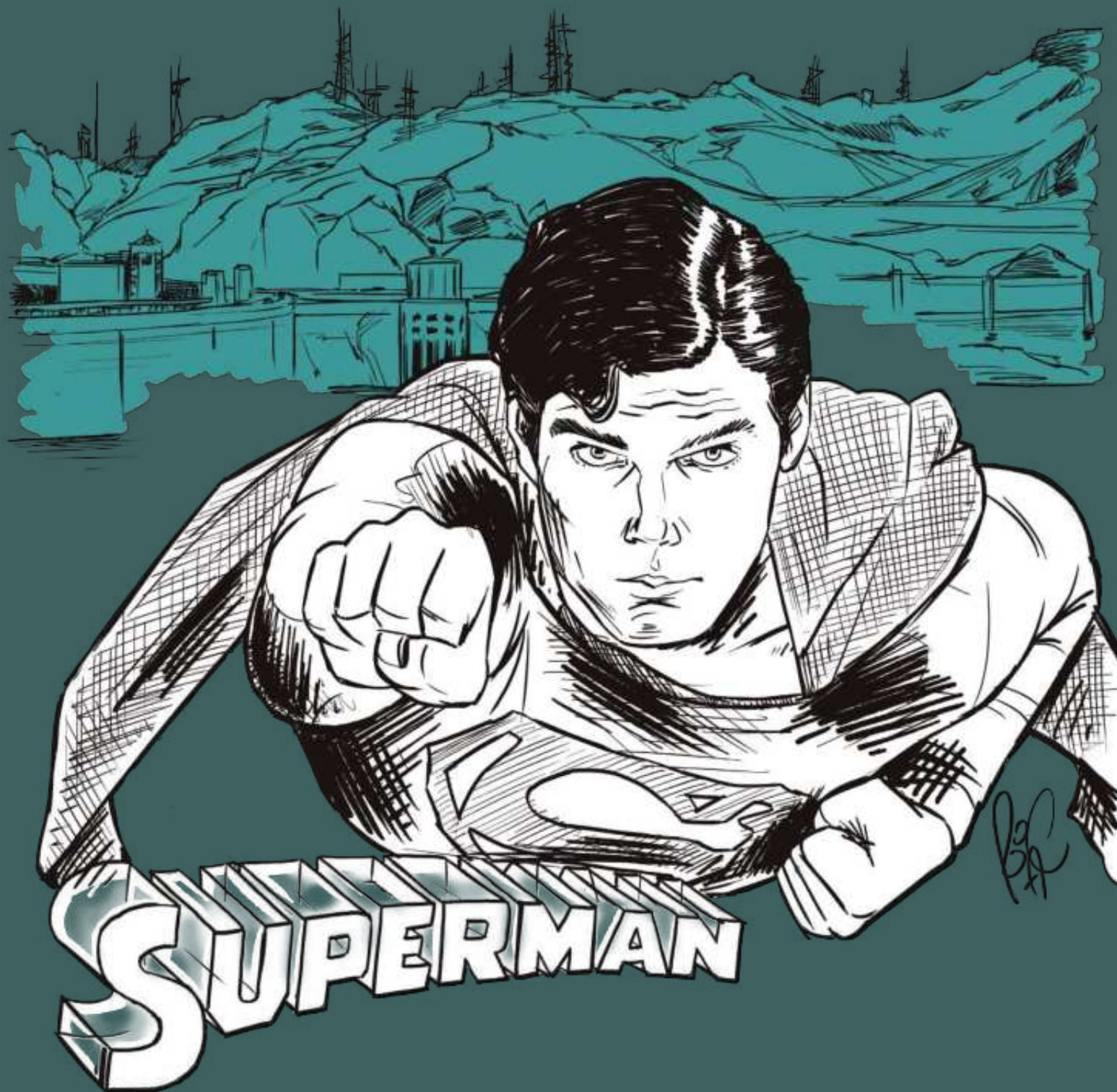
Propietario y operador: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

Construcción de Atucha I: 1968–1974.

Construcción de Atucha II: 1981–1994, reinicio y finalización de obras 2006–2014.

Inicio de actividad de Atucha I: 1974.

Inicio de actividad de Atucha II: 2014.



CAPÍTULO 16

LA PELÍCULA:

Superman

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Cuando el cine aprendió a volar”

En el siglo XXI, las películas de superhéroes lideran la taquilla mundial, pero en 1978, cuando Richard Donner estrenó *Superman*, aún eran una rareza en el cine. En los Estados Unidos no había existido hasta ese momento un largometraje de alto presupuesto sobre cualquiera de los personajes de las historietas de superhéroes.

Solo una película de Superman y una de Batman, ambas basadas en sus respectivos éxitos televisivos, habían visto la luz. *Superman* fue la película que lo cambió todo.

Grandes estrellas como Marlon Brando, Gene Hackman o Glenn Ford, la increíble banda de sonido compuesta por John Williams y la elección de un joven actor que sería, en el imaginario popular, el Superman definitivo de la pantalla: Christopher Reeve.

La película es más liviana y divertida respecto de las películas de superhéroes de los años posteriores. La magia del cine por encima de cualquier otra cosa y la posibilidad de ver, realmente, a un hombre volar en la pantalla como nunca antes se había visto.

Cada momento de la película deslumbró a los espectadores y se convirtió en un verdadero fenómeno mundial. Su éxito generaría secuelas, pero por encima de todo la chance de confiar en este tipo de personajes a la hora de filmar películas de alto presupuesto.

Se debía presentar al héroe, su origen, su relación con Louise Lane e incluso a un villano, en este caso, Lex Luthor. Todo entró en esas dos horas con treinta minutos y dejó la sensación que había para más. La segunda parte y la primera se filmaron juntas, pero si hubiera fracasado la entrega inicial, todo el proyecto de la secuela se habría suspendido inmediatamente.

La década del setenta carecía de superhéroes en el cine, pero uno de los géneros que mejor funcionaba en aquellos años era el cine catástrofe.

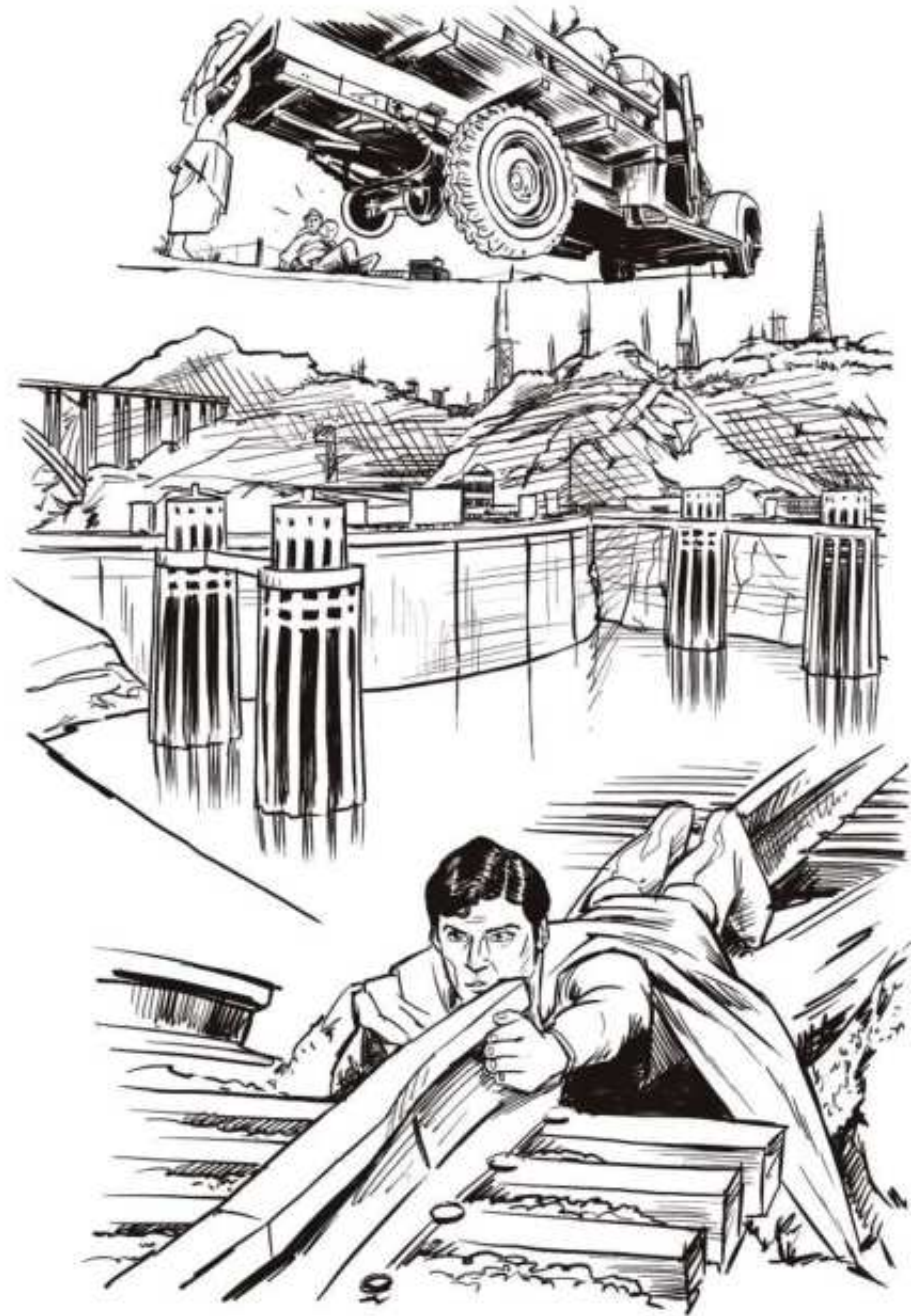
Por ese motivo eligieron la Presa Hoover para el clímax de la película. Lex Luthor ha comprado terrenos en California y planea lanzar dos misiles sobre la Falla de San Andrés para inundar toda la costa. De esta forma, sus terrenos sin valor se transformarían en los más costosos del lugar.

Superman logra detener uno de los misiles, pero el otro impacta en su blanco, generando un terremoto que afecta al puente Golden Gate, pero principalmente a la Presa Hoover, iniciando una impresionante inundación.

La presa aparece en todo su esplendor al comienzo de la secuencia para luego dar paso a los efectos especiales de su impactante destrucción. Superman rescata al fotógrafo Jimmy Olsen, a los trabajadores de la presa y finalmente a un pequeño pueblo cercano, generando un muro de contención con enormes rocas capaces de evitar la total anegación del área.

También salva a personas inocentes en el Golden Gate y logra sellar la Falla de San Andrés, abierta por el impacto del misil. Sin embargo, tras todas sus hazañas, descubre que no ha podido salvar a Lois Lane. Desesperado, toma una decisión radical: alterar el tiempo para completar su misión de rescate.

La película cierra con Superman entregando a Lex Luthor a las autoridades y emprendiendo un vuelo con mirada a cámara incluida. Un final que marca el comienzo de una nueva era en la historia del cine.



El escenario

Presas Hoover

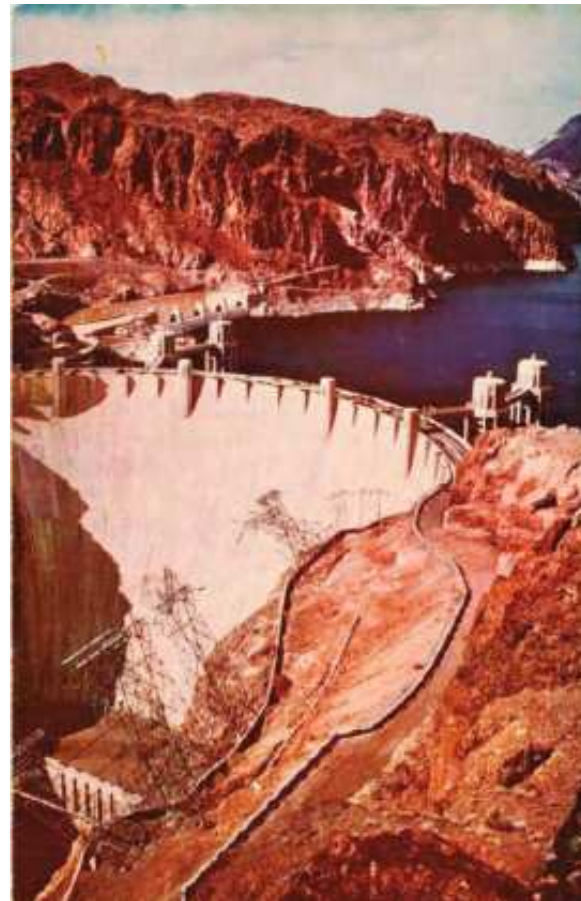
La Presa Hoover conforma una obra de arco-gravedad de hormigón ubicada en el Black Canyon sobre el río Colorado, justo entre la frontera de los estados de Arizona y Nevada, en los Estados Unidos.

Esta presa es un icono de la ingeniería mundial y comenzó a construirse en el mes de julio de 1930, finalizándose 6 años más tarde.

Se presenta como la presa más alta de los Estados Unidos, con 221 metros y un largo de 379 metros. El espesor de esta estructura varía entre los 200 metros en la base y 15 metros en la parte superior. Para materializar su estructura se dispusieron más de 3 millones de metros cúbicos de hormigón.

