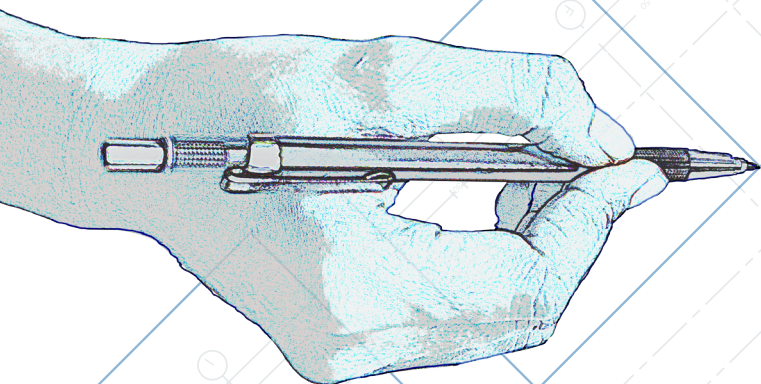


DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS

ESTUDIOS DE CASO
Volumen 2



EDITOR
Nelson Antonio Moreno Monsalve

Dirección y gestión de proyectos

ESTUDIOS DE CASO
Volumen 2

Dirección y gestión de proyectos

ESTUDIOS DE CASO
Volumen 2

Editor

Nelson Antonio Moreno Monsalve, Ph. D.



Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN

Sánchez Ayala, Luz Marina

Dirección y gestión de proyectos: estudio de casos / Luz Marina Sánchez Ayala...[y otros doce]; editado por Nelson Antonio Moreno Monsalve.

Descripción: 1a edición / Bogotá: Universidad Ean, 2020.

200 páginas

ISBN 9789587566451 (volumen II)

ISBNe 9789587566444 (volumen II)

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Dirección de proyectos -- Estudio de casos | 2. Control de proyectos |
| 3. Administración de proyectos | 4. Proyectos de desarrollo |
| 5. Documentos de proyecto | 6. Contratos públicos |

I. Moreno Mosalve, Nelson Antonio (editor)

658.404 CDD23

Edición

Gerencia de Investigación y Transferencia

Gerente de Investigación y Transferencia

Leonardo Rodríguez Urrego

Coordinadora de Publicaciones

Laura Cediel Fresneda

Corrección de estilo

Viviana Castiblanco

Diseño y diagramación

Juan Pablo Rátiva González

Publicado por Ediciones EAN, 2020.

Todos los derechos reservados.

ISBNe: 9789587565928

©Universidad EAN, El Nogal: Cl. 79 # 11-45, Bogotá, D. C. Colombia, Suramérica, 2020. Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad EAN©

©UNIVERSIDAD EAN: SNIES 2812 | Personería Jurídica Res. n.º 2898 del Minjusticia - 16/05/69 | Vigilada Mineducación. CON ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD, Res. n.º 29499 del Mineducación 29/12/17, vigencia 28/12/21

Producido en Colombia.

Contenido

Introducción	9
1. Proyecto Hidroeléctrico Ituango <i>Luz Marina Sánchez, María José Cortés Bustos y Daniela Suárez Hernández</i>	11
2. Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018, un proyecto con un gran impacto económico <i>Nelson Antonio Moreno-Monsalve, Sandra Marcela Delgado-Ortiz, Yuri Ximena Llano Zuluaga y María Fernanda Mora Zambrano</i>	39
3. Casa de la Ópera de Sídney: el sinuoso camino de la innovación radical <i>Ana María Ortegón Álvarez, Jenny Marcela Angarita Caro y Sandra Ximena Díaz Sánchez</i>	65
4. El puente Hong Kong-Zhuhai-Macao (HZMB) <i>Sandra Marcela Delgado-Ortiz, Nelson Antonio Moreno-Monsalve y Mateo Rico Escobar</i>	97
5. El túnel de La Línea: el proyecto de cruce de la cordillera Central <i>Yeny Paola Rodríguez Marrugo, Óscar Cadena Rojas y Nelson Antonio Moreno-Monsalve</i>	119

Introducción

La economía global se caracteriza por el cambio constante en los mercados, la necesidad de resultados contundentes y el diseño de estrategias innovadoras y diferenciadas; esto ha llevado a que las empresas busquen herramientas de gestión que les permitan aprovechar las oportunidades que ofrece el entorno en general. En este escenario, la gestión de proyectos ha ido ganando poco a poco un lugar destacado entre los distintos enfoques de gestión, debido a su orientación hacia la eficiencia y la eficacia. Para Kerzner (2009), la gestión de proyectos es una de las varias posibilidades que existen para estructurar las organizaciones al integrar esfuerzos complejos y reducir la burocracia.

De otra parte, el método de estudio de caso se ha constituido en un referente, no solo para las instituciones educativas, sino para los empresarios, que encuentran en estas narraciones puntos de referencia y buenas prácticas para aplicarlas en sus propios negocios. Hoy en día los estudios de caso se utilizan en todo el mundo como apoyo para el desarrollo y fortalecimiento de las competencias gerenciales, como son la toma de decisiones, el pensamiento crítico y el análisis de escenarios; todo esto se logra al poner en contexto los saberes adquiridos.

Una de las problemáticas más complejas que se han identificado en la gestión de proyectos es la falta de documentación en los proyectos emprendidos, esto ha originado que en ocasiones no se tengan puntos de referencia que faciliten la administración del trabajo y disminuyan la probabilidad de cometer errores. Como argumentan Nonaka y Takeuchi (1995), el conocimiento existente genera nuevo conocimiento; nada más cierto para el ámbito de los proyectos, en donde disminuir la incertidumbre es un factor clave para el éxito. En este sentido, aprender de las experiencias del pasado cobra especial relevancia, y abre una oportunidad al método de caso.

El Project Management Institute (2017) ha incluido en la última versión de *A Guide to Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) el proceso de gestión del conocimiento como un activo de calidad, dado el impacto positivo que puede tener sobre el proyecto a través de la generación de ingresos, en la reducción de costos, en la mitigación de riesgos o en la consecución de una posición diferenciadora. En definitiva, el conocimiento en el ámbito de los proyectos se constituye en un activo fundamental y, por consiguiente, su gestión se hace necesaria.

Así las cosas, este libro tiene como propósito documentar cinco megaproyectos a la luz del método de caso, siguiendo las cinco fases del ciclo de vida de un proyecto: inicio, planeación, ejecución, control y cierre. Para la reconstrucción histórica de los acontecimientos se ha recurrido a fuentes secundarias de información, no obstante, no existe una problemática específica para cada uno de los casos contenidos en esta obra. Por el contrario, debido a la magnitud de los proyectos seleccionados, el análisis se puede hacer desde distintas perspectivas, como lo son el liderazgo, la gestión de los *stakeholders*, los esquemas de contratación, el trabajo en equipo y la gestión del tiempo y el costo, entre otras. Con este trabajo se pretende incentivar el análisis y el debate frente a los distintos estilos de gestión de un proyecto, y la aplicación de las buenas prácticas en gerencia de proyectos. Así mismo, es importante no perder de vista que el objeto de estudio de esta investigación es el proyecto y su interacción con el ambiente en el que se desarrolla, para que, de esta manera, se pueda generar conocimiento a partir de las lecciones aprendidas —positivas o negativas— que dejan los megaproyectos.

Se espera que esta segunda entrega del libro de estudio de casos aporte al fortalecimiento de las buenas prácticas en dirección y gestión de proyectos. Así mismo, esperamos que esta obra se constituya en fuente de consulta y análisis para la formación de gerentes de proyectos comprometidos, éticos y responsables.

Proyecto Hidroeléctrico Ituango

Luz Marina Sánchez
María José Cortés Bustos
Daniela Suárez Hernández

Este caso tiene como objetivo identificar y generar una discusión sobre el Proyecto Hidroeléctrico Ituango, por medio del reconocimiento de las características presentes en el proyecto respecto a prácticas, metodologías y principios de la Gestión y Dirección de Proyectos. Comienza con una contextualización breve sobre el mercado eléctrico colombiano, después se presenta el proyecto y se describen los hechos que han afectado y aportado a la construcción de la central hidroeléctrica. Además, se analizan los factores que llevaron a la crisis de 2018 por el colapso de la Galería Auxiliar de Desviación (GAD) y sus consecuencias, y la respuesta de Empresas Públicas de Medellín (EPM) y del Estado ante los hechos expuestos y por el futuro de la energía confiable en Colombia.