Esta presa generó el embalse del Lago Mead río arriba, el cual suministra agua a más de 20 millones de personas.

A principios del siglo XX surgió una problemática con el río Colorado, dadas las consecuentes pérdidas ocasionadas por sus repetidas inundaciones durante las temporadas húmedas, sumado a la falta de agua en las zonas aledañas. Lo mencionado motivó que los ingenieros a cargo de esta impresionante obra diseñaran un proyecto capaz de brindar una definitiva solución a los problemas planteados: la idea fue construir una gran presa.

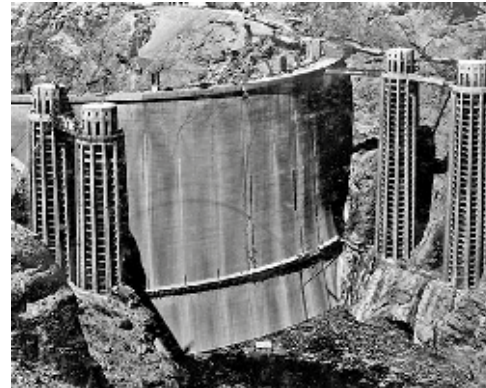


Uno de los ingenieros a cargo del proyecto, Arthur Davis, fue quien en 1902 realizó el primer informe sobre la presa. El mismo resultó decisivo para comenzar los trabajos en los años venideros.

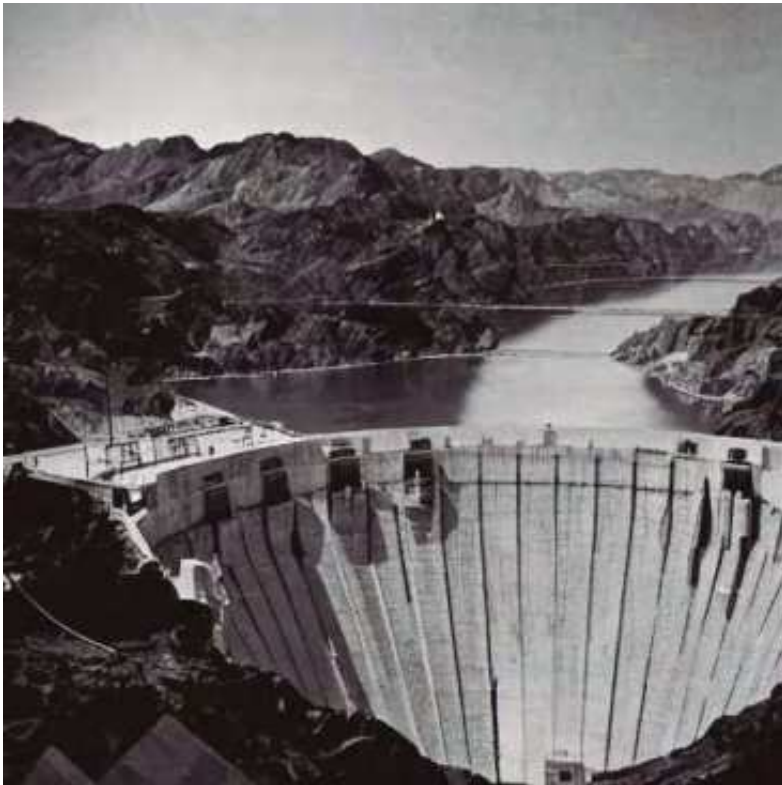
El diseño final de la Presa Hoover fue creado por el ingeniero John Savage, quien supervisó la construcción de esta obra del tipo “arco de gravedad”.

El contrato para construir la presa fue concedido a Six Companies, Inc. el 11 de marzo de 1931, una empresa conjunta de Morrison-Knudsen Company de Boise, Idaho; Utah Construction Company de Ogden, Utah; Pacific Bridge Company de Portland, Oregón; Henry J. Kaiser & W. A. Bechtel Company de Oakland, California; McDonald y Kahn Ltd. de Los Ángeles; y J. F. Shea Company de Portland, Oregón.

En esos tiempos el presidente de los Estados Unidos, Herbert Hoover, brindó un significativo impulso a este emprendimiento. La popularidad de Hoover no era bien vista en esos años debido a la crisis que sufría el país por la Gran Depresión, por lo que darle su nombre a la presa fue una idea severamente cuestionada. Por eso, en su origen, la Presa Hoover era conocida como Presa Boulder. Pero años más tarde, en 1947, su nombre fue ratificado por el congreso estadounidense y nombrada oficialmente “Presa Hoover”.







Aproximadamente 7.000 trabajadores, quienes residían en Boulder City, el pueblo creado en las cercanías del proyecto, brindaron sus destrezas para materializar la obra. Los mismos soportaron altas temperaturas, fuertes desniveles topográficos y el gran caudal del río, entre otros contratiempos.

La presa fue construida en el Black Canyon del río Colorado y la elección de su emplazamiento se debe a la gran altura del cañón y su angostura, datos que posibilitaban alcanzar un considerable ahorro de hormigón.

Para dar inicio a las obras de la Presa Hoover fue necesario modificar el curso del río Colorado. Esto se logró materializando túneles de desvío y ataguías temporales.

Los túneles circulares perforados fueron 4 y presentaban 17 m de diámetro, siendo reforzados con hormigón hasta un diámetro de 15,20 m. Este diámetro no podía ser menor, ya que el caudal del río aumentaba de manera considerable durante la temporada de tormentas y era capaz de ocasionar severos daños en la obra. La longitud media de los túneles fue de 1.200 m y su capacidad para desviar el agua era de $5.663 \text{ m}^3/\text{seg}$.

El diseño de la presa en arco fue elegido para soportar las presiones generadas por el agua. Este tipo de estructuras debido a su curvatura al recibir las presiones del agua se deforman, por lo tanto, el sector aguas abajo como el de aguas arriba reciben grandes fuerzas de compresión, las cuales son soportadas de manera muy eficiente por el hormigón.

El diseño de la presa con su parte inferior más ancha, provoca que el centro de gravedad se ubique por debajo dando lugar a una mayor estabilidad y menores riesgos de colapso. Si la presa se hubiera materializado con un muro recto, el mismo sufriría una gran tracción aguas abajo y compresión aguas arriba, provocando importantes grietas y fracturas en la obra.

Los obreros ubicaron sus distintos puestos de trabajo a grandes alturas, sostenidos mediante cuerdas. En el sector donde se emplazó la presa se dinamitaron las paredes laterales para darle una forma de arco y así vincular sostenidamente la presa al cañón.

La obra fue dividida en distintas secciones para llevar a cabo su hormigonado. Dicha decisión aceleraba el proceso de fraguado y enfriamiento del material, ya que se generaban complicaciones con el cemento al provocarse reacciones exotérmicas dada su interacción con el agua.



Para proteger el sitio de construcción del río Colorado y facilitar el desvío de su curso, se construyeron dos ataguías. Los trabajos en la ataguía superior comenzaron en el mes de septiembre de 1932, a pesar de que el río aún no había sido desviado.

Las ataguías fueron diseñadas para proteger a la construcción contra la posibilidad de que el río se desbordara, un sitio donde 2.000 hombres se encontraban trabajando. Sus especificaciones técnicas demandaron documentos de licitación con casi tanto detalle como los de la presa misma.

La ataguía superior sumaba 29 m de altura, 230 m de espesor en su base y contenía 500.000 m³ de material.



Cuando las ataguías estuvieron en su lugar y el sitio de construcción fue drenado, comenzó la excavación para la cimentación de la presa. Para que la misma descansara sobre roca sólida, fue necesario remover los suelos de erosión acumulados y otros materiales sueltos en el lecho del río hasta llegar a una sólida superficie rocosa.

Los trabajos de excavación de los cimientos se completaron en junio de 1933 cuando se removieron, aproximadamente, 1.100.000 m³ de material.



La obra sirve como ruta para los lugareños de Nevada y Arizona, pero debido al crecimiento de las poblaciones alrededor de la presa y del lago Mead, sumado al aumento de turistas, la ruta de la Presa Hoover comenzó a provocar un gran problema de tráfico.

Por lo mencionado, hacia el año 2000 se presentaron nuevos proyectos de ingeniería, como una ruta de desvío de la presa y la creación en 2010 de un puente tipo arco de 322 metros de altura para atravesar el río Colorado y visitar esta icónica obra.



La Presa Hoover dispone de un "mapa estelar". El mismo muestra el cielo del hemisferio norte en el momento exacto de la inauguración de esta obra por parte del presidente Franklin Delano Roosevelt.

Las esculturas denominadas "Figuras Aladas de la República", de 9,10 m de altura, tomaron forma a partir de un vertido continuo de bronce. Para colocar piezas tan voluminosas en su lugar sin estropear su superficie altamente pulida, los ingenieros a cargo idearon un sistema de desplazamiento sobre una superficie helada, guiando a las esculturas hasta su posición definitiva a medida que el hielo se derretía.

El bajorrelieve dispuesto en la torre del ascensor de Nevada representa los beneficios reportados por este impresionante proyecto: control de inundaciones, navegación, riego, almacenamiento de agua y creación de energía limpia.

Actualmente, la Presa Hoover convoca a importantes contingentes turísticos provenientes de diversos puntos del planeta, quienes se maravillan por esta monumental obra de ingeniería.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Superman.

Dirección: Richard Donner.

Protagonistas: Marlon Brando, Gene Hackman, Christopher Reeve, Trevor Howard, Maria Schell, Ned Beatty, Jackie Cooper, Phyllis Thaxter, Glenn Ford, Margot Kidder, Jeff East, Sarah Douglas, Valerie Perrine, Susannah York, Marc McClure y Terence Stamp.

Guion: Mario Puzo, David Newman, Leslie Newman y Robert Benton, Basada en "Superman" de Jerry Siegel y Joe Shuster.

Música: John Williams.

Fotografía: Geoffrey Unsworth.

Compañía: Warner Bros. Pictures.

Año: 1978.

Duración: 143 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Presa Hoover.

Ubicación: límite entre los estados de Arizona y Nevada, Estados Unidos.

Período de construcción: 20 de abril de 1931 al 1 de marzo de 1936.

Ingeniería de diseño: John Savage.

Altura: 221,40 m.

Longitud: 379,20 m.

Espesor: 200 m en la base, 15 m en la coronación.

Volumen de hormigón: 3,33 millones de m³.

Potencia entregada: 2.074 megavatios.

Tráfico diario sobre la presa: entre 13.000 y 16.000 personas.

Área del lago embalsado: 639 km².

Volumen embalsado: 35,20 km³.



CAPÍTULO 17

LA PELÍCULA: Pecados capitales

INGENIERÍA
de PELÍCULA

"El thriller que descifró el alma del nihilismo"

En el cine de los años 90, cuando el thriller psicológico alcanzó nuevas cotas de sofisticación y brutalidad, pocos directores lograron capturar la esencia de la desesperanza como David Fincher. Con *Pecados capitales* (*Se7en*, 1995), este cineasta se adentró en las profundidades más oscuras de la mente humana, construyendo un relato que no solo desafía las reglas del género, sino que las redefine con una precisión asombrosa.

Desde sus títulos de apertura, diseñados con una perturbadora mezcla de imágenes granuladas y la música industrial de Nine Inch Nails, *Pecados capitales* invita al espectador a formar parte de un universo donde la moralidad es ambigua y la redención, un concepto casi ilusorio.

La película sigue los pasos de los detectives Somerset (Morgan Freeman) y Mills (Brad Pitt), dos hombres diametralmente opuestos, encargados de la caza de un asesino serial que ejecuta un plan macabro basado en los siete pecados capitales del título.

Fincher no solo nos presenta una ciudad anónima, perpetuamente lluviosa y sumida en el caos, sino que

la convierte en un personaje más: un lugar corroído por la violencia, la indiferencia y el fatalismo. En este escenario sin esperanza, la estructura narrativa de *Pecados capitales* es una cuenta regresiva inexorable, con cada nuevo crimen empujando a los protagonistas hacia un destino inevitable.

Tras una persecución implacable, John Doe (Kevin Spacey), el asesino metódico y enigmático, se entrega voluntariamente, pero solo bajo sus propias condiciones. Lo que sigue es una secuencia que se ha grabado a fuego en la memoria del cine contemporáneo: un viaje al desierto, donde las torres de alta tensión se recortan contra un cielo abrasador, testigos mudos de la última jugada de Doe.

La tensión se desarrolla al límite cuando un misterioso paquete es entregado. El horror crece en el rostro de Somerset al verificar su monstruoso contenido, mientras Mills, desesperado, exige respuestas. "What's in the box?". Con solo cuatro palabras, el guion de Andrew Kevin Walker encapsula la esencia misma del nihilismo que impregna la película. No hay giros redentores ni héroes que escapan al abismo. Solo la certeza de que el mal ha triunfado al doblegar la voluntad de un hombre.

Brad Pitt ofrece una actuación cruda, visceral, donde la furia y el dolor se funden en un solo instante. Kevin Spacey, con su interpretación fría y controlada, encarna un mal que no grita ni se jacta, sino que susurra y espera. Morgan Freeman, la voz de la razón en un mundo que ha dejado de escucharla, observa impotente cómo el destino se despliega con cruel precisión.

La dirección de Fincher convierte el enfrentamiento final en una ópera trágica donde la luz del sol, por primera vez en toda la película, ilumina una verdad insoportable. La justicia es una ilusión. La victoria, imposible. En su lugar, solo queda la desesperanza, la confirmación de que la ciudad esperada más allá del desierto es solo otra jaula, otra prisión moral de la cual nadie puede escapar.