Este documento se realizó con base en las fases del proceso de desarrollo de un proyecto: inicio, planeación, ejecución, control y cierre. Se presentan el origen de la idea, las decisiones que llevaron a plantear el proyecto y su posterior construcción, el contrato que se firmó para definir sus hitos de construcción y operación, y el análisis del error constructivo de la GAD, que lo puso en riesgo. El caso permite analizar las incongruencias y dudas que rodean el proyecto frente al reto que tiene el país de atender la creciente demanda de energía eléctrica y permitir la estabilidad del Sistema Interconectado Nacional (SIN), puesto que se espera que este provea el 17 % de la energía eléctrica del país.

1. Aspectos generales del mercado eléctrico colombiano

El sistema energético colombiano se divide en dos zonas: las Zonas No Interconectadas (ZNI) y las Zonas Interconectadas (ZI), que reciben y tienen acceso al servicio eléctrico por medio del Sistema Interconectado Nacional (SIN). Después del proceso de privatización del sector energético en 1994, el sistema de energía nacional se empezó a comportar como un mercado en donde se comercia el servicio para promover la libre competencia. El mercado energético en Colombia se rige por la Ley 143 de 1994, conocida como la Ley del Servicio Eléctrico, la cual determina el régimen de las actividades del sector eléctrico y el servicio público domiciliario, a través del funcionamiento, la creación y el cumplimiento de las políticas regulatorias dentro del sistema energético que se crean por medio de la Ley 142 de 1994, referente a los servicios públicos domiciliarios. La Ley 143 define el régimen para los agentes

que se encargan de la prestación del servicio en las actividades de la cadena productiva de la electricidad dentro del territorio nacional (Méndez, 2014).

La cadena productiva del sector energético en Colombia está conformada por 4 actividades: *generación*, que se refiere a la producción de energía eléctrica —central hidroeléctrica, térmica y solar, entre otras—; *transmisión* o traslado de la energía desde las centrales hasta los centros de consumo a altos voltajes, iguales o superiores a 57,5 kW; *distribución*, que se encarga del transporte y la entrega de la energía a los centros de consumo y sus voltajes son menores a 57,5 kW —resolución 90708 de 2013—; y *comercialización*, es decir, compra y venta de energía, el cual se encarga de la medición, facturación y atención al usuario del servicio de energía eléctrica (MinEducación, 2017).

Dentro del mercado hay diferentes entidades, como el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, encargadas del manejo, la política, la planificación, el mercado, la supervisión, el control y la seguridad de las políticas del sector para la entrega del servicio a los usuarios, por medio de entidades regulatorias que desarrollan normas jurídicas —como se ve en la tabla 1—, las cuales establecen las condiciones del usuario y de las empresas encargadas de garantizar la prestación del servicio de manera eficiente, a través de la libre competencia del mercado y la presencia de monopolios naturales, como lo son las actividades de transmisión y distribución —Ley 143 de 1994—.

Tabla 1. Esquema que involucra a las entidades que producen la energía

Actividad	Entidad	Control
Política	Ministerio de Minas y Energía	Presidencia de la República
Regulación	Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)	· Ministros · Planeación Nacional · Comisionados
Mercado	Usuarios y agentes	
Supervisión y control	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	Presidencia de la República

Fuente. Adaptado de Comisión de Regulación de Energía y Gas, s. f.

Una unidad muy importante en el mercado energético nacional es XM, empresa filial de ISA que se encarga de la operación y administración del mercado energético, por medio de las resoluciones de la CREG. XM posee la gestión del Mercado de Energía Mayorista (MEM), el Administrador de Intercambios Comerciales (ASIC), el Liquidador y Administrador de Cuen-

tas (LAC) de cargos por uso de las redes del SIN y el Centro Nacional de Despacho (CND), que se ocupan de la planeación, la supervisión y el control de la operación de las actividades de generación, interconexión y transmisión, para que la energía pueda ser comercializada a los usuarios finales. Así se generan las condiciones adecuadas en las transacciones de energía en el mercado en términos de oferta y demanda, por medio de la participación de agentes económicos, públicos y privados que cumplan con las condiciones de conexión del SIN. Esto, con el fin de promover la participación en el MEM y optimizar las transacciones comerciales y de transporte de la energía entre agentes, las transacciones horarias en la bolsa de energía, los contratos financieros de energías y las subastas para la asignación de obligación de energía en firme y cargo por confiabilidad (XM, s. f.).

Por otra parte, la matriz energética deriva de la participación de diferentes agentes que ofertan su energía en la bolsa de energía o en contratos de energía en firme o comercializadores. Para 2016, en Colombia la capacidad instalada fue de 16 597 MW y en el 2018 S-1 se incrementó a 17 720 MW —como se muestra en la tabla 2—. La energía proviene de fuentes renovables y no renovables. Según la UPME, para 2016 el 70 % de la generación de energía en Colombia provino de centrales hidroeléctricas; el 13 %, de gas; el 8 %, del carbón; el 6 %, del ACPM; un 1 %, de combustóleo; otro 1 %, de la mezcla de gas Jet-A1, y el 1 % restante se divide en energías alternativas renovables (Garrón, 2017).

Tabla 2. Capacidad efectiva de generación por tipo de combustible
—MW entre 2015 y 2018-S1—

Clasificación	2015	2016	2017	2018-S1
ACPM	1.247.000	931.000	1.248.000	1.240.000
AGUA	11.500.548	11.606.398	11.725,628	12.258.368
BAGAZO	93.200	91.800	130.700	142.700
BIOGÁS		2.250	3.950	3.950
BIOMASA		1.700		
CARBÓN	1.348.400	1.355.500	1.369.000	1.727.000
COMBUSTÓLEO	299.000	187.000	314.000	309.000
GAS	1.667.450	187.000	314.000	309.000
JET-A1	46.000	46.000	46.000	44.000
MEZCLA GAS- JET A1	264.000	264.000	264.000	264.000
RAD. SOLAR	18.420	18.420	9.800	9.800
VIENTO			18.420	18.240
TOTAL GENERAL	16.484.018	16.597.018	16.837.448	17.720.528

Fuente. Adaptado de UPME (2018, p. 79).

Según el último boletín estadístico de la UPME (2018), en 2017 el 86,01 % del potencial energético provino de centrales hidroeléctricas, con 57 341,9 GW de generación dentro del SIN. Actualmente se cuenta con 25 centrales hidroeléctricas, de las cuales 23 poseen embalses que en 2017 aportaron al SIN una capacidad efectiva de generación de 11 725,628 MW y se encuentran en las regiones de Antioquia, Centro, Caribe, Oriente y Valle, como se pone en evidencia en la figura 1. La evolución mensual del volumen útil diario de los embalses en el ámbito nacional se incrementó del 52,33 % en enero de 2016 al 78,49 % en junio de 2018. De los 470 proyectos registrados en la UPME entre 2016 y 2018-S1, 107 fueron de tecnología hidráulica, lo que equivale al 39 % de participación, con una capacidad de 5510,34 MW.

Figura 1. Hidrología y centrales del Sistema Interconectado Nacional



Fuente. XM, 2019.

2. Descripción del Proyecto Hidroeléctrico Ituango

El Proyecto Hidroeléctrico Ituango (Hidroituango) será la infraestructura de generación eléctrica más grande del país, con una capacidad instalada de 2400 MW, y otorgará 13 930 GWh de energía media anual al SIN. Está conformado por una presa de 225 m de altura y 20 millones de m³. Se encuentra localizado en el departamento de Antioquia, a 170 km de Medellín, colindante con diversos municipios donde tiene predios, en especial Ituango y Briceño. Está situado sobre el cañón del Cauca, tramo del río Cauca que desciende unos 800 m. Debió haber entrado en operación en 2018, pero por fallas estructurales no se concretó la operación; se espera que entre al SIN en 2021 (Contraloría de la República, 2018). En el caso de que no llegue a

entrar, el país tendrá un problema de abastecimiento energético futuro, lo que producirá racionamiento, pues Hidroituango generará el 17 % de la energía de Colombia (*El Espectador*, 2019).