En un género donde la justicia suele imponerse en el último momento, *Pecados capitales* se atreve a hacer lo contrario. Un eco resuena más allá de los créditos finales: "El mundo es un buen lugar y vale la pena luchar por él. Estoy de acuerdo con la segunda parte". Con esa frase, Somerset nos recuerda que, a veces, la única victoria posible es seguir adelante, incluso cuando todo parece perdido.



El escenario

Torres de Alta Tensión de la Southern California Edison

Southern California Edison (SCE), la subsidiaria más grande de Edison International, es la principal compañía de servicios eléctricos encargada de abastecer de energía a gran parte del sur de California en los Estados Unidos.

Esta empresa es propietaria de todas sus instalaciones y equipos de transmisión eléctrica y proporciona energía a 15 millones de personas en un territorio de servicio de 129,5 km².

La desregulación del mercado eléctrico de California, suceso ocurrido a finales de la década de 1990, obligó a la compañía a vender muchas de sus centrales eléctricas, aunque varias fueron cedidas por cuestiones económicas coyunturales.

La Southern California Edison conservó entonces sus centrales hidroeléctricas, capaces de brindar un total de 1.200 MW, junto con su participación del 75 % en la Central Nuclear San Onofre, de 2.150 MW.

Los orígenes de este emprendimiento energético se remontan al gran plan del magnate de los negocios Henry E. Huntington y el ingeniero hidráulico John S. Eastwood, desarrollado alrededor del año 1908, al crear un vasto complejo de embalses materializados en las montañas de Sierra Nevada en el centro de California.





Huntington fundó Pacific Light and Power, una de las docenas de compañías que controlaba en ese momento, para ejecutar lo que eventualmente se convertiría en uno de los sistemas energéticos más grandes de los Estados Unidos: el Proyecto Hidroeléctrico Big Creek.

Pacific Light and Power fue una de las compañías predecesoras de la Southern California Edison, junto con Edison Electric, Mt. Whitney Power & Electric Co., California Electric Power Co., Southern California Power Co., entre otras.

En la Ruta 26 se agrupa un conjunto de tres líneas eléctricas de 500 kV ubicadas principalmente en el condado de Los Ángeles, las cuales se extienden hasta los condados de Kern y Ventura, todos en California.

Dicha ruta posibilita el enlace entre la Southern California Edison y la Pacific Gas & Electric (PG&E) al norte. Dado que la red eléctrica de ambas empresas presenta interconexiones con otros lugares, como el noroeste del Pacífico y el suroeste de los Estados Unidos, la mencionada arteria





conforma una suerte de extensión sur de la Ruta 15 y la Ruta 66, constituyendo un enlace crucial entre las redes de las dos regiones.

El camino consta de tres líneas de transmisión, Midway-Vincent N° 1, Midway-Vincent N° 2 y Midway-Vincent N° 3. Las citadas tres líneas son capaces de transmitir 3.700 MW de energía eléctrica de norte a sur. La capacidad de transmisión de energía de sur a norte es de 3.000 MW.

El tendido eléctrico comienza desde el sur, en la gran subestación Vincent cerca de la Ruta Estatal 14 y el Paso Soledad lindante con Acton, al este del Valle de Santa Clarita.

La misma subestación Vincent permanece conectada con las rutas 46 y 61 a través de dos líneas de 500 kV de la Southern California Edison que se dirigen hacia el sureste hasta la subestación de Lugo.

En cuanto a estas tres líneas de 500 kV, nunca se construyeron juntas en toda la longitud de la ruta. Desde la subestación, las tres líneas se dirigen de norte a noroeste.

Por decisión de los ingenieros encargados del diseño del recorrido eléctrico, tras cruzar la Ruta Estatal 14, dos líneas de transmisión de 500 kV las cuales fueron materializadas por el Departamento de Agua y Energía de Los Ángeles (LADWP, por sus siglas en inglés), se unen a las dos líneas de 500 kV de la Southern California Edison.

Las cuatro líneas de 500 kV corren juntas una cierta distancia hasta que, en algún punto de las montañas, las dos líneas de la Southern California Edison continúan hacia el oeste, mientras que las dos líneas de LADWP giran hacia el suroeste y se dirigen a la Estación Receptora de Rinaldi en el Valle de San Fernando, cerca de Sylmar.

En cuanto a la tercera línea, emplazada al norte de Lancaster y la Ruta Estatal 138, atraviesa una zona remota de las montañas Tehachapi con otras dos líneas de 230 kV. En algún lugar de las mencionadas montañas, la línea cambia de un diseño de torre de transmisión de la Southern California Edison a un diseño de torre de PG&E antes de girar hacia el oeste.

Las torres de transmisión de la Southern California Edison están conformadas por estructuras elevadas, generalmente reticulados de acero que soportan la línea eléctrica aérea.



Los ingenieros diseñaron en este caso torres de transmisión capaces de transportar líneas de transmisión troncales de alto voltaje desde las estaciones generadoras hasta las subestaciones eléctricas, desde las cuales se entrega la electricidad a los consumidores finales.

Los profesionales a cargo de los tendidos para la Southern California Edison, disponen de cuatro categorías de torres de transmisión: la torre de suspensión, la terminal, la de retención y la de transposición.

Las alturas de las torres de transmisión suelen oscilar entre los 15 y 55 m, aunque cuando se requieren tramos de una mayor extensión, como para cruzar cursos de agua, en ocasiones se utilizan estructuras más elevadas.

Las torres sostienen los cables por intermedio de cadenas de aisladores de vidrio o porcelana, o aisladores compuestos con caucho de silicona o EPDM. La longitud de estas cadenas depende del voltaje de la línea y de las condiciones ambientales.



Por lo general, se colocan en la parte superior uno o dos cables de tierra, también llamados "cables de guardia", para interceptar los rayos y desviarlos inofensivamente a tierra.

Los ingenieros de la Southern California Edison diseñan torres para alta y extra alta tensión capaces de transportar dos o más ternas eléctricas. Si una línea se produce utilizando torres diseñadas para transportar varias ternas, no es necesario instalar la totalidad de las mismas en el momento de su construcción. De hecho, por razones económicas, algunas líneas de transmisión de esta compañía eléctrica fueron creadas para tres o cuatro ternas, pero inicialmente solo se instalaron dos o tres.

Las torres de transmisión deben soportar diversas fuerzas externas, como la acción del viento, el hielo y la actividad sísmica, al tiempo de responder ante las cargas de los pesados conductores.

La intervención de la ingeniería a los efectos de garantizar estabilidad en dichas estructuras y una óptima respuesta ante los desafíos de su entorno, se transforma en una acción vital para asegurar la provisión de electricidad a los habitantes de los grandes núcleos urbanos, en este caso, del oeste de los Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Pecados capitales.

Dirección: David Fincher.

Protagonistas: Brad Pitt, Morgan Freeman, Gwyneth Paltrow y Kevin Spacey.

Guion: Andrew Kevin Walker.

Música: Howard Shore.

Fotografía: Darius Khondji.

Compañía: New Line Cinema.

Año: 1995.

Duración: 127 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Torres de Alta Tensión de la Southern California Edison.

Ubicación de la empresa: 2244 Walnut Grove Ave, Rosemead, California, Estados Unidos.

Tipo de compañía: Industria de Servicios Eléctricos.

Área servida: Centro, costa y sur de California, Estados Unidos.

Líneas de distribución y transmisión troncales: 201,17 km.

Estructuras de distribución: 1,3 millones.

Postes eléctricos: 1,4 millones.

Estructuras de transmisión: 142.000.



**el puente
sobre el rio
KWAI**

CAPÍTULO 18

LA PELÍCULA:

El puente sobre el río Kwai

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Un puente entre la historia y el mito”

Considerada una de las mejores películas de guerra de todos los tiempos, *El puente sobre el Río Kwai* es una coproducción entre Estados Unidos y Reino Unido estrenada en el año 1957, ganadora de siete premios Oscar, incluyendo mejor película, mejor director (David Lean) y mejor actor (Alec Guinness).

Está basada en una novela de Pierre Boulle y aunque los personajes son de ficción, la historia se inspira en un puente verdadero construido durante la Segunda Guerra Mundial por prisioneros de guerra del ejército aliado y esclavos asiáticos.

La finalidad del puente era facilitar el transporte de tropas y suministros japoneses hacia la India. El verdadero puente se encuentra en Tailandia, cerca de la frontera con Birmania. La película se toma muchas licencias poéticas, pero su inspiración es completamente real.

Durante la Segunda Guerra Mundial arriba a un campo de prisioneros japonés un contingente de militares británicos capturados. El coronel a cargo de los militares es Nicholson (Alec Guinness), quien pretende hacer valer sus derechos y todas las reglas de la Convención de Ginebra, pero el coronel Saito (Sessue Hayakawa) a cargo del campo, tiene una idea muy distinta de cómo tratar a los prisioneros.

Como testigo de este enfrentamiento se encuentra el oficial estadounidense Shears (William Holden), cuya principal preocupación es sobrevivir a toda costa, con la fuga como su mayor anhelo. Saito tiene la obligación de terminar un puente sobre el río Kwai para una fecha determinada, pero su gente no logra la colaboración de los soldados británicos.

Nicholson, creyendo que levantará la moral de su tropa, se hace cargo de la construcción, aun cuando la misma suponga también un beneficio para el ejército japonés.

Hay tres puentes sobre el río Kwai vinculados con esta película. El primero fue el real, que terminó siendo bombardeado por las fuerzas aliadas. El segundo es el de la película, posiblemente el más conocido de todos, aunque sólo haya existido para el rodaje. Finalmente, la segunda versión del puente, que hoy es una atracción turística para quienes visitan Tailandia. Sin película no habría atracción turística, pero la realidad es que también es un espacio de memoria, por las numerosas muertes, producto de las condiciones inhumanas sufridas por quienes participaron de la construcción del puente y las vías.

Junto a la estructura se ubica un enorme cementerio y un memorial, el cual también oficia como lugar de peregrinación. Si además tenemos en cuenta que la película no respeta el final -a su vez inventado- de la novela, entonces tenemos muchas versiones sobre una misma construcción convertida en mito gracias al cine.

Debido a la fantástica dirección de David Lean y las memorables actuaciones de Alec Guinness, William Holden y Jack Hawkins, *El puente sobre el Río Kwai* se convirtió en uno de los más grandes clásicos de todos los tiempos, y el final del film, en uno de los más famosos.

Una auténtica obra maestra que, además de su impecable narrativa y realización, dejó como legado una de las melodías más icónicas del cine: la Marcha del coronel Bogey. Esta pegadiza tonada, silbada con orgullo y desafío por los soldados británicos al ingresar al campo de prisioneros, se convirtió en un inolvidable símbolo de resistencia y camaradería.



El escenario

Puente sobre el río Kwai

El puente sobre el río Kwai es un icónico enlace ferroviario ubicado en Tailandia, conocido por franquear el curso del río Kwai Yai en la ciudad de Kanchanaburi.

Este puente, de suma relevancia histórica, es atravesado por la línea ferroviaria Siam-Birmania, una ruta clave que fue concebida durante la Segunda Guerra Mundial.

La construcción del puente estuvo a cargo de trabajadores forzosos que actuaron bajo las órdenes estrictas y coercitivas del Ejército Imperial Japonés, el cual se encontraba en plena expansión bélica por el sudeste asiático.

Durante los años de la Segunda Guerra Mundial, el Imperio de Japón tenía como objetivo estratégico conquistar el Raj británico. Para ello, necesitaba contar con una vía de suministro que le permitiera sostener el avance de sus tropas en la región. Así surgió el proyecto de una línea férrea que conectara Tailandia con Birmania, a lo largo de un trayecto de aproximadamente 415 kilómetros de longitud.

Esta obra fue extremadamente ambiciosa y demandó un gran número de recursos humanos y materiales, lo que derivó en la utilización masiva de prisioneros de guerra y civiles como mano de obra.



La construcción del puente sobre el río Kwai, parte fundamental de esta línea férrea, fue llevada a cabo por unos 60.000 prisioneros de guerra provenientes de diversas nacionalidades. Estos hombres, muchos de ellos soldados capturados por el ejército japonés, debieron soportar desafiantes condiciones durante el transcurso de las distintas tareas.

Se estima que, debido a la precariedad de las condiciones sanitarias, la falta de alimentos y la exposición constante a enfermedades, aproximadamente 12.000 prisioneros perdieron la vida durante la ejecución de esta obra monumental.

Como resultado, la línea de transporte fue apodada popularmente como la “vía férrea de la muerte”, un nombre que refleja el alto costo humano que implicó su construcción.

Aunque el puente sobre el río Kwai es el más conocido, la obra original que inspiró la historia en la literatura y el cine se encuentra en Sri Lanka.

Este puente atraviesa el río Ganga y es parte del recorrido ferroviario que conecta la ciudad montañosa de Kandy con Colombo, la capital del país.

Su construcción demandó alrededor de seis meses y, en términos de dimensiones, se trataba de un puente extenso, cuya longitud era comparable al tamaño de un campo de fútbol. Su altura, por otro lado, se asemejaba a la de un edificio de seis pisos, lo que lo convertía en una obra imponente en medio del paisaje natural.