El proyecto se idealizó en 1962, durante una reunión en la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos (SAI), en la cual el ingeniero Luis Chiquito presentó un documento titulado «Riqueza hidráulica de Antioquia 1898-2011», en el cual expuso un bosquejo del anteproyecto de una posible central hidroeléctrica que generaría 4000 MW y tendría una presa de 350 m de altura, sin contar con los metros adicionales del embalse, como plan de contingencia; también explicó que se podía realizar sobre el Cauca Medio, en el departamento de Antioquia (Valencia, 2018).

Después, en 1969, el ingeniero José Tejada Sáenz originó un documento titulado «Memorando preliminar sobre capacidad potencial y posibilidades de desarrollo escalonado del desarrollo hidroeléctrico del Cauca Medio», en el cual se propuso estudiar la posibilidad de crear centrales hidroeléctricas en el río Cauca, entre La Virginia y Tarazá (Ortiz, 2019), y validó el plan de construcción para dos proyectos en zonas cercanas al río: Cañafisto e Ituango (Yepes, 2018). Más tarde, el proyecto sería revisado y planificado en dos etapas por distintas empresas.

2.1 Etapa 1: ISA

Entre 1971 y 1983 la empresa de energía ISA (Interconexión Eléctrica S. A.) junto con la firma Integral, donde trabajaba el ingeniero Tejada, evaluaron qué tan viable era realizar un proyecto hidroeléctrico en las zonas propuestas, realizando los estudios de factibilidad para determinar la localización exacta, dimensión y características del proyecto, por lo que se adelantaron estudios de hidrología, geología, sismología y geomorfología, entre otros, que permitirían determinar alturas y la capacidad instalada (Ortiz, 2019).

Como resultado de los análisis realizados se viabilizaron el proyecto Cañafisto, que generaría 1600 MW, y el proyecto Ituango Alto, después del puente Pescadero en la parte baja del río, que generaría 3860 MW y que luego, en una reevaluación, pasaría a generar 3.560 MW. Años más tarde, los dos proyectos fueron pospuestos, ya que en esa época era muy complejo pensar en infraestructuras de tal magnitud, debido a la falta de tecnología, operarios y conocimiento, entre otros. Para esa época, en Colombia no se había realizado ninguna construcción de tamaño colosal, como lo serían estas dos centrales;

además, se añadía la falta de demanda local, pues el país no consumía energía de la misma forma que ahora (Yepes, 2018). Más tarde, en 1989, el estudio de factibilidad fue actualizado para la ejecución del proyecto. En 1984, con la división de ISA —transmisión— e Isagen —generación— (*Semana*, 2015), el proyecto Cañafisto pasaría a ser construido por Isagen y el proyecto Ituango fue otorgado a otra empresa del sector energético: Empresas Públicas de Medellín (EPM) (Valencia, 2018)

2.2 Etapa 2: EPM

De la mano del entonces gobernador de Antioquia, Álvaro Uribe Vélez, EPM comenzó la planeación y ejecución de Hidroituango. En 1995, Uribe y su secretario de Infraestructura, Andrés Uriel Gallego, adquirieron para el departamento los estudios sobre la hidroeléctrica que Isagen ya había realizado. El 29 de diciembre de 1997 Álvaro Uribe Vélez efectuó la ordenanza técnica y financiera n.º 35 de la Asamblea Departamental para crear la Sociedad Promotora de la Hidroeléctrica Pescadero S. A., que la definía como una zona de reserva natural, turística y ambiental, y otorgaba las autorizaciones para el diseño, la construcción y la explotación de la Central Hidroeléctrica Pescadero —ordenanza n.º 35 de 1997—. Más tarde, en 2001, se realizaron los estudios de impacto ambiental; pero EPM tenía una noción sobre la inviabilidad del proyecto, por lo cual, al terminar las etapas 1 y 2 de Hidroituango, el entonces gobernador de Antioquia, Guillermo Gaviria Correa, suspendió el proyecto.

En 2006 se presentaron los estudios que complementaron la factibilidad y el estudio de impacto ambiental; pero no fue sino hasta 2007 cuando se volvió a nombrar la creación de la central y se realizaron nuevos estudios, complementando los anteriores, sobre la factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto. En 2009 el Ministerio de Ambiente otorgó la licencia ambiental, por medio de la resolución 155 de 2009 (Ortiz, 2019), y en 2010 el gobernador Luis Alfredo Ramos reanudó el proyecto y lo adjudicó a EPM, quienes realizaron diseños detallados y definitivos para comenzar la construcción en noviembre de dicho año (Uribe, 2017). En este mismo año se realizaron diferentes licitaciones para la construcción de los túneles de acceso, los equipos hidrodinámicos y eléctricos, y las turbinas de generación. Por otro lado, entre 2011 y 2014, la construcción de Hidroituango se vio involucrada en casos de corrupción, debido a irregularidades y favorecimientos en el proceso de licitación de la «construcción de los Túneles de Desviación, del Túnel de Acceso y las Galerías de Construcción de la Casa de Máquinas del Proyecto

Hidroeléctrico Ituango» (Akerman, 2018), de los cuales aún se deben explicaciones. Por último, en 2014 se desvió el río Cauca con el fin de inaugurar el proyecto en él, evento que no fue posible debido a fallos estructurales que hoy en día se encuentran en proceso de reparación.

3. La construcción de Hidroituango

En 2010, EPM sustrajo del patrimonio de la Sociedad Hidroituango S. A. E. S. P. los activos y pasivos correspondientes al proyecto, que pasarían a una nueva empresa después de que la sociedad se dividiera y disolviera. El 25 de marzo se constituyó EPM Ituango S. A. E. S. P., por medio de la escritura pública n.º 893 de 2011 de la Notaría 17 de Medellín (EPM, s. f.), con el fin de que EPM, como accionista mayoritario —46 % de las acciones—, construyera Hidroituango, a partir de un acuerdo entre el Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA) y EPM. Por este mismo acuerdo el IDEA dejó en prenda a EPM las acciones que tenía en la Sociedad Hidroituango, para que este fuera el propietario al 100 % de EPM Ituango y pudiera trabajar bajo el contrato BOOMT (Built, Operate, Own, Maintain and Transfer [construir, operar, poseer, mantener y transferir]) (Tobón *et al.*, 2010).

Este proceso está siendo investigado por la Fiscalía por irregularidades en la adjudicación de contratos, puesto que, al terminar EPM con el 99,4 % de las acciones de EPM Ituango, votó a favor de esta empresa para que construyera, mantuviera y operara Hidroituango, quitándole la oportunidad a otras seis compañías que se habían presentado al proceso (Rico, 2019). Por último, EPM Ituango fue disuelta en 2013, debido a que EPM consideraba que no necesitaba de un vehículo —otra empresa— para ejecutar el proyecto (EPM, 2013), por lo cual es quien actualmente lleva a cabo la construcción de Hidroituango.

3.1 Etapa de inicio del proyecto Hidroituango

En la tarde del 11 de agosto de 2010, la Sociedad Hidroituango S. A. E. S. P., propietaria de Hidroituango, y EPM, en su rol de constructora, suscribieron al proyecto con un contrato tipo BOOMT, el cual establece una serie de actividades con fechas específicas para la construcción y entrega del proyecto (Pérez, 2018, p. 11). El 30 de marzo de 2011 se firmó el contrato y EPM Ituango se obligó a realizar las inversiones para la financiación, la construcción, la operación, el mantenimiento y la entrada al sistema del proyecto;

además, el contrato describía que este tendría una duración de 8 años de construcción y de 42 de operación, lo que le daba a EPM autoridad sobre el manejo de la central durante 50 años. El 28 de agosto de 2012 EPM adjudicó al Consorcio CCC Ituango —constituido por las firmas Camargo Corrêa, de Brasil, y Concreto y Coninsa Ramón H., de Colombia— la construcción de las obras primordiales, las cuales hacen parte de las actividades especificadas en el contrato (Ortiz, 2019). Después de la disolución de la Sociedad Hidroituango, el contrato BOOMT se formalizó entre EPM Ituango —contratante y nueva empresa— y EPM —contratista— el 19 de enero de 2013 por 18 519 893 719 pesos colombianos (Rico, 2019), lo que daría inicio al proyecto.