Los ingenieros a cargo del diseño del puente adoptaron materiales como el hormigón y el acero, desistiendo del uso de madera y piedra, debido a que estos últimos podrían haber sucumbido ante las poderosas lluvias monzónicas que afectan la región.

En una primera etapa de los trabajos, los japoneses optaron por la construcción de un puente provisional de madera que permitiera garantizar el paso de

los trenes mientras se realizaba la construcción del puente definitivo.

Este primer puente, que servía como estructura temporaria, se completó en febrero de 1943. Sus restos aún se conservan y forman parte del Museo de Guerra Jeath, que se encuentra en la ciudad tailandesa de Kanchanaburi. Este museo ofrece un valioso testimonio sobre la vida de los prisioneros que trabajaron en la construcción de la línea férrea y de esta obra de ingeniería.

El puente metálico definitivo fue inaugurado en junio de 1943 y se mantuvo operativo de manera constante desde entonces.

La estructura fue construida aprovechando los materiales de otro puente que originalmente se encontraba en Java, Indonesia. El mismo, compuesto por once arcos, fue desmontado y trasladado a Kanchanaburi para ser reutilizado en la materialización del puente sobre el río Kwai.





La ubicación elegida para el nuevo enlace se encuentra cerca de la confluencia de los ríos Kwai Yai y Kwai Noi, a unos tres kilómetros al norte del centro de la ciudad.

El puente sufrió graves daños durante los últimos años de conflicto de la Segunda Guerra Mundial. El 13 de febrero de 1945, un ataque aéreo por parte de bombarderos de la Real Fuerza Aérea Británica (RAF) destruyó dos de las arcadas centrales del puente.

Como parte de las reparaciones que se llevaron a cabo tras la guerra, el puente fue restaurado por completo por los propios japoneses, quienes se vieron obligados a reconstruirlo

como parte de las reparaciones impuestas tras la rendición. Una placa conmemorativa colocada en el lugar recuerda las tareas de restauración que se realizaron para devolverle su funcionalidad.

El puente se distingue visualmente por su característica forma rectangular, que le otorga un aspecto singular.

La estructura original está compuesta por nueve tramos reticulados de cordón superior curvo, que datan de la época de la Segunda Guerra Mundial, mientras que dos tramos reticulados adicionales de cordón superior recto, fueron agregados como parte de las reparaciones

realizadas después del conflicto. Estos segmentos, que difieren en diseño, son testimonio de las restauraciones llevadas a cabo.

En la actualidad, la obra conforma un importante atractivo turístico. A diario, numerosos visitantes lo atraviesan a pie, caminando sobre las vías del tren. Las plataformas laterales del puente permiten a los transeúntes hacerse a un lado para dejar pasar los trenes que aún circulan por la línea.

Durante el recorrido, los turistas experimentan la posibilidad de admirar la estructura del puente y contemplar el río Kwai desde las alturas, reviviendo de algún modo la historia que rodea a esta obra emblemática del sudeste asiático.

A través de visitas guiadas y documentales, los viajeros tienen la oportunidad de conocer de cerca los relatos de quienes participaron en la construcción del puente y de entender el contexto histórico que lo circunda.

El sitio también es escenario de ceremonias conmemorativas tendientes a recordar a las víctimas y honrar su memoria.

Con el paso del tiempo, el puente sobre el río Kwai se ha convertido en un emblema de la reconciliación y del esfuerzo por preservar la memoria histórica.

La ciudad de Kanchanaburi ha aprovechado este legado para fomentar el turismo histórico y educativo, promoviendo actividades que invitan a reflexionar sobre las consecuencias de la guerra y la importancia de la paz.

Cada año, cientos de miles de personas visitan el puente, transformándolo en un punto de encuentro donde la historia, la memoria y el homenaje se entrelazan.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: El puente sobre el río Kwai.

Dirección: David Lean.

Protagonistas: William Holden, Alec Guinness, Jack Hawkins, Sessue Hayakawa, James Donald, Geoffrey Home y André Morell.

Guion: Michael Wilson y Carl Foreman, basado en "El puente sobre el río Kwai" de Pierre Boulle.

Música: Malcolm Arnold.

Fotografía: Jack Hildyard.

Compañía: Horizon Pictures y Columbia Pictures.

Año: 1957.

Duración: 161 minutos.

País: Reino Unido y Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Puente sobre el Río Kwai.

Ubicación: Kanchanaburi, Tailandia.

Función: Puente ferroviario, parte de la línea férrea Siam-Birmania.

Año de construcción: 1943.

Constructores: Ejército Imperial Japonés (supervisión y dirección de obra).

Longitud: aproximadamente 300 metros.

Composición original: Nueve tramos reticulados de cordón superior curvo.

Modificaciones posteriores: Dos tramos reticulados adicionales de cordón superior recto.



nueve reinas

CAPÍTULO 19

LA PELÍCULA:

Nueve reinas

INGENIERÍA
de PELÍCULA

"Il ballo del mattone"

Nueve reinas fue una de las mayores sorpresas del cine argentino en el cambio de siglo. A veinticinco años de su estreno, este largometraje de Fabián Bielinsky une todo aquello que el público del país desea ver y que pocas veces recibe. Se trata de un brillante policial en estado puro y a la vez un osado y definitivo retrato de algunas de las características del "ser argentino".

Ricardo Darín, su protagonista, era ya un actor conocido, pero este fue el verdadero punto de partida que iniciaría su aún vigente categoría de estrella número uno del cine argentino hasta el presente. Lo acompañan Gastón Pauls y Leticia Brédice, además de un brillante grupo de actores de reparto.

El año 2000 suponía, para todo el planeta, la expectativa de grandes cambios. Durante todo el siglo XX se veía esa fecha como la de las grandes transformaciones. Para el cine argentino, este estreno representó el progreso más grande de aquel año.

La historia parece sencilla, pero su ejecución es brillante. Juan (Gastón Pauls) es un estafador de poca monta a quien el veterano Marcos (Ricardo Darín) descubre haciendo un pequeño ardid en un negocio.

Desde ese momento, Marcos ve potencial en Juan y decide ser su maestro. Pronto aparece una oportunidad de oro para ambos, unas estampillas falsas que valen medio millón de dólares pueden ser vendidas a un comprador alojado en un lujoso hotel de Puerto Madero.

Esta potencial víctima tiene un tiempo limitado antes de estar obligada a dejar el país, por lo cual la operación ilícita podría llegar a funcionar, pero debe hacerse rápido. Valeria (Leticia Brédice), la hermana de Marcos, trabaja en el hotel y puede facilitar toda la misión.

Lo que sigue es un brillante mecanismo de relojería orquestado por el guionista y director Fabián Bielinsky y actuado de forma precisa y veloz por los protagonistas. Una verdadera joya del cine argentino.

Para que la película se viera como una gran producción de Hollywood no sólo se necesitaba un director y guionista junto a actores trabajando al estilo norteamericano, sino también un impactante ambiente de lujo que hiciera creíble el valor de semejante estafa por tal cantidad de dinero. La producción se encontró entonces con una oportunidad dorada.



El Hotel Hilton Buenos Aires, perteneciente a la famosa cadena hotelera, había finalizado su construcción, pero todavía no se encontraba inaugurado. Un hotel cinco estrellas, moderno y espectacular, sería entonces el marco ideal para una parte importante de la película.

El hotel sería oficialmente abierto al público a mediados del año 2000 y *Nueve reinas* sería estrenada en agosto de ese mismo año. Al ver la película, el espectador se deslumbraba con el hotel que le resultaba completamente desconocido, y al mismo tiempo, de un lujo llamativo.

La combinación de una película innovadora con un edificio igualmente vanguardista añadió un valor especial, convirtiendo a este film en un clásico.

Dentro de la historia del cine argentino *Nueve reinas* es justamente eso, un verdadero clásico. Uno que divierte y nos retrata como pocos lo han hecho en la historia del cine argentino.



El escenario

Hotel Hilton de Puerto Madero

Sobre la manzana de mayores dimensiones de entonces, se planteó un edificio destinado a albergar al hotel de la cadena internacional Hilton y el South Convention Center, verificándose en su totalidad en el lado oeste de los diques, es decir, del lado de los viejos edificios de ladrillos.

AHF S.A. Ingenieros Estructurales participó en el diseño estructural del Hotel Hilton en Puerto Madero, Buenos Aires. El proyecto arquitectónico fue desarrollado por el Estudio Mario Roberto Álvarez y Asociados (MRA+A). El hotel se encuentra en Macacha Güemes 351 y fue inaugurado en el año 2000.

El desafío del proyecto, construido por las empresas Ineco y Benito Roggio e Hijos SA, radicaba en materializar un edificio de una inédita escala, tanto por su dimensión espacial como la de inversión económica, ya que, además, el complejo Hilton forma parte de un emprendimiento aún mayor que abarca la totalidad del Dique 3, llamado Madero Este. A ello se sumaba la complejidad estructural del emplazamiento, dado que el suelo presentaba baja resistencia, lo que requirió una cuidadosa planificación de las bases y cimentaciones.







El edificio tiene dos accesos diferentes, el primero correspondiente al Arenales Gran Hotel, situado sobre el Boulevard Macacha Güemes y, en el extremo opuesto, sobre la calle peatonal y la calle que lo separa del Hilton Apart Hotel, otro independiente para el South Convention Center. De esta forma, podemos considerar que el edificio se divide en dos grandes partes programáticas.

La primera es donde se sitúan las 421 habitaciones propias del hotel, las cuales conforman una U alrededor de un atrio de 750 m², al que se abren todas las circulaciones. En los niveles 1º al 7º se sitúan las habitaciones tipo, en tanto que en los niveles 8º y 9º están las habitaciones ejecutivas, separadas de las primeras, ya que se ubican por encima del nivel de la cubierta, posibilitando así la conformación de terrazas jardín para el uso de estos niveles.

La disposición estructural del edificio responde a esta organización funcional, con un sistema de vigas y columnas de hormigón armado que garantizan la estabilidad y distribución de cargas, mientras que el atrio central exige un diseño especial de refuerzos estructurales para soportar la apertura de grandes luces.

En la planta baja se puede circular a través del atrio, donde se ubican las zonas de registro, la administración, dos lobbies lounge, una pequeña área comercial y el coffee shop, el cual se abre hacia la calle peatonal entre este edificio y otro de oficinas sobre el malecón.

La segunda parte está destinada a albergar espacios para convenciones de todo tipo y permanece vinculada a la anterior a través del núcleo de circulación vertical. Cuenta con cuatro ascensores y escaleras metálicas



de uso exclusivo. En el subsuelo se sitúa el Gran Salón Multipropósito de 2.350 m² con posibilidad de ser dividido en dos salones más pequeños si las circunstancias así lo requieran, y en el mismo nivel, se sitúa otro salón multipropósito de 750 m².

Para la construcción de estos espacios subterráneos se debieron emplear soluciones de contención de suelo, considerando la cercanía con los diques y el nivel freático elevado, lo que implicó la ejecución de una losa de fundación que permitiera distribuir uniformemente las cargas y evitar asentamientos diferenciales.





En el segundo nivel está el Salón de Fiestas de 850 m², el que es posible dividir en tres secciones, y en el séptimo nivel se ubica un Centro de Salud al cual se accede desde el primero de estos niveles a través de un ascensor, lo que permite el uso del mismo tanto para los huéspedes del hotel como así también al público externo, que tiene la posibilidad de llegar al mencionado ascensor desde la planta baja. En el noveno piso se encuentra la Suite Presidencial.

La altura del edificio y las diversas cargas dinámicas exigieron una estructura con rigidizadores estratégicamente ubicados para garantizar el desempeño sísmico y la estabilidad frente a las cargas de viento, asegurando así la integridad del conjunto en su totalidad.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: Nueve reinas.

Dirección: Fabián Bielinsky.

Protagonistas: Ricardo Darín, Gastón Pauls, Leticia Brédice, Tomás Fonzi, Graciela Tenenbaum, Oscar Núñez, Alejandro Awada y Elsa Berenguer.

Guion: Fabián Bielinsky.

Música: César Lerner.

Fotografía: Marcelo Camorino.

Compañía: Patagonik Film Group.

Año: 2000.

Duración: 115 minutos.