4. Etapa de planeación del proyecto Hidroituango

En 2010 comenzó la construcción preliminar de la presa. 8 años después de la firma del contrato, en 2018, debió haber entrado en operación, pero debido a fallos estructurales no pudo iniciar el funcionamiento y ha presentado grandes retrasos que equivalen a pérdida sustancial de dinero y materiales, entre otros; además, aumentó el temor del país de no tener energía confiable para años futuros. En 2008 la hidroeléctrica ganó la subasta de la UPME y se comprometió a proporcionar energía firme al sistema, pero al no entrar en operación a finales de 2018, incumplió con sus obligaciones, lo que llevó a la CREG a buscar respaldo en otras centrales en construcción, para que respondieran por Hidroituango (Lopera y Ruiz, 2019). Como respuesta a que la potencia de Hidroituango no haya entrado en su totalidad, el MinMinas y la UPME diseñarán una subasta para que las energías renovables respalden al SIN. Esta subasta define que se requieren 4312 MW de energías renovables no convencionales en el caso de que no se recupere Hidroituango y 2886 MW en caso de que sí —resolución 40790 de 2018—.

Debido a que el proyecto fue desarrollado por entidades públicas como EPM y el IDEA, la Alcaldía de Medellín, la Gobernación de Antioquia y la Presidencia de la República han dado grandes pasos y han avalado acciones para que el proyecto se construya. Álvaro Uribe Vélez en 1997, como gobernador, creó la Sociedad Promotora de la Hidroeléctrica Pescadero S. A. —antigua dueña del proyecto—; como presidente, en 2009, le dio un empujón a EPM para que esta pudiera generar más energía y permitiera que el proyecto accediera a beneficios tributarios, y le otorgó la licencia ambiental; y después de salir de la Casa de Nariño, medió para que EPM quedará como

constructor principal de la obra. El expresidente Andrés Pastrana —2002— agilizo el proceso para obtener la licencia, eximiendo a la Promotora de presentar el Diagnóstico de Impacto Ambiental. Sergio Fajardo, como alcalde de Medellín, en 2007 contrató a Integral para obtener los estudios ambientales, reorganizó la junta de accionistas y, como gobernador, en 2015, respondió a su primera gran demanda, que trataba sobre la protesta de las comunidades cercanas al proyecto. Luis Ramos, gobernador hasta 2011, le dio prioridad al proyecto en su Plan de Desarrollo y compró acciones en EPM, lo que hizo que el departamento de Antioquia tuviera más poder que la ciudad de Medellín en la junta de accionistas de EPM; además, le cedió el proyecto a esta. Por lo tanto, hoy la junta de accionistas propietarios del proyecto está compuesta según se muestra la tabla 3. Hay que recordar que el IDEA dejó en prenda sus acciones a EPM por el contrato BOOMT.

Tabla 3. Junta de accionistas de Hidroituango

Accionistas de Hidroeléctrica Ituango		
Accionista	Numero de acciones suscritas	% de participacion accionaria
Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA)	30.539.584.791	50,741261%
Empresas Públicas de Medellín E.S.P.	27.885.783.007	46,331992%
Departamento de Antioquia	1.291.495.015	2,145808%
Central Hidroeléctrica de Caldas S.A. E.S.P.	85.934.593	0,142780%
La Nación	46.490.817	0,077244%
Financiera Energética Nacional S.A. (FEN)	21.619.223	0,035920%
Accionistas Minomitarios	315.978.185	0,524995%
Total	60.186.885.631	100,000000%

Fuente. Adaptado de Hidroeléctrica Ituango (2017).

En 2011, el exalcalde Alfonso Salazar le dio el control total a EPM y lo convirtió en contratista, puso el proyecto a concursar en la subasta de energía —en la cual este incumplió sus obligaciones—, licitó la presa y comenzó las obras. Quien le siguió como alcalde, Aníbal Gaviria —2015—, permitió que la junta de accionistas pasara el contrato de EPM Ituango a EPM, por lo que el proyecto se tomó exenciones tributarias y ahorró dinero; además, contrató al Consorcio CCC para la construcción. Como en ese momento el proyecto estaba atrasado, lo aceleró al cerrar los dos túneles de desviación sin compuertas y construyó un tercero con compuertas y sin licencia, el cual se taponó y originó el derrumbe. El exalcalde de Medellín, Federico Gutiérrez, inundó y cerró en 2019 la casa de máquinas, para que la obra no se perdiera por completo, mientras que el entonces gobernador Luis Pérez salió ese mis-

mo año a cobrarle a EPM para que respondiera por sus obligaciones, indicadas en el contrato BOOMT (Lopera y Ruiz, 2019).

Después de la firma del contrato BOOMT, conocido como el «Cronograma Director» (Contraloría de Antioquia, 2018), el cual establece los eventos de construcción del proyecto, denominados «hitos», con fechas de obligatorio cumplimiento para EPM, se dio inicio a las obras previas al hito 1: la construcción de los túneles de desviación izquierdo y derecho —agosto de 2011—, la construcción de las obras civiles principales —2012— y la excavación del complejo de cavernas —julio de 2013— (EPM, 2019), y a los demás hitos descritos en el contrato —tabla 4—:

Tabla 4. Hitos del Proyecto Hidroituango descritos en el contrato BOOMT

HITO	ASUNTO	FECHA ESTABLECIDA	DATOS ADICIONALES	ESTADO
1	Desviación del río Cauca	15 de enero de 2013. AMB' 3: 8 de enero de 2014	Fue modificada por el AMB 3 y quedó para el 8 de enero de 2014. Ocurrió en febrero	Violó el hito Completado
2	Terminación de la construcción de la ataguía en RCC ²	13 de agosto de 2013 AMB 3: 6 de mayo de 2014	Fue modificada por el AMB 3 y quedó para el 6 de mayo de 2014	Completado
3	Terminación de excavación: caverna de la casa de máquinas hasta las galerías de barras 4 a 1	16 de abril de 2014 AMB 5: 6 de febrero de 2015	Fue modificada por el AMB 5 y quedó para el 6 de febrero de 2015	Completado
4	Inicio de concretos en sala de montajes, primarios y para la vía grúa — unidades 4 a 1—	20 de julio de 2014 AMB 7: 7 de mayo de 2015 AMB 8: 20 de enero de 2016 AMB 9: 30 de diciembre de 2015	Fue modificada por el AMB 7 y quedó para el 7 de mayo de 2015. Luego fue modificada por el AMB 8 y quedó para el 20 de enero de 2016, pero como el proyecto se adelantó, la modificación por el AMB 9 fue entregada el 30 de diciembre de 2015	Completado
5	Inicio montaje de la unidad 4	12 de noviembre de 2015 AMB 8: 27 de julio de 2016	Fue modificada por el AMB 8 y quedó para el 27 de julio de 2015	Completado
6	Construcción de la presa hasta la cota 320	11 de enero de 2016 AMB 3: 1.º de octubre de 2016	Fue modificada por el AMB 3 y quedó para el 1.º de octubre de 2016.	Completado

HITO	ASUNTO	FECHA ESTABLECIDA	DATOS ADICIONALES	ESTADO
7	Cierre de las compuertas de desviación e inicio de llenado del embalse	1.º de marzo de 2018 AMB 10: 1.º de julio de 2018 Entregado: 5 de febrero de 2019 (<i>El Tiempo</i> , 2019)	Fue modificada por el AMB 10 y quedó para el 1.º de julio de 2018. —Durante este hito se originó el error constructivo—. Ocurrió el 5 de febrero de 2019	Violó el hito Completado
8	Unidad 4 entra en operación comercial	27 de octubre de 2018 AMB 10: 28 de noviembre de 2018	Fue modificada por el AMB 10 y quedó para el 28 de noviembre de 2018. No hay información sobre su entrega	Violó el hito En proceso
9	Unidad 1 entra en operación comercial	24 de junio de 2019 AMB 10: 28 de agosto de 2019	Fue modificada por el AMB 10 y quedó para el 28 de agosto de 2019	En proceso
10	Unidad 8 entra en operación comercial	24 de junio de 2022		En proceso

¹ AMB: Acuerdo de Modificación Bilateral

² RCC: Rolled Compact Concrete (concreto compactado con rodillo)

Fuente. Adaptado de Pérez (2018).

Durante los hitos se realizaron otras operaciones de construcción: por el hito 2 se inició la construcción de la presa y por el hito 6 se dispuso a operar la Galería Auxiliar de Desviación (GAD) —septiembre de 2017—, se completaron las estructuras de captación —febrero de 2018— y se elevó la cota de la presa a 385 —abril de 2018— (EPM, 2019).

Según el contrato, en el caso de que EPM no cumpliera con las actividades en las fechas específicas, recibiría multas por cada actividad de forma individual y por cada día de retraso. Estas multas equivalen a 117 millones de pesos al día, que para finales de 2018 representaban 30,234 millones de pesos (*El Espectador*, 2018). El incumplimiento del BOOMT comienza desde la adjudicación de las obras principales (Pérez, 2018, p. 23).

En un principio, la obra tenía solo dos túneles de desviación, cada uno con dos ramales, a los cuales, por dificultades técnicas, no les instalaron las compuertas. Dado el atraso que representaba esta situación para el proyecto, EPM tomó la decisión unilateral de construir la GAD, un túnel auxiliar con compuertas que permitía taponar los otros dos y comenzar el llenado de la presa. Pero, por varios fallos estructurales, técnicos y geológicos, entre otros, el 28 de abril de 2018 la GAD colapsó y ocasionó uno de los peores escenarios

de la hidroeléctrica, además de que dos días después se presentó el derrumbe dentro del túnel de la GAD (EPM, 2019). Aunque la junta técnica de Hidroituango y los asesores de EPM advirtieron en varias ocasiones el alto nivel de riesgo ambiental y constructivo que representaba, EPM hizo caso omiso y continuó con la construcción. También se añade que la Junta Directiva de Hidroituango desconocía los estudios, investigaciones y escenarios a los que se iba a ver expuesta por la construcción de GAD, por lo que nunca aprobaron la construcción de este túnel (Pérez, 2018, pp. 50-51). En la siguiente tabla se ponen en evidencia los errores constructivos del túnel:

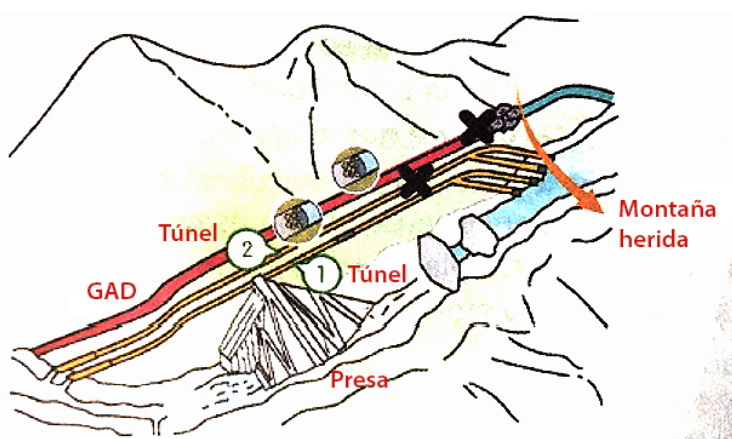
Tabla 5. Errores constructivos que llevaron al colapso de la GAD

ACTIVIDAD	FECHAS ESTABLECIDAS	DESCRIPCIÓN	ERROR/FALLO
Incumplimiento en el contrato de construcción de dos túneles de desviación	Fecha de inicio: 16 de abril de 2011 Fecha de entrega: 17 de abril de 2013 Duración: 610 días	Diseño: Consorcio Integral Construcción: Consorcio Túneles Ituango F.S. Debían realizar los túneles, la excavación de la cámara de compuertas de la descarga de fondo, la construcción de galerías y el túnel de acceso a la casa de máquinas.	A los 821 días el consorcio incumplió con las fechas establecidas por falta de personal y maquinaria para satisfacer las condiciones del contrato; por ello, EPM decide quitarles el contrato por medio de un proceso de cesión.
Construcción túnel de aceleración o GAD	Fecha de inicio: 10 de agosto de 2015 Fecha de entrega: 20 de septiembre de 2017 Fecha de colapso: 28 de abril de 2018	Diseño: Consorcio Generación Ituango — Integral-Solingral— Construcción: EPM Tras los incumplimientos de la construcción de los túneles de desviación, los riesgos los debía asumir el contratista.	EPM hace caso omiso a las advertencias de técnicos y asesores, y continúa con la construcción del túnel. La junta directiva nunca aprueba la construcción de la GAD.
El túnel de aceleración o GAD se construyó sin licencia ambiental	Fecha de inicio: 10 de agosto de 2015 Fecha de entrega: 20 de septiembre de 2017 Fecha de colapso: 28 de abril de 2018	En 2014 la junta asesora de Hidroituango definió que EPM estaba obligado a tramitar ante la ANLA la modificación de la licencia ambiental tras la nueva decisión de desviación del río Cauca.	No obstante, se inició la construcción del túnel GAD en agosto de 2015 sin estudios técnicos y sin la modificación en la licencia ambiental, la cual fue otorgada hasta 2016 mediante la resolución 1139.
Construcción del túnel de aceleración	Fecha de inicio: 10 de agosto de 2015 Fecha de entrega: 20 de septiembre de 2017 Fecha de colapso: 28 de abril de 2018	Según la investigación realizada por la Universidad Nacional de Colombia, el túnel se construyó con el revestimiento «ribs», que no resiste las velocidades del flujo que alcanzó en abril el GAD, lo que provocó el taponamiento y la chimenea que se creó en la montaña «sinkhole», donde se encuentra la casa de máquinas.	El GAD colapsó debido a fallos y omisiones de las propiedades hidrodinámicas del río, puesto que el caudal del río Cauca es de velocidad > 1200 m/s, pero el túnel trabajaba con la velocidad de flujo de 7 m/s, y el concreto y los pernos apenas resisten velocidades < 8 m/s.

Fuente. Adaptado de Pérez (2018).

Además de estos errores constructivos, también se encuentran otros como: cerrar con concreto reforzado los dos primeros túneles —lo que conllevó la creación de la GAD— y el intento de destaponarlos por medio de explosivos para mitigar la crisis, pero que falló debido a que no hubo un plan concreto ni personal con experiencia para llevar a cabo la operación. Además, las energías de las voladuras que se alcanzaron a hacer produjeron un movimiento de masa en la montaña, lo que provocó su inestabilidad y, por tanto, la de las estructuras de la central que se encontraban dentro de ella, dejándola «herida»; al terminar las voladuras, la montaña se fue estabilizando. Todos estos errores, sumados la falta de control sobre el caudal del río Cauca, que iba a 6000 m/s, provocaron la inundación de Puerto Valdivia y de otros municipios, y la pérdida material de puentes y vías, entre otros, hechos que marcaron el peor escenario de Hidroituango (Pérez, 2018, pp. 69-88).

Figura 2. Errores constructivos



Fuente. Adaptado de Pérez (2018, p. 81).

Después del derrumbe, EPM inició la construcción del lleno prioritario para contener el embalse —abril de 2018—, el cual llegó a la cota 418 msnm, y tomó la decisión de evacuar el agua por medio de la casa de máquinas —mayo de 2018—. A su vez, el proyecto entró en alerta roja por temor al colapso total de la central y a afectar a las poblaciones cercanas. Después se realizó el cierre de compuertas con el fin de evitar el paso del caudal del río a grandes velocidades y que no inundara a las poblaciones cercanas, pero ocasionó que el nivel del río descendiera, lo que provocó caos tanto ambientales, como el buchón y la muerte de miles de especies, como socioeconómicos en los pueblos. El 4 de noviembre de 2018 empezó a operar el vertedero, que se construyó con urgencia para disminuir el temor de perjuicios de las comunidades cercanas —Ituango y Valdivia— y recuperar el caudal del río Cauca (EPM, 2019).

5. Etapa de ejecución del proyecto Hidroituango

En la tabla 6 se presentan los hechos más importantes de la hidroeléctrica hasta 2019, que representa la continua lucha de EPM y el Gobierno por no perder el proyecto y terminarlo para que pueda suministrar de energía al país en 2022.