País: Argentina.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

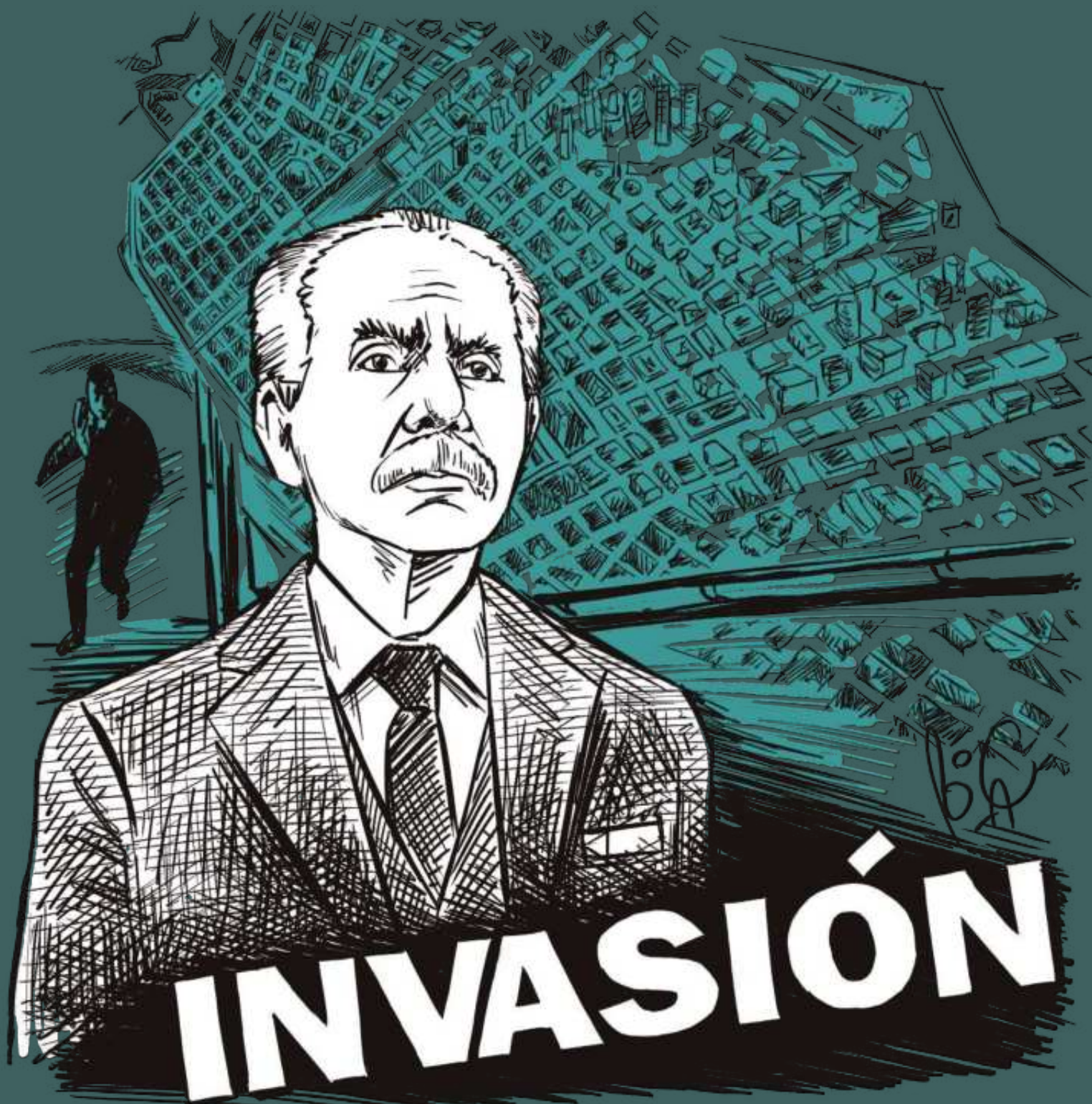
Obra: Hotel Hilton de Puerto Madero.

Ubicación: Macacha Güemes 351, Puerto Madero, ciudad de Buenos Aires.

Proyecto integral: Estudio Mario Roberto Álvarez y Asociados (MIRA+A).

Diseño estructural: AHF S.A. Ingenieros Estructurales.

Construcción: Ineco y Benito Roggio e Hijos SA.



CAPÍTULO 20

LA PELÍCULA:

Invasión

INGENIERÍA
de PELÍCULA

“Borges, Bioy y una Bombonera sin salida”

Invasión (1969) es una de las películas de culto más importantes de la historia del cine argentino. De hecho, es la película de culto por definición dentro del cine nacional. Para muchos especialistas también es la mejor película realizada en Argentina desde el comienzo del cine y hasta el presente. Varios factores contribuyen a la alta valoración del film.

Su director, Hugo Santiago, radicado en Francia, asistente de Robert Bresson en algún largometraje, es venerado por los intelectuales y críticos de cine. Sin embargo, lo que asegura su lugar en todos los libros de historia es que el guion de esta película fue escrito por Jorge Luis Borges y Adolfo Bioy Casares.

Con semejantes gigantes detrás de la historia, sólo resta disfrutar de esa ciencia ficción sin efectos visuales, de una claustrofóbica ciudad de Aquilea, que no es otra cosa más que Buenos Aires asediada en una reinterpretación homérica de la batalla de Troya.

Un anciano llamado Don Porfirio lidera la resistencia frente a una invasión de hombres en gabardina que van apoderándose de la ciudad. Los héroes de la historia pa-

recen condenados de antemano, como si la resistencia hubiera comenzado demasiado tarde.

En ese contexto de ciencia ficción muy al estilo de Borges y Bioy Casares, también se perciben ecos de *El Eternauta* (1957), la novela gráfica de Héctor Germán Oesterheld y Francisco Solano López.

Para los espectadores de la época de su estreno fue una película incomprensible, pero con el correr de los años se ha vuelto un film imprescindible dentro del cine argentino, con diferentes interpretaciones por parte del público de distintas generaciones.

En esa Buenos Aires llamada Aquilea, un elemento destaca sobre el resto y se convierte en una pieza clave: el estadio del Club Atlético Boca Juniors, más conocido como “La Bombonera”. Las fuerzas del mal se reúnen allí y es en ese lugar donde el protagonista encuentra su destino final.

Dado que Argentina es un país apasionado por el fútbol, muchos bromearon respecto de que ese espacio conformara el eje de lo negativo, pero por supuesto, es un escenario tan cinematográfico como cualquier otro.

Con los años se agregaron más interpretaciones políticas al hecho de utilizar un estadio para terminar con la resistencia. Como toda buena película, *Invasión* sigue despertando nuevas lecturas con el correr de los años.

La cancha de Boca, en varias escenas, es fotografiada vacía y de forma magnífica por Ricardo Aronovich, colaborador fundamental de Hugo Santiago. Lautaro Murúa, el protagonista, se mueve por las escaleras, los pasillos y finalmente el césped de la cancha.

Esta no fue ni la primera ni la última vez que un estadio apareció en una película, pero la manera en la cual es filmada no tiene precedente alguno. Aprovechando la ingeniería del estadio, se logra transmitir no la idea de una “bombarera”, como fue apodado desde su construcción, sino más bien la de una trampa sin salida.

Como siempre, el significado de las cosas depende de la mirada del artista y de la interpretación que ofrece al público. En ese sentido, *Invasión* es un ejemplo perfecto.



El escenario

Estadio Club Atlético Boca Juniors

El lote delimitado por las calles Brandsen, del Valle Iberlucea, Aristóbulo del Valle y las vías del Ferrocarril Sur de la ciudad de Buenos Aires, formaba un cuadrilátero irregular, con un ancho promedio de 114 m y una longitud de 187 m.

A simple vista, su tamaño no parecía adecuado para construir un estadio de fútbol. Los ángulos del terreno oscilaban entre $88^{\circ} 31'$ y $91^{\circ} 02'$, lo que complicaba aún más cualquier proyecto que allí se intentara desarrollar.

Sin embargo, ese espacio contendría a uno de los estadios de fútbol más reconocidos del mundo: “La Bombonera”.

Frente a las mencionadas restricciones, el ingeniero José Luis Delpini no pudo evitar comparar el lote con el campo de juego del Club Estudiantes de La Plata, famoso por las dificultades de visibilidad debido a sus reducidas dimensiones. “Este terreno es incluso más pequeño —reflexionó—, y allí apenas caben unos 20.000 espectadores”.

La situación no mejoraba al analizar los requerimientos de la propuesta demandada por la Comisión Directiva del Club Atlético Boca Juniors. Se había solicitado que el complejo incluyera una sede social con una piscina; un gimnasio; un salón de actos con capacidad para mil personas; múltiples canchas de fútbol, básquet y bochas; un hotel para la concentración de los jugadores; vestuarios completos para deportistas, árbitros y jueces de línea; además de armarios, salas administrativas, una biblioteca y varios otros espacios destinados a las actividades institucionales.









Se sumaba un dato preocupante: hasta el año 1933, Boca Juniors había convocado varios concursos de proyectos para resolver las citadas necesidades, sin éxito. A pesar de haberse presentado numerosas propuestas, todas fueron rechazadas por no cumplir con las expectativas del club.

Quedaba claro que el desafío que asumían Delpini, Sulcic y Bes era extremadamente complejo.

Debido a las reducidas dimensiones del terreno, los estudios preliminares confirmaban la inviabilidad de diseñar un estadio siguiendo la disposición tradicional de tribunas rodeando a los cuatro lados del campo de juego, manteniendo al mismo tiempo una visibilidad adecuada. Esta limitación

fundamental llevó a los proyectistas a adoptar una innovadora solución, alejada de los esquemas convencionales.

El primer paso fue esbozar la planta del "estadio ideal", partiendo del diseño clásico de un campo de fútbol que habría sido posible construir si no existieran restricciones en la superficie disponible. Una vez definido ese esquema, se superpuso al plano del terreno real, identificando las áreas las cuales no podrían ser incluidas debido a las dimensiones del lote. Así, se eliminaron aquellas secciones que quedaban fuera de los límites del predio, ajustando el proyecto a las condiciones concretas del espacio.

José Luis Delpini tomó como referencia algunos de los estadios más modernos y prestigiosos de la época, como los de Viena, Turín, Los Ángeles y Montevideo. Pero la estrechez del lote hacía imposible replicar soluciones convencionales.

Para que el estadio del Club Boca Juniors pudiera adoptar una disposición clásica, la planta habría requerido una amplitud de 47 m, pero el espacio real apenas alcanzaba los 29 m de ancho.

Frente a este desafío, Delpini ideó una novedosa solución: diseñó un corte transversal del estadio con tres tribunas superpuestas, a las que describió como "escamas encimadas" para ilustrar mejor su concepto. Esta disposición permitía el avance de las gradas hacia el campo de juego, una sobre la otra, optimizando el espacio sin sacrificar capacidad ni visibilidad.

El siguiente paso radicó en resolver la circulación del público. En los diseños tradicionales, los corredores horizontales de acceso ocupan una parte importante de la superficie útil en planta. Delpini eliminó estos pasillos en los niveles inferiores y los reemplazó por amplios corredores situados en la parte superior de cada tribuna. Así, las dos primeras gradas contaban con corredores ocultos bajo la tribuna superior correspondiente, mientras que el último nivel proyectaba su corredor más allá del límite del terreno, aprovechando al máximo cada centímetro disponible sin perder funcionalidad.

Esta disposición "en escamas" no solo optimizaba la superficie del terreno, sino que marcaba un giro radical en el diseño de estadios, convirtiéndose en un sello distintivo de "La Bombonera".

Gracias a este ingenioso planteo, la capacidad del lote había aumentado un 160 % respecto de su superficie original, un resultado notable considerando las restricciones iniciales.

Por otro lado, los estudios de suelo llevados a cabo en el obrador mediante tres pozos estratégicamente distribuidos, revelaron la composición geológica característica del barrio de La Boca. La célebre "Primera tosca" no era más que un delgado estrato cuyo espesor variaba entre 25 y 70 cm, ubicados a menos de 100 m de distancia entre sí.

Sobre esta primera capa descansaba un material que el ingeniero Delpini denominó "fango verde boquense", un depósito lacustre con un espesor que oscilaba entre 5 y 5,5 m. Debajo de la tosca superficial, los ensayos detectaron una delgada película semilíquida de aproximadamente 2 cm de



espesor, compuesta por un exudado verdoso que indicaba la presencia de un material inestable y poco resistente.

Este análisis del terreno fue crucial para el diseño de los cimientos, dado que las condiciones del suelo superficial obligaban a buscar apoyo en las capas más profundas y firmes, garantizando así la estabilidad de la futura estructura del estadio.

Ante esta situación, José Luis Delpini y su equipo optaron por el sistema de pilotaje "Franki", una solución que ofrecía rapidez en la ejecución y garantizaba la seguridad estructural requerida.

La obra se diseñó sobre un esquema de cargas apoyado en un total de 726 pilotes. De ellos, 563 eran pilotes de gran capacidad portante, con un diámetro de 52 cm y una resistencia de 100 t cada uno, mientras que los restantes 163 tenían un diámetro de 40 cm y soportaban cargas de hasta 50 t.

Un aspecto notable del proyecto fue la disposición inclinada de 396 pilotes, colocados con un desvío de 8 grados respecto de su eje vertical, lo que aportaba mayor estabilidad frente a fuerzas horizontales. Los pilotes fueron agrupados para conformar cimientos individuales que podían incluir entre 1 y 5 unidades, conectadas por cabezales de hormigón armado.

Estos cabezales, a su vez, se integraron mediante un sistema de vigas y viguetas de ligazón, con el objetivo de consolidar la unidad estructural de todo el estadio, garantizando su resistencia y durabilidad frente a las exigencias que impondría su uso intensivo y masivo.

Las estructuras principales del estadio del Club Atlético Boca Juniors se componen de 61 secciones de pórticos, cuyas disposiciones varían a lo largo de toda la obra. El ingeniero José Luis Delpini explicó que el diseño de estas estructuras se orientó a maximizar el espacio disponible debajo y dentro de ellas, con el objetivo de dar cabida a las diversas instalaciones solicitadas por las autoridades del club, como la piscina, las canchas de fútbol, los vestuarios, entre otras.

En cuanto a los elementos horizontales y algunos verticales, Delpini los consideró como barras capaces de absorber únicamente esfuerzos axiales, debido a su importante longitud y pequeño momento de inercia en comparación con las secciones resistentes principales de los pórticos.