Tabla 6. Hechos más importantes del Proyecto Hidroituango

AÑO	ACONTECIMIENTO
1969	<ul style="list-style-type: none"> • Primer estudio sobre el desarrollo eléctrico del cañón del río Cauca presentado por la firma Integral Ltda.
1974	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios e investigaciones: potencial de aprovechamiento del río
1979	<ul style="list-style-type: none"> • Comienzo de estudios de prefactibilidad en Cañafisto e Ituango, que tiene viabilidad técnica • Pueden llegar a producir: Cañafisto 1200 MW e Ituango 4270 MW
1983/1996	<ul style="list-style-type: none"> • Se determina que Colombia no necesita una nueva hidroeléctrica
1997	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea la Sociedad Promotora Ituango S. A. • Primeros diseños de la hidroeléctrica
1998	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de estudios de factibilidad a través de Integral S. A.
2000	<ul style="list-style-type: none"> • Inicia el proceso del MinAmbiente para el estudio de la licencia ambiental • Se convoca a una asamblea para obtener los recursos y contratar los estudios ambientales y de prefactibilidad
2006	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de diseños de la central. Se define la capacidad instalada (2400 MW), una presa de 220 m de alto y 8 años de construcción
2008	<ul style="list-style-type: none"> • MinMinas, a partir de la resolución 317, declara que los terrenos necesarios para la construcción de proyectos son de interés social y utilidad pública
2009	<ul style="list-style-type: none"> • MinAmbiente concede la licencia ambiental —res. 0155—
2010	<ul style="list-style-type: none"> • MinMinas aprueba el pago de compensaciones en las actividades económicas de la población afectada por la construcción de proyecto. —res. 180577/2010— • La Gobernación de Antioquia adquiere la mayoría de las acciones de la sociedad Hidroituango, por medio del IDEA • EPM firma como constructor de la central • Firma del contrato BOOMT entre la Sociedad Hidroituango y EPM Ituango
2011	<ul style="list-style-type: none"> • EPM realiza la licitación pública internacional para contratar las vitales obras civiles del proyecto
2012	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio de la construcción del proyecto • Se adjudica el contrato de construcción con el Consorcio CCC
2014	<ul style="list-style-type: none"> • Se hacen las primeras advertencias por ONG sobre los problemas ambientales por la desviación del río Cauca • Desviación del río Cauca
2017	<ul style="list-style-type: none"> • ANLA no entrega los permisos de construcción de la línea de transmisión, por lo que la central no entraría a operar en 2018

AÑO	ACONTECIMIENTO
2018	<ul style="list-style-type: none"> • Taponamiento de la GAD y desborde el río Cauca. Primera alerta a los municipios aguas abajo, debido al represamiento del río Cauca en Valdivia —Antioquia—. Evacuan 150 casas • Primeras inundaciones, se reporta que los niveles superan las bases de puente El Pescadero de Ituango. Inundación en Puerto Valdivia. Antioquia le pide al Gobierno reubicar Puerto Valdivia • EPM confirma el colapso completo de la GAD y comienza a destapar los dos túneles iniciales taponados con concreto • Entidades del Estado implementan medidas de contingencia para evitar tragedia humana y ambiental • EPM toma la decisión de abrir las captaciones 1,2,7 y 8 para evacuar el agua hacia la casa de máquinas, registrando las primeras salidas del agua del río Cauca por las descargas 1, 2 y 3. La cota alcanza 300 m en la represa • Se destapa el túnel de derecho, evacuación que colapsa al no soportar un caudal de 6000 m³/s de agua • ANLA inicia investigación • Salida de agua a presión en el túnel de acceso a la central subterránea y galería de salida de emergencia • Aumento de presión por el pozo de humos y el pozo de compuertas 8, subida en la presión de salida y flujo turbulento en las descargas 1 y 2, y disminuye el flujo de agua en la descarga 3 • La hidroeléctrica Salvajina trata de reducir el caudal del río Cauca • Se retoman actividades de 1500 trabajadores • EPM se prepara a trabajar contemplando los peores escenarios, y espera recuperar el control del proyecto • EPM informa que se obstruyeron 2/4 túneles de la casa de máquinas • La presa alcanza la cota 410 m • Nuevo derrumbe. Impide el tránsito de vehículos a través de los túneles • Se presentan fallas geológicas en la montaña «sinkhole» • EPM genera planes de evacuación del personal por movimientos de tierra en la montaña • El Consejo de Estado dice que el proyecto no tiene ninguna irregularidad en la licencia ambiental y niega la suspensión de esta • El consorcio CCC Hidroituango entrega el vertedero • Se inspecciona la presa por nuevas filtraciones y se regula la cantidad de agua que entra y sale, confirmando una pequeña filtración de agua, y se inician trabajos de control • Procuraduría evalúa los planes de contingencia del proyecto • Se instala centro de monitoreo técnico en el proyecto por parte de EPM • Se realiza el llenado de la presa y el embalse presenta aumentos • EPM espera el cierre de la casa de máquinas para el reconocimiento y la evaluación de daños, y vende sus activos para atender la emergencia • EPM contrata a una empresa chilena para realizar una investigación externa • Protestas y manifestaciones por el proyecto • EPM debe dar garantías por incumplimiento de uso de la licencia • Contraloría realiza un informe sobre irregularidades por parte de la ANLA y EPM. EPM responde ante el informe de la Contraloría • Se retrasa el cierre de la casa de máquinas de Hidroituango • La sociedad no cumplirá con el pago del plan de aceleración a EPM

AÑO	ACONTECIMIENTO
2019	<ul style="list-style-type: none"> • Socavón a 40 m en la montaña. Se cierra la casa de máquinas y se implementa el plan de contingencia para su cierre —compuertas— • Después del cierre de la casa de máquinas se registran deformaciones en las rejillas de los túneles de captación • Integral informa sobre la inestabilidad de la casa de máquinas • Se registran niveles del río Cauca por debajo de lo normal • Procuraduría evalúa la emergencia ambiental por afectaciones en el ambiente, la economía y las poblaciones • Se denuncia la mortandad de peces aguas abajo del proyecto • Procuraduría ordena vigilancia y control por esconder información • Operación del vertedero para restablecer el caudal normal del río Cauca • Empieza la evacuación del agua en la casa de máquinas • Procuraduría solicita declarar emergencia ambiental en Hidroituango • El gerente de EPM informa que participará en la subasta de energía • Se confirma que la GAD no tenía licencia ambiental • Entrega de la investigación de la firma chilena sobre la causa de la emergencia, descubren que la crisis del proyecto sucede por mal diseño del túnel, lo que causa una erosión en la roca del piso • El fiscal general de la Nación denuncia irregularidades en la convocatoria del socio estratégico de Hidroituango • ANLA sanciona por 2500 millones de pesos a la Sociedad Ituango • Según la Contraloría General de la República se presentan más de 300 denuncias por afectaciones en comunidades por Hidroituango • Se conocen las imágenes oficiales del estado real de la casa de máquinas y se espera que el proyecto entre para 2022 • Los sobrecostos de los riesgos por diseño-asesor deben ser asumidos por Hidroituango S. A. E. S. P., según EPM. La Sociedad Hidroituango dice que no responderá por estos • Se encuentra una planta invasora aguas abajo del proyecto, porque solo sale agua al río por el vertedero y todos los nutrientes de este quedan represados, advirtió la Fiscalía General de la Nación • NLA pide un análisis de calidad de agua del río Cauca a Hidroituango • La presa alcanza la altura final de 435 m, según diseño original
2022	<ul style="list-style-type: none"> • Entrará en operación con 2 unidades

Fuente. Adaptado de Caracol Radio (2019), Mongabay Latam (2018) e Hidroeléctrica Ituango (2018).

5.1 Etapa de control del proyecto Hidroituango

El proceso de contratación para la construcción del proyecto hidroeléctrico de Ituango inició en 2009, cuando la Junta Directiva de Hidroituango tomó la decisión de dejar la obra en manos de un tercero, mediante una invitación pública internacional para precalificar los consorcios que cumplieran con la experiencia técnica y operativa, y contaran con un respaldo financiero. El 18

de enero de 2010 la Sociedad Hidroituango S. A. E. S. P. seleccionó 7 consorcios: China Three Gorges Corporation, Consorcio Kepco, Centrais Elétricas Brasileiras S. A., Odebrecht S. A., Camargo Corrêa S. A., Andrade Gutiérrez S. A. y EPM. Finalmente, la Junta Directiva de Hidroituango suspende la convocatoria y empieza las negociaciones con EPM para la construcción y operación del proyecto (*Dinero*, 2019).

Según, el Informe Final de Actuación Especial Unidad de Reacción Inmediata de la Contraloría General de Antioquia (2018), el contrato BOOMT, definido como «Cronograma Director», mediante hitos indica que los contratos de las obras fundamentales debían ser adjudicados en mayo de 2012 y estas, finalizadas en junio de 2019; que las obras de desviación debían ser entregadas en octubre de 2017 y los túneles de desvío, en enero de 2013; que la descarga de fondo debía hacerse en octubre de 2017, la adquisición de equipos hidrométricos, en enero de 2018, y la adquisición de equipos electromecánicos, en febrero de 2018.

Dicho contrato tiene 13 condiciones inmodificables, que establecen las actividades obligatorias de culminación por el constructor, que tiene como principal objetivo el cumplimiento de las obras principales como la presa, el embalse, la desviación y el vertedero, y las especificaciones de la licencia ambiental. Si se realiza alguna modificación de los hitos, estas deben presentarse al gerente de Hidroituango S. A. E. S. P. y ser aprobadas por este. Según el contrato BOOMT, si EPM no llega a cumplir con alguno de los hitos tiene que pagar por cada día de retardo una cláusula penal de *apremio* por 150 SMMLV, que aumenta según un factor que depende de los días en los que se retrase la entrega (Pérez, 2018, p. 23). Se esperaba realizar los contratos en enero de 2012, pero se hizo hasta noviembre de este año y la obra comenzó 10 meses después.

Pero la crisis de EPM comienza con la firma del contrato de construcción de los túneles de desviación 1 y 2, por un valor 142 000 millones de pesos con el Consorcio Túneles Ituango F. S., el cual incumple el contrato y la obra se retrasa 213 días; el valor final queda en 185 000 millones de pesos (Pérez, 2018, p. 35). Durante la contratación y el proceso de construcción, la interventoría de la obra, Ingetec Sedic, realizó varios llamados de atención al contratista y a EPM por la falta de equipos, personal y logística, lo que generó un atraso en el cumplimiento de las fechas estipuladas para las principales obras.

Tabla 7. Resumen de atrasos de obras del proyecto —2015—

ATRASO DE OBRAS 2015	MESES
Desviación y vías de acceso	13 meses
Cavernas	7 meses
Impacto acumulado	20 meses
Recuperación obras y montaje	18 meses

Fuente. Adaptado del Informe Final de Actuación Especial Unidad de Reacción Inmediata de la Contraloría General de Antioquia, 2018.

Según la Contraloría General de Antioquia (2018), en 2015 EPM toma la decisión, sin consulta previa a la junta directiva, de adelantar planes de aceleración —planes técnicos de la obra—, como: a) obras adicionales en la ruta crítica, galería y acceso, para llegar a frentes de obra; b) aumentan los equipos, los equipos especializados, la mano de obra y modifican los turnos; c) EPM empieza a ejecutar planes de utilidad escalonada para el cumplimiento del cronograma.

Estos planes tenían un costo de 440 000 millones y se esperaba que el proyecto comenzara a generar energía en noviembre de 2018. La junta directiva era quien tomaba la decisión de incorporar el plan de aceleración al contrato y verificar la matriz de riesgos del BOOMT (Colprensa, 2018).

Entre los planes de aceleración de EPM, en 2013 aparecen las primeras observaciones hechas por la Junta Internacional de Asesores de EPM sobre estudios de la GAD, en los cuales se especificaba seguir con el diseño original. Luego, el 26 de marzo de 2014, la Junta Técnica de Hidroituango rechazó la construcción de esta. Sin embargo, como la construcción no afectaba las características inmodificables, EPM decide empezar la obra de la GAD en agosto de 2015, sin autorización de la junta directiva, por lo que EPM debe hacerse cargo de los costos, posibles efectos y riesgos de la construcción, pólizas y efectos en el medio ambiente. Cabe resaltar que EPM debía gestionar la modificación de la licencia ambiental ante la ANLA, pero no es sino hasta el 5 de julio de 2016 que se solicita la modificación (Pérez, 2018, pp. 45-57).

Después del colapso de la GAD, en abril de 2018, se anuncia que el proyecto es una calamidad pública y la zona se declara en alerta roja. El Departamento Administrativo del Sistema para la Prevención, Atención y Recuperación de Desastres de Antioquia (DAPARD) convoca unos estudios, como el de Universidad Nacional de Colombia, para evaluar las causas del colapso. De acuerdo con el «Informe de gestión de Hidroituango» —2018—, se hace un seguimiento para la gestión de atención de eventos,

como la evacuación de las poblaciones cercanas, alcanzar la cota de 410 m de la presa, la desviación del agua a través de las captaciones 1, 2, 7 y 8, asesorías extranjeras, sobrevuelos a la zona aguas abajo y aguas arriba, terminación del hormigón del vertedero y compuertas, y equipos de monitoreo de las condiciones geológicas e hidráulicas; en gestión ambiental, se revisan las medidas ambientales por medio de la interventoría de INGETEC-SEDIC y se hace seguimiento por Hidroituango en cumplimiento del plan de manejo ambiental. Además, por medio de 8 resoluciones y 2 autos, la ANLA ha puesto a disposición las condiciones para la mitigación de la emergencia de los impactos ambientales y en las comunidades.

Tabla 8. Costos y gastos emergencia de Hidroituango —\$COP MM—

N°	Ejecución por lotes de control	2011 Abril/18	2011-Dic/18	Emergencia Mayo-Dic/18
1	Infraestructura	1.652.531	1.679.415	26.884
2	Sistema de desviación	567.1574	569.606	2.032
3	Presa y vertedero	1.652.648	1.775.241	122.593
4	Conducción	488.729	493.165	4.436
5	Obras casa de máquinas	350.470	353.185	2.715
6	Obras de descarga	261.238	256.281	4.957
8	Equipos mecánicos	346.745	364.700	17.955
9	Equipos eléctricos	380.375	424.186	43.811
10	Conexión STN	58.108	60.165	2057
11	Sostenibilidad social y ambiental	612.605	677.414	64.809
12	Ingeniería logística y administración	713.166	769.053	55.887
18	ATRM ajuste diferencia cambio ALMSTON	(40.257)	(40.257)	-
	Subtotal inversiones	7.043.932	7.382.154	338.222
	Inversiones de contingencia (1)		489.945	489945
	Total inversiones	7.043.932	7.872.099	828.167
13	Gerencia /(Costo y gasto)	222.002	263.253	41.251
14	Gravamen movimiento financiero	31.109	34.929	3.820
15	Otros costos y gastos	11.445	25.168	13.723
16	Mercancía en tránsito	54.184	54.903	719
17	costos y gastos no recurrentes	15.258	15.599	331
	Subtotal costos y gastos	333.998	393.842	59.844
	Costo Y gasto contingencia (2)		147.696	147.696
	Total costos y gastos	333.998	541.538	207.540
	Total inversión (Costo y gasto)	7.377.930	8.413.637	1.035.707

Fuente: Hidroeléctrica Ituango, 2018.

En el transcurso de 2019, se han registrado grandes inversiones en las obras principales, infraestructura e ingeniería y administración. Después del informe entregado por EPM en junio de este año, se han realizado inversiones al proyecto por 2971,40 millones de pesos, sin entrar en operación (Valoraanalitik.com, 2019).

6. Etapa de cierre del proyecto Hidroituango

En lo que va el tercer trimestre de 2019, la situación mejoró para Hidroituango, puesto que se levantó la alerta roja sobre el proyecto por la finalización de la construcción de la presa con base en el diseño original, equivalente a 345 msnm. Para la comunidad cercana esto significó que más de 63 familias volvieran a sus hogares, que se encuentran río abajo del proyecto —como el municipio Puerto Valdivia—, mientras que para EPM significó tener ya dos de las tres obras fundamentales del proyecto, que permitirían avanzar en la obra para poder hacer su entrega en una fecha más cercana, lo que representa una disminución de costos (*Portafolio*, 2019). De las tres obras fundamentales, la construcción de la presa terminó el 18 de julio de 2019 y el vertedero comenzó a operar el 4 de noviembre de 2018; quedaría faltando la casa de máquinas, cuya recuperación podría tardar al menos 2 años (Arbeláez, 2019), aunque ya se controlaron las filtraciones en los túneles de captación conectados a esta. Cuando la casa de máquinas esté recuperada al 100 % y la Gobernación de Antioquia haya levantado la suspensión a la licencia ambiental del proyecto, dictaminada por ANLA mediante la resolución 820 de 2018 (Aguirre y Montoya, 2019), Hidroituango podrá continuar con sus trabajos regulares y su plan original; por lo tanto, empezará a entregar energía al SIN en diciembre de 2021 con 2 de sus unidades y estará operando con toda la capacidad en 2024 (*Portafolio*, 2019). También le quedará responder a las denuncias que le han hecho, entre ellas, los doce procesos de la ANLA, entre los cuales, aunque ya han respondido a cuatro, según la ANLA van a aumentar (Morales, 2019); además, debe atender a las multas y deudas que tiene la central.