El ingeniero Delpini también determinó con precisión el estado de cargas más desfavorable para cada caso y, en los sectores de las tribunas donde se concentraba el público, aplicó un coeficiente de impacto de 1,5 a las cargas accidentales. Dicho ajuste contempló los posibles efectos de resonancia derivados de movimientos sincronizados del público concentrado en las tribunas.

Este enfoque integral, capaz de equilibrar estética, funcionalidad e ingeniería, permitió crear una de las estructuras más emblemáticas del fútbol argentino, cuya visión técnica no solo se centró en el presente, sino también en la durabilidad y el rendimiento de la obra para las futuras generaciones de fanáticos y espectadores.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

- Título:** Invasión.
- Dirección:** Hugo Santiago Muchnik.
- Protagonistas:** Olga Zubarry, Lautaro Murúa, Juan Carlos Paz, Martín Adjemián, Roberto Villanueva y Lito Cruz.
- Guion:** Jorge Luis Borges, Adolfo Bioy Casares y Hugo Santiago Muchnik.
- Música:** Edgardo Cantón y Aníbal Troilo.
- Fotografía:** Ricardo Aronovich y Adelqui Camuso.
- Compañía:** Proartel SA.
- Año:** 1969.
- Duración:** 125 minutos.
- País:** Argentina.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

- Obra:** Estadio Club Atlético Boca Juniors: "La Bombonera".
- Ubicación:** Lote delimitado por las calles Brandsen, del Valle Iberlucea, Aristóbulo del Valle y vías del Ferrocarril Sur, La Boca, ciudad de Buenos Aires.
- Ancho promedio del lote:** 114 m.
- Longitud del lote:** 187 m.
- Ángulos del lote:** Entre 88°31' y 91°02'.
- Cantidad de pilotes:** 726.
- Pilotes de 52 cm de diámetro:** 563 (capacidad portante: 100 t cada uno).
- Pilotes de 40 cm de diámetro:** 163 (capacidad portante: 50 t cada uno).
- Pilotes inclinados:** 396 (inclinación de 8°).
- Cimientos:** Agrupaciones de 1 a 5 pilotes, unidos por cabezales de hormigón armado.
- Secciones estructurales principales:** 61 pórticos.
- Coeficiente de impacto en tribunas:** 1,5 para cargas accidentales.



CAPÍTULO 21

LA PELÍCULA: La emboscada

INGENIERÍA
de PELÍCULA

"Tres estrellas, pero sólo una brilla"

La emboscada (*Entrapment*, 1999) es famosa por contar con tres estrellas, aunque sólo una de ellas justifica su visión. Dirigida por Jon Amiel, la película aprovecha la llegada del nuevo milenio para construir un guion que culmina en un clímax ambientado en los festejos de la noche del 31 de diciembre de 1999.

No fue la única película en aprovechar esa fecha, pero sí la que tuvo la astucia de incorporar un edificio inaugurado, precisamente, en 1999. Esa es su tercera estrella. Sean Connery, Catherine Zeta-Jones y las Torres Petronas comparten las escenas culminantes en la cima de esta icónica estructura en Kuala Lumpur, Malasia.

La historia de ladrones de guante blanco presenta la clásica seguidilla de vueltas de tuerca, mentiras y trampas propias del género.

La protagonista es la agente de seguros Gin Baker (Catherine Zeta-Jones) quien convence a su compañera para que le permita realizar un robo con el único

fin de atrapar al más grande ladrón del mundo, el prestigioso veterano Robert "Mac" Mac Douglas (Sean Connery).

Sin embargo, Mac desconfía de ella desde el principio y la somete a una serie de pruebas, no solo para evaluar sus habilidades como ladrona, sino también para determinar si es digna de confianza. A pesar de sus recelos mutuos, ambos deciden trabajar juntos, sin prever que, además del riesgo y la intriga, también surgirá entre ellos el amor.

Para 1999, Sean Connery ya había realizado toda su carrera y seguía conservando su estatus de superestrella. Desde los films de James Bond hasta su Oscar por *Los intocables*, su filmografía, con altas y bajas, estaba casi completada y era admirada por todo el planeta.

Catherine Zeta-Jones aún no había alcanzado la cúspide, que más adelante la llevaría a ganar un Oscar y a interpretar grandes papeles. En ese momento, su fama se debía casi exclusivamente a su personaje en *La máscara del Zorro* junto a Antonio Banderas.

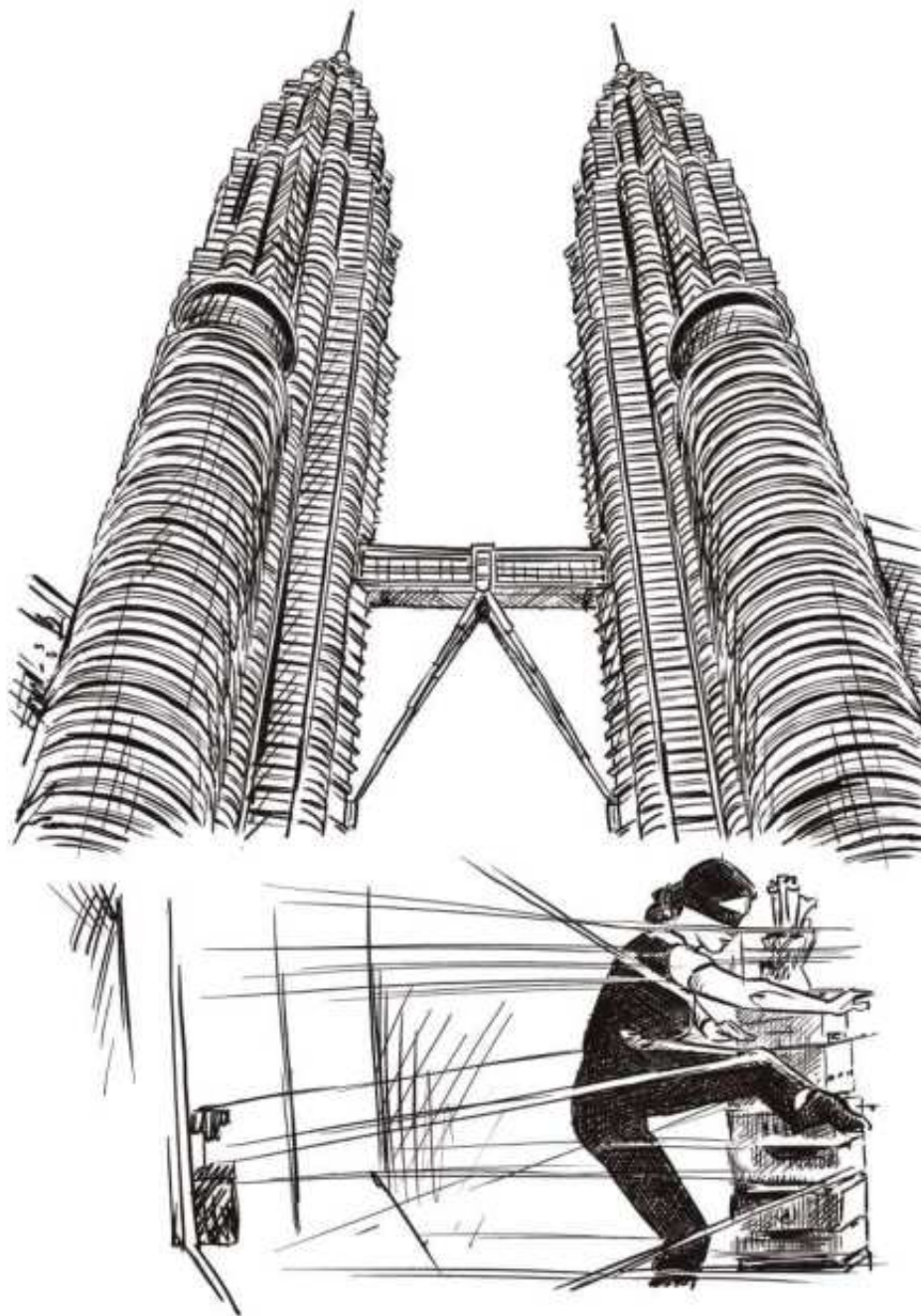
Las Torres Petronas acababan de hacer su debut en el mundo, y su aparición junto a estas dos estrellas contribuyó enormemente a su fama global. Aunque *La emboscada* nunca fue considerada una gran película, logró un notable éxito de taquilla.

El talento de Sean Connery y Catherine Zeta-Jones apenas se aprovecha, pero la monumental obra del argentino César Pelli alcanza su máximo esplendor en escena.

El largometraje se rodó entre la finalización de la obra y su inauguración. No sería la última vez que las Torres Petronas aparecerían en la gran pantalla. El cine de la India también ha sabido aprovechar su imponente belleza en distintas ocasiones.

La película sitúa y filma la escena del gran robo en las Torres Petronas, pero algunos planos fueron rodados en los estudios Pinewood de Londres. Aunque los efectos digitales ya existían, no tenían la sofisticación que poseen hoy en día, lo que hace aún más notable el logro visual de conseguir que la pareja estelar parezca suspendida en el puente entre ambas torres.

Ninguno de los dos protagonistas puede considerarla como su mejor film, y la gran diferencia de edad entre ellos generó incredulidad e incluso burlas en su momento. El guion fuerza la relación entre ambos, restándole seriedad a la trama. No obstante, para quienes deseen admirar las Torres Petronas, uno de los edificios más altos del mundo hacia 1999, este es el filme correcto.



El escenario

Las Torres Gemelas Petronas

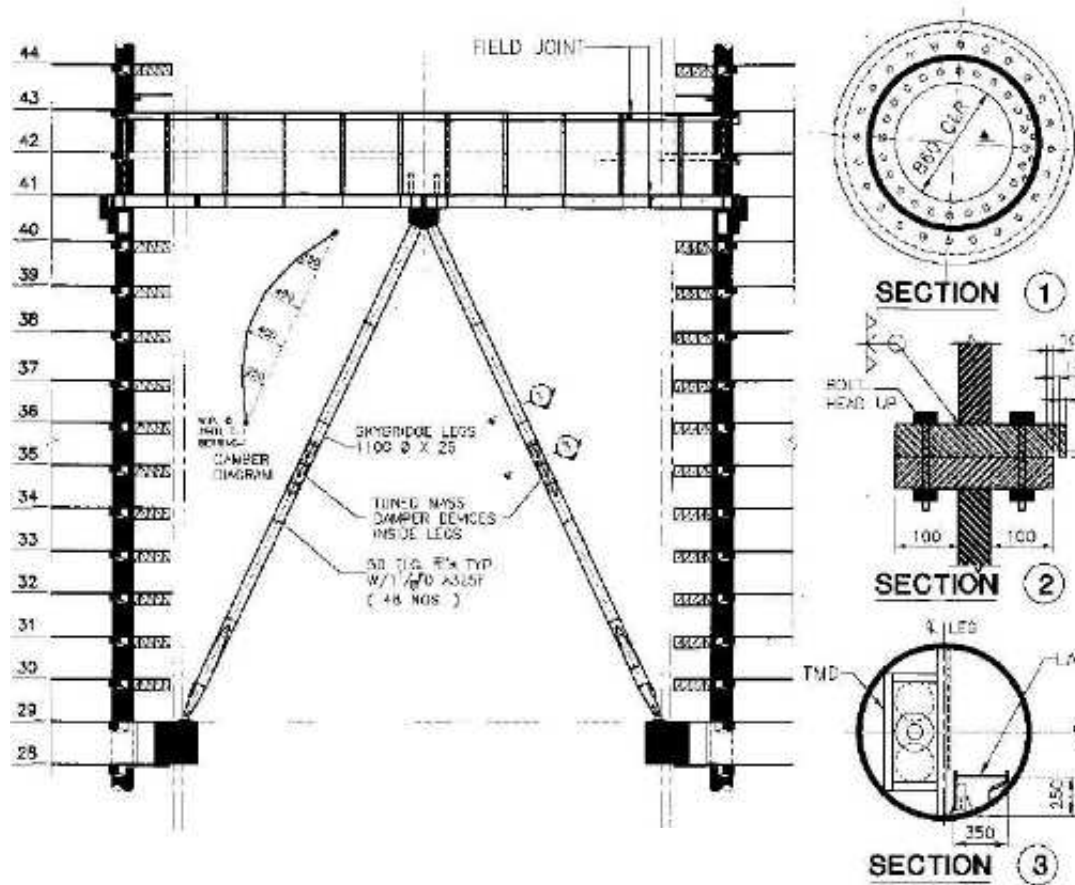
Las Torres Gemelas Petronas fueron inicialmente propuestas para ser construidas con una altura de solo 427 metros. Afortunadamente, la visión ingenieril de aprovechar su mayor potencial como las estructuras más altas del mundo, llevó a conquistar una mayor altura en todos los aspectos posibles.

Para cumplir con esta ambición, diversos componentes estructurales fueron recalculados y puestos a prueba en túneles de viento. Esto resultó en la adición de una cúpula con un pináculo integrado en la cima de las torres, alcanzando finalmente los 452 metros de altura y superando a la Torre Sears emplazada en los Estados Unidos.

En cuanto a otras estructuras de gran altura, las Torres Petronas se destacan con sus 451,80 metros en Kuala Lumpur, superando a edificios como el JW Marriot Marquis en Dubái de 355 metros; las Emirates Tower, también en Dubái, con 354 metros; las Torres Huaguoyan en Guiyang con 335 metros; la Ciudad de las Capitales en Moscú con 301 metros; The Cullinan en Hong Kong con 270 metros; las Torres Al Kazim en Dubái con 265 metros; y el Grand Gateway en Shanghái con 262 metros.

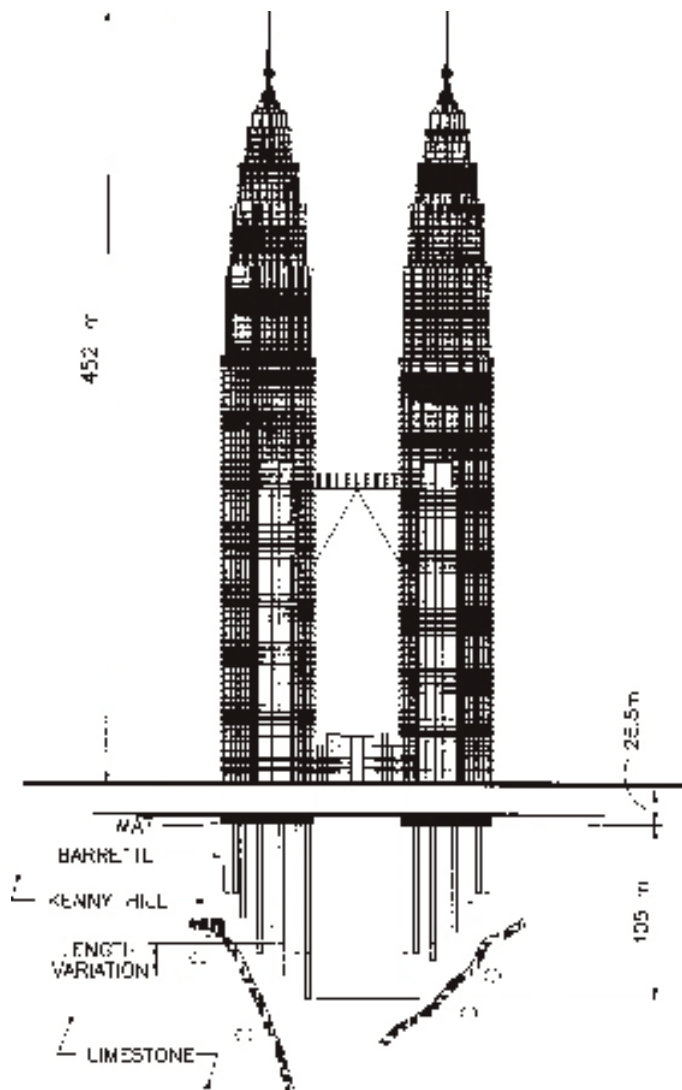
Los motivos interiores fueron diseñados para asemejarse a las artesanías locales de Malasia y los patrones de tejido, con una impresionante combinación de acero inoxidable y acabados de vidrio capaces de conformar hermosos patrones islámicos.





VISTA DEL PUENTE AÉREO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS





El diseño de cada planta de las torres se basa en formas geométricas simples de dos cuadrados entrelazados, creando la figura de una estrella de ocho puntas. Dichas morfologías representan los importantes principios islámicos de unidad, armonía, estabilidad y racionalidad. Otra influencia islámica en el diseño se encuentra en la sección transversal de las torres, basada en un Rub el Hizb.

Ambas torres llevan la firma del arquitecto argentino César Pelli. Su primer diseño no cumplió completamente con las expectativas del 4º y 7º primer ministro Mahathir, quien deseaba crear un edificio claramente identificable como malasio, de nivel mundial y del cual los malayos, inevitablemente, se sintieran orgullosos.

Mediante una serie de ajustes, el primer ministro comprendió el significado a transmitir con las torres: una estrella de ocho puntas, vista desde arriba, símbolo inequívoco de la cultura islámica. Una de las inquietudes de Pelli respecto al nuevo diseño era el espacio reducido en cada planta.

Para superar esta preocupación, agregó semicírculos a cada uno de los ángulos interiores. De esta forma, cada torre cuenta con un total de 36.455 m² de espacio de planta, incluyendo un anexo circular adicional conocido como "bustle", el cual presenta 44 pisos de altura.

La construcción de las Torres Gemelas Petronas demandó 6 años y costó al país más de USD \$1.6 mil millones para su finalización. Construido con 83.520 m² de extrusiones de acero inoxidable, el edificio estaba sorprendentemente libre de calor y rayos UV, gracias a la adición de 54.813 m² de vidrio laminado sobre la superficie del rascacielos, lo cual requeriría dos meses completos solo para limpiar cada uno de los paneles de vidrio.

Los rascacielos necesitan cimientos fuertes y profundos que penetren en el suelo. Dada la tremenda altura propuesta, las Torres Gemelas Petronas cuentan con una innovadora base sólida de 120 metros de profundidad debajo de sus densas zapatas de hormigón. Los cimientos fueron completados a lo largo de 12 meses por la compañía Bachy Soletanche.

Los miradores de las torres se encuentran ubicados en el nivel 86. Sus diseños permiten a los visitantes disfrutar de una vista espectacular del paisaje urbano desde una altura superior a los 370 metros. Los curiosos también podrán descubrir la historia de estas torres gemelas en detalle a través de pantallas digitales y exposiciones virtuales.

El puente aéreo que conecta ambos volúmenes tiene un peso de 750 t, se encuentra a 170 m sobre el suelo y suma una longitud de 58,40 m. Esta estructura sirve como enlace entre los niveles 41 y 42. Curiosamente, no está completamente anclado a los edificios principales. Los ingenieros lo diseñaron de esa manera para permitir ligeros movimientos durante fuertes vientos y condiciones climáticas adversas, evitando que se desplace o despegue de las torres.

El contrato del puente aéreo fue responsabilidad de la empresa Kukdong Engineering & Construction.

El sistema estructural de las Torres Gemelas Petronas presenta un diseño de tubo en tubo, inventado por el arquitecto bangladésí-estadounidense Fazlur Rahman Khan. El uso de una estructura de tubo para edificios extremadamente altos constituye un factor común.

La planificación de esta impresionante obra se inició el 1 de enero de 1992, incorporando exhaustivas pruebas y simulaciones para evaluar la resistencia al viento y las cargas estructurales del diseño.

La construcción, que se llevó a cabo en el antiguo emplazamiento del Selangor Turf Club, se extendió por siete años. Comenzó el 1 de marzo de 1993 con la etapa de excavación,

durante la cual se removieron 500 camiones de tierra cada noche, alcanzando una profundidad inicial de 30 metros bajo la superficie.

Las perforaciones de prueba revelaron que el sitio original de construcción se encontraba efectivamente al borde de un acantilado. Una mitad del sitio estaba formada por piedra caliza en descomposición, mientras que la otra mitad era roca blanda.

Todo el sitio fue removido para permitir que los edificios se asentaran completamente sobre la roca blanda. Debido a la profundidad de la roca madre, las torres fueron construidas sobre los cimientos más profundos del mundo.

Se materializaron 104 pilotes de hormigón, que variaban de 60 a 114 m de profundidad. La base de hormigón armado, que consistía en 13.200 m³ de hormigón, se dispuso de manera continua durante un período de 54 horas para cada torre. La base tiene 4,60 m de espesor, pesa 32.500 t y mantuvo el récord mundial del vertido de hormigón más grande del mundo hasta el año 2007.

Al principio de las tareas, un lote de hormigón falló en una rutinaria prueba de resistencia, provocando que la construcción se detuviera. Todos los pisos completados fueron testeados, pero se descubrió que solo uno había utilizado el lote de hormigón defectuoso, el cual fue demolido.

Como resultado del fallo, cada nuevo lote fue probado antes de ser dispuesto. La interrupción de la construcción costó 700.000 dólares estadounidenses por día y llevó a la instalación de tres plantas de hormigón en el sitio para garantizar que, si una producía una partida defectuosa, las otras dos pudieran continuar suministrando material.

Debido al elevado costo de importar acero, las torres se construyeron utilizando un innovador diseño de hormigón reforzado de alta resistencia, una opción más económica. Este material, ampliamente conocido por los contratistas asiáticos, es el doble de eficiente que el acero para reducir las oscilaciones.

Sin embargo, su uso incrementa significativamente el peso del edificio, duplicando la carga sobre la fundación en comparación con una estructura similar de acero.

Las Torres Gemelas Petronas, sostenidas por núcleos de hormigón de 23 por 23 m y un anillo exterior de supercolumnas ampliamente espaciadas, cuentan con un avanzado sistema estructural diseñado para soportar su esbelto perfil. Este ingenioso diseño ofrece 560.000 m² de espacio de oficinas sin columnas interiores.

La materialización de la superestructura comenzó el 1 de abril de 1994. Los interiores, absolutamente amueblados, estuvieron terminados el 1 de enero de 1996, mientras que los pináculos de las Torres 1 y 2 se completaron el 1 de marzo de ese mismo año, tres años después de iniciada la obra.

El complejo fue inaugurado oficialmente el 31 de agosto del año 1999 por el primer ministro de Malasia, Tun Dr. Mahathir bin Mohamad. El primer grupo de personal de la compañía petrolera Petronas se trasladó al edificio el 1 de enero de 1997.

Debido a la exigencia del gobierno de Malasia de completar el proyecto en un plazo de seis años, se asignaron dos consorcios de construcción, uno para cada torre, a los efectos de garantizar el cumplimiento del plazo.

La Torre 1, ubicada al oeste, fue construida por un consorcio japonés liderado por Hazama Corporation, que incluyó a JA Jones Construction Co., MMC Engineering Services Sdn Bhd, Ho Hup Construction Co. Bhd y Mitsubishi Corp.

Por su parte, la Torre 2, emplazada al este, fue realizada por un consorcio surcoreano liderado por Samsung C&T Corporation, en colaboración con Kukdong Engineering & Construction y Syarikat Jasatera Sdn Bhd.

Bajo las Torres Gemelas Petronas se encuentran el centro comercial Suria KLCC y el Petronas Philharmonic Hall, sede de la Orquesta Filarmónica de Malasia.

FICHA TÉCNICA DEL FILM:

Título: La emboscada.

Dirección: Jon Amiel.

Protagonistas: Sean Connery y Catherine Zeta-Jones.

Guión: Ronald Bass y William Broyles, Jr.

Historia: Ronald Bass y Michael Hertzberg.

Música: Christopher Young.

Fotografía: Phil Meheux.

Compañía: 20th Century Fox.

Año: 1999.

Duración: 108 minutos.

País: Estados Unidos.

FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:

Obra: Torres Petronas.

Ubicación: Jalan Ampang, Kuala Lumpur, Malasia.

Propietario: KLCC Holdings Sdn Bhd.

Diseño: Arquitecto César Pelli.

Desarrollador: KLCC Holdings Sdn Bhd.

Ingeniero estructural: Thornton Tomasetti & Ranhill Bersekutu.

Contratista principal:

Torre 1: Hazama Corporation;

Torre 2: Samsung Engineering & Construction y Kukdong Engineering & Construction.

A modo de corolario

El presente libro, "Ingeniería de Película", ha sido concebido como un recorrido reflexivo y sensible por los vínculos profundos entre el arte cinematográfico y la práctica constructiva, explorando el modo en que ambas disciplinas, a primera vista distantes, se entrelazan en relatos que conmueven, sorprenden e invitan a pensar. A través de escenas que evocan grandes obras de la humanidad, desafíos técnicos superados con ingenio o personajes que encarnan la vocación transformadora de la ingeniería, este volumen propone mirar el cine desde una óptica distinta, donde los puentes, túneles y represas también cuentan historias.

A lo largo de sus páginas, se demuestra que esta profesión no es solo una ciencia rigurosa de estructuras, cálculos y materiales, sino también una poderosa herramienta narrativa, capaz de construir imaginarios colectivos y transformar la percepción que la sociedad tiene del entorno que habita. Allí donde otros ven hormigón y acero, el ojo atento encuentra gestos de audacia, compromiso social y belleza contenida en lo funcional.

Desde la mirada sensible de sus autores, se pone en valor el papel fundamental de quienes proyectan y construyen el mundo, pero también se rescata su representación en el cine como un espejo que, a menudo, devuelve imágenes cargadas de simbolismo y emoción. No se trata solo de reflejar técnicas

constructivas en la pantalla grande, sino de capturar el espíritu de una profesión que, al igual que el séptimo arte, imagina futuros posibles y los vuelve realidad.

Este trabajo busca, además, tender un puente hacia las nuevas generaciones de profesionales, invitándolas a descubrir que detrás de cada cálculo hay una historia, y que más allá de los planos y fórmulas existe un territorio fértil donde la técnica y la creatividad pueden dialogar. Porque también desde los cines —como desde las obras— se moldea la cultura, se inspiran vocaciones y se activa el deseo de transformar el mundo.

La ingeniería, en todas sus formas y expresiones, será siempre un pilar esencial del progreso y el bienestar colectivo. Pero más aún: será memoria viva de los esfuerzos compartidos, testimonio del ingenio humano y una invitación constante a soñar con lo posible.

El Consejo Profesional de Ingeniería Civil (CPIC) reafirma con estas páginas su compromiso con una formación sólida, ética y humanista, que contemple tanto la precisión del cálculo como la profundidad de la mirada. Porque imaginar y construir no son tareas separadas: en el cine, como en la vida real, ambas se nutren de la pasión, la sensibilidad y la voluntad de dejar huella en el tiempo.

Fuentes Documentales

A continuación, se detallan las Fuentes Documentales a las cuales los autores han acudido. Se describen las mismas en Formato APA (American Psychological Association, 7ma edición) para cada película y la obra de ingeniería asociada.

"El fugitivo" y la Presa Cheoah

North Carolina Dams Safety Program. (2018). The Cheoah Dam: A Historical Overview. Raleigh, NC: North Carolina Department of Environmental Quality. <https://www.nc.gov/cheoah-dam-history>
PBS. (2009). American Dams: Power, Beauty, and History [Documental]. Public Broadcasting Service.

"En la cuerda floja" y las Torres Gemelas

Gillespie, A. K. (1999). Twin Towers: The Life of New York City's World Trade Center. Rutgers University Press.
Marsh, J. (Director). (2008). Man on Wire [Documental]. Discovery Films.
Port Authority of New York and New Jersey. (2021). World Trade Center Historical Archives. <https://www.panynj.gov/wtc-history>

"Indiana Jones y la última cruzada" y el Templo Al-Khazneh

Taylor, J. (2002). Petra: The Lost City of Stone. Harvard University Press.
National Geographic. (2020). The Architectural Marvels of Petra. Washington, D.C.: National Geographic Society.
BBC. (2015). Petra: Secrets of the Ancient Builders [Documental]. British Broadcasting Corporation.

"King Kong" y el Empire State Building

Tauranac, J. (1995). Empire State Building: The Making of a Landmark. Scribner.
Empire State Building. (2022). Historical Records and Archives. <https://www.esbnyc.com>
History Channel. (2006). Building the Empire State [Documental]. A+E Networks.

"Puente de espías" y el Puente de Glienicke

Whittell, G. (2011). Bridge of Spies: The True Story of the Cold War Bridge. Simon & Schuster.
Deutsche Welle. (2018). The History of the Glienicke Bridge. Retrieved from <https://www.dw.com/en/glienicke-bridge-history>
ARTE. (2017). Cold War Bridges: Secrets and Stories [Documental]. ARTE TV.

"El secreto de sus ojos" y la Estación Retiro del Ferrocarril General Mitre

Scalabrini Ortiz, R. (1940). Historia del Ferrocarril en la Argentina. Editorial Losada.
Archivo General de la Nación Argentina. (2021). Estaciones Históricas de Buenos Aires. <https://www.argentina.gob.ar/agn>
Revista Ferroviaria. (2019). Estaciones emblemáticas de Buenos Aires. Buenos Aires: Grupo Clarín.

"Roma" y el Metropolitana di Roma"

Bondanella, P. (2002). The films of Federico Fellini. Cambridge University Press.
MetroRoma.it. (s.f.). La storia della metropolitana di Roma. <https://www.metroroma.it/storia/>
Rocchi, P., & De Luca, G. (2015). Urban archaeology and infrastructure: The case of Rome's Metro C. Journal of Urban Archaeology and Heritage, 4(2), 101–115.
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. (2020). Rapporto sulle grandi opere: Metropolitana di Roma. <https://www.mit.gov.it/>

"Eiffel" y la Torre Eiffel

Lemoine, B. (2006). Gustave Eiffel: The Man Who Built the Tower. Flammarion.
Archives Nationales de France. (2022). Documents Historiques sur la Tour Eiffel. Paris: ANF.
BBC. (2019). The Eiffel Tower: Engineering a Landmark [Documental]. British Broadcasting Corporation.

"Harry Potter y el misterio del príncipe" y el Millennium Bridge

Institution of Structural Engineers. (2012). Millennium Bridge: A Structural Analysis. London: IStructE.
Engineer, C. (2014). Modern London Bridges. Thames & Hudson.
Channel 4. (2018). Bridges That Shaped London [Documental]. Channel 4 Television.

"Puente Alsina" y el Puente Alsina

Bettini, J. C. (1985). Puentes Icónicos de Argentina. Editorial Sudamericana.
Clarín Arquitectura. (2019). Historia y Arquitectura del

Puente Alsina. Buenos Aires: Grupo Clarín.
Ministerio de Obras Públicas de la Nación. (2023). Archivo Histórico de Puentes Nacionales. Buenos Aires, Argentina.

"Relatos salvajes" y el Puente Morales

Storni, A. (2005). Puentes del Norte Argentino. Editorial Universitaria de Salta.
Patrimonio Cultural de Salta. (2022). Puentes Históricos de la Quebrada de las Conchas. Gobierno de Salta.
Encuentro. (2018). Caminos y Puentes de Salta [Documental]. Canal Encuentro.

"Misión Imposible: Protocolo Fantasma" y la Torre Burj Dubái

Efstathiou, G. (2014). Building Burj Khalifa: An Engineering Marvel. Architectural Press.
Discovery Channel. (2012). World's Tallest: Burj Khalifa [Documental]. Discovery Communications.
Dubai Municipality. (2023). Historical Records of Dubai Skyscrapers. Dubai, UAE.

"Vertigo" y el Puente Golden Gate

United States Department of the Interior. (1937). Historic American Engineering Record: Golden Gate Bridge. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
Scott, R. (2004). The Golden Gate Bridge: An Icon of San Francisco. New York, NY: Chelsea House Publishers.
Hitchcock, A. (Director). (1958). Vertigo [Film]. Paramount Pictures.

"Vicky Cristina Barcelona" y la Sagrada Familia

Gaudí, A. (1882). Projecte i construcció de la Basílica de la Sagrada Família. Barcelona, España: Junta Constructora del

Temple Expiatori de la Sagrada Família.
Zerbst, R. (2005). Antoni Gaudí: The Complete Architectural Works. Köln, Germany: Taschen.
Allen, W. (Director). (2008). Vicky Cristina Barcelona [Film]. Mediapro, Gravier Productions.

"Tiempo de valientes" y el Complejo Nuclear Atucha I y II

Comisión Nacional de Energía Atómica. (1974). Informe técnico: Atucha I y II. Buenos Aires, Argentina: CNEA.
Ranis, G., & Litwin, R. (2009). La energía nuclear en Argentina: Desarrollo y perspectivas futuras. Buenos Aires, Argentina: Eudeba.
Szifrón, D. (Director). (2005). Tiempo de valientes [Film]. Argentina Sono Film.

"Superman" y la Presa Hoover

U.S. Bureau of Reclamation. (1935). Hoover Dam: Design and Construction Reports. Washington, D.C.: U.S. Department of the Interior.
Stevens, J. C. (1990). Hoover Dam: An American Adventure. Norman, OK: University of Oklahoma Press.

"Pecados capitales" y las Torres de Alta Tensión de la Southern California Edison

Southern California Edison. (1998). High Voltage Transmission Lines Safety Manual. Rosemead, California: SCE Publications.
Nolasco, C. (2010). Power Lines and the Grid: A History of Electricity Transmission in California. Sacramento, CA: California Energy Commission.
Fincher, D. (Director). (1995). Se7en [Film]. New Line Cinema.

"El puente sobre el río Kwai" y el Puente Kwai

Royal Engineers. (1942). The Bridge on the River Kwai:

Construction and History. London, UK: War Office.
Larkin, D. (1997). Building Bridges in Southeast Asia: Engineering Feats During World War II. Singapore: Tuttle Publishing.
Lean, D. (Director). (1957). The Bridge on the River Kwai [Film]. Columbia Pictures.

"Nueve reinas" y el Hotel Hilton de Puerto Madero

Hilton Hotels Corporation. (2000). Hilton Buenos Aires: Architectural and Design Features. Buenos Aires, Argentina: Hilton Publications.
Marambio, A., & Rossi, J. (2002). Arquitectura en Puerto Madero: Historia y transformación del barrio más moderno de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Arquis.
Bielinsky, F. (Director). (2000). Nueve reinas [Film]. Patagonik Film Group.

"Invasión" y el Estadio Club Atlético Boca Juniors

Club Atlético Boca Juniors. (1980). Historia y desarrollo del Estadio Alberto J. Armando. Buenos Aires, Argentina: CABJ Editorial.
Alabarces, P. (2002). Fútbol y patria: El fútbol y las narrativas de la nación en la Argentina. Buenos Aires, Argentina: Prometeo Libros.
Santiago, H., & Torre Nilsson, H. (Directors). (1969). Invasión [Film]. Proartel S.A.

"La emboscada" y las Torres Gemelas Petronas

Pelli, C. (2002). Petronas Towers: The Architecture of Tall Buildings. Wiley.
National Geographic. (2015). Engineering Marvels: The Petronas Towers [Documental]. National Geographic Society.
Petronas Towers Official Site. (2023). Architectural Archives. <https://www.petronastowers.com>

AUTORIDADES DEL CPIC

PRESIDENTE

Ing. Civil José María Girod

VICEPRESIDENTE

Ing. Civil Pablo Luis Diéguez

SECRETARIO

Ing. Civil Ignacio Luis Vilaseca

PROSECRETARIO

Ing. Civil Jorge Ernesto Guerberoff

TESORERO

Ing. Civil Andrés Malvar Perrín

CONSEJEROS TITULARES

Ing. en Construcciones Adriana Beatriz García

Ing. en Construcciones Carlos Gauna

Ing. Civil Jorge Enrique González Morón

Ing. Civil Mariana Corina Stange

Ing. Civil Juan Yacopino

CONSEJEROS SUPLENTE

Ing. Civil Victorio Santiago Díaz

Ing. Civil Ana María Luján Leanza

Ing. Civil Fernando Andrés Rodríguez

Ing. Civil Alejandro Pedro Yaya

CONSEJERO TÉCNICO TITULAR

MMO Guillermo Cafferatta

CONSEJERO TÉCNICO SUPLENTE

MMO Humberto Guillermo Lucas

GERENTE

Ing. Civil Alberto Sáez

ASESOR CONTABLE

Dr. Jorge Socoloff

ASESOR LEGAL

Dr. Diego Martín Oribe

INTEGRANTES DE LA COMISIÓN DE PUBLICACIONES

Ing. Civil Carlos Alberto Alfaro

Ing. Civil Victorio Santiago Díaz

Ing. en Construcciones Adriana Beatriz García

Ing. Civil Jorge Guerberoff

Ing. Civil Luis Enrique J. Perri

Ing. Civil Alberto Sáez

Ing. Civil Enrique Sgrelli

ACERCA DE LOS AUTORES

SANTIAGO GARCÍA

Nació en la ciudad de Buenos Aires en 1970.

Periodista, crítico de cine y profesor de cine de reconocida experiencia durante más de treinta años.

Egresado de la carrera de Imagen y Sonido de la Universidad de Buenos Aires.

Su desempeño como crítico de cine incluye medios gráficos y digitales argentinos e internacionales como: “Leer Cine”, “El Amante/Cine”, “Infobae” y “Kinetoscopio”, entre muchos otros.

Ha participado en numerosos programas de radio y televisión.

Posee una prolongada y variada carrera en el campo de la docencia.

Ha trabajado en cine dirigiendo cortos y largometrajes.

Actualmente, dirige el sitio www.leercine.com.ar, el cual fundó en el año 2005.

Desde la década del noventa se ha especializado en radio, donde sumó una dilatada carrera que incluye programas a lo largo de más de dos décadas. Desde el año 2014 hasta el 2024, trabajó en Radio Mitre en el programa “Lanata sin filtro”. Actualmente lo hace en la misma emisora en los ciclos “Nuestra mañana” y “Encendidos en la tarde”.

Ha colaborado en varios libros de cine argentino, materia en la cual se especializa.

Una fuerte presencia en las redes sociales lo ubica como referente dentro del periodismo local.

Desde hace más de veinte años dicta clases sobre cine. Su máximo deseo al realizar estos cursos virtuales es llegar a personas de todo el mundo y presentarles el inagotable y maravilloso mundo de las películas.

GUSTAVO DI COSTA

Nació en la ciudad de Buenos Aires en 1970.

Es arquitecto, egresado de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires. Medalla de oro de su promoción.

Dictó clases durante más de veinte años en diferentes universidades nacionales. Actualmente, ejerce la docencia en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE).

Fuera del ámbito académico, realiza trabajos como consultor y especialista en documentaciones técnicas para obras de arquitectura de diversas escalas.

Es consultor en estrategias de prensa y editor de la colección de libros del Consejo Profesional de Ingeniería Civil (CPIC), donde también coordina los contenidos de su Revista CPIC.

Es editor de la Revista IE, medio de comunicación de la Asociación de Ingenieros Estructurales (AIE), y de su News: “Ingeniería Estructural”.

Es autor de los libros “Ingeniería argentina: obras, ideas y protagonistas (1960-2010)”, “La Bombonera, pasión según Delpini”, “Casa Natal”, “Cómo acabar -de una vez por todas- con la arquitectura” y “Final de obra”.

Escribe asiduamente notas técnicas en los más importantes medios gráficos de arquitectura, diseño y construcción de la Argentina y el exterior.

Colabora con opiniones técnicas en programas de radio y televisión, donde aporta su experiencia profesional en temas vinculados a la ingeniería y la construcción.



"Ingeniería de Película"
invita a descubrir el cine desde una
perspectiva cautivadora, resaltando cómo la
ingeniería civil y la construcción han sido reflejadas
en la pantalla grande.

Este libro equilibra el rigor técnico con la narrativa
artística, llevando al lector en
un recorrido por películas icónicas
que han presentado puentes,
rascacielos, túneles, represas y otras
estructuras como elementos
clave de sus historias.