7. Conclusiones

La construcción del Proyecto Hidroeléctrico Ituango es un caso que genera discusión respecto a la forma en la cual la obra fue llevada a cabo, debido a la presencia de una gran variedad de fallos y errores, especialmente adminis-

trativos y constructivos, que han llevado casi al desastre total a esta central, concebida hace más de 70 años.

A partir de las metodologías y los principios de la gestión de proyectos, se construyó este estudio, que indica que la principal causa del desastre de Hidroituango se debió a temas administrativos y de gestión. El tiempo es una de las variables más importantes para un proyecto de cualquier índole y los gerentes siempre intentarán mantener el control del tiempo sobre el proyecto. Por eso, ante el atraso de la obra de la central, e incumpliendo los hitos del contrato BOOMT que se firmó, quienes tomaron las decisiones en EPM no tuvieron en cuenta los conceptos técnicos fundamentales en la construcción de una obra y pusieron por encima de la ingeniería la necesidad de disminuir el tiempo. Como se demostró con la central, la ingeniería y la administración deben ir de la mano para evitar fallos que podrían salir muy caros, tanto en términos económicos como sociales y políticos. El colapso de la GAD no solo aumentó los gastos para el proyecto, también generó un estado de emergencia en los pueblos vecinos y, al no entrar en el SIN, un problema en el sector energético, el cual contaba con que en 2018 la central estaría operando y otorgando energía en firme y seguridad al sistema; al no contar con ella, el sector se ha enfrentado al dilema sobre cómo enfrentar esta problemática y ofrecer energía sostenible pero segura y sin un alto costo a las futuras generaciones del país.

Después de un largo proceso de recuperación, el proyecto volvió a entrar en construcción, y aunque a sus gestores les queda responder por las irregularidades en varios de los procesos —como la licitación, la construcción o en el simple hecho de la falta de ética durante las tomas de decisiones—, el proyecto, aun manchado por estos errores, deberá entrar al sistema, dada la necesidad del Estado de suplir un servicio de energía eléctrica estable para los ciudadanos de hoy y del mañana. De los errores se aprende y gracias a Hidroituango Colombia ha comprendido que dentro de la gestión y dirección de un proyecto el tiempo es valioso, pero no tanto como entregar una obra completa, eficiente y sin fallos, y menos para poner en riesgo la vida de las personas.

8. Bibliografía

Aguirre, R. y Montoya, J. C. (7 de agosto de 2019). Poner a funcionar Hidroituango, principal reto para el futuro gobernador. *El Colombiano*. Recuperado de <https://www.elcolombiano.com/colombia/politica/poner-a-funcionar-la-hidroelectrica-FA11338148>

- Akerman, Y. (20 de mayo de 2018). Lo que mal empieza. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/opinion/lo-que-mal-empieza-columna-789531>
- Arbeláez, M. (15 de julio de 2019). Esta semana ingresaría maquinaria pesada a casa de máquinas en Hidroituango. *RCN Radio*. Recuperado de <https://www.rcnradio.com/colombia/antioquia/esta-semana-ingresaria-maquinaria-pesada-casa-de-maquinas-en-hidroituango>
- Colprensa. (30 de noviembre de 2018). EPM habría iniciado plan de aceleración de Hidroituango sin aprobación de la junta. *La República*. Recuperado de <https://www.larepublica.co/economia/epm-habria-iniciado-plan-de-aceleracion-de-hidroituango-sin-aprobacion-de-la-junta-280024>
- Contraloría General de la República. (2018). *Informe auditoría de cumplimiento. Gestión de las autoridades ambientales en el proceso de licenciamiento proyecto hidroeléctrico Ituango*. Recuperado de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/1134239/Informe+Auditoria+ITUANGO.pdf/239ac985-f378-4eda-8cbc-e3129d87a66c?version=1.0>
- Contraloría General de Antioquia. (2018). *Informe final actuación especial unidad de reacción inmediata URI-CGA*. Recuperado de [http://www.cga.gov.co/ProcesosMisionales/Informes Unidad de Reacción Inmediata URI/INFORME FINAL URI 003-2018 HIDROITUANGO.pdf](http://www.cga.gov.co/ProcesosMisionales/Informes%20Unidad%20de%20Reaccion%20Inmediata%20URI/INFORME%20FINAL%20URI%20003-2018%20HIDROITUANGO.pdf)
- CREG. (s. f.). *Estructura del sector* | CREG. Recuperado de <http://www.creg.gov.co/sectores/energia-electrica/estructura-del-sector>
- ‘En 2024 Hidroituango estará operando a plena capacidad’. (10 de julio de 2019). *Portafolio*. Recuperado de <https://www.portafolio.co/economia/en-2024-hidroituango-estara-operando-a-plena-capacidad-531434>
- EPM. (s. f.). *EPM Ituango Anexo_marzo30*. Recuperado de https://www.epm.com.co/site/Portals/6/documentos/Informacion%20Relevante/EPM%20Ituango%20Anexo_marzo30.doc
- EPM. (2013). *Aprobada la disolución y liquidación de EPM Ituango*. Recuperado de <https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/aprobada-disolucion-y-liquidacion-de-epm-ituango>
- EPM. (2019). *Hitos Hidroituango desde 1969 a 1974*. [Conferencia]. Realizada el 25 de febrero de 2019

- Garrón, M. (2017). *Panorama energético de Colombia*. Recuperado de https://www.as-coa.org/sites/default/files/Garron_Mauricio_CAF.pdf
- Hidroeléctrica Ituango. (2017). *Quiénes somos*. Recuperado de <https://www.hidroituango.com.co/hidroituango>
- Hidroeléctrica Ituango. (2018). *Informe de gestión 2018*. Recuperado de <https://www.hidroituango.com.co/uploads/informedegestiin2018r-ea8c-4c72ab.pdf>
- Historia de cómo EPM se quedó con el proyecto de Hidroituango (2019). *Dinero*. Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impres/a/pais/articulo/historia-de-como-epm-se-queda-con-el-proyecto-de-hidroituango/267890>
- Ley 143 (12 de julio de 1994). Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. *Diario Oficial* n.º 41.434.
- Línea de tiempo en Hidroituango (15 de febrero de 2019). *Caracol Radio*. Recuperado de https://caracol.com.co/radio/2019/02/16/nacional/1550277555_282642.html
- Lopera, S. y Ruiz, S. (14 de noviembre de 2019). Los políticos detrás de las grandes decisiones de Hidroituango. *La Silla Vacía*. Recuperado de <https://lasillavacia.com/silla-paisa/los-politicos-detras-de-las-grandes-decisiones-de-hidroituango-69952>
- Méndez, L. (2014). *Políticas Públicas del Sector Eléctrico*. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/47638>
- Ministerio de Educación Nacional (MinEducación). (2017). *Subsector Eléctrico Eslabones generación y distribución*. Recuperado de https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-362824_recurso.pdf
- Mongabay Latam. (20 de julio de 2018). Hidroituango: esta es la cronología de una catástrofe en Colombia. *Mongabay Latam*. Recuperado de <https://es.mongabay.com/2018/07/cronologia-de-hidroituango-colombia/>
- Morales, C. (16 de julio de 2019). ANLA estudia ocho procesos sancionatorios más contra Hidroituango. *RCN Radio*. Recuperado de <https://www.>

rcnradio.com/recomendado-del-editor/anla-estudia-ocho-procesos-sanccionatorios-mas-contra-hidroituango

Multas a EPM por incumplimiento con Hidroituango superan los \$30.234 millones. (2018). *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/economia/multas-epm-por-incumplimiento-con-hidroituango-superan-los-30234-millones-articulo-828325>

Ordenanza n.º 35 de la Asamblea Departamental de Antioquia. (1997), por medio de la cual se crea la «Sociedad promotora de la hidroeléctrica Pescadero S. A».

Ortiz, J. D. (11 de febrero de 2019). Los hechos que marcaron curso de la historia en Hidroituango. *El Colombiano*. Recuperado de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/obras/historia-de-hidroituango-cronologia-del-proyecto-DJ10198586>

Pérez, L. (2018). *Errores constructivos de Hidroituango*. Medellín.

Hidroituango finalizó la construcción de su presa. (18 de julio de 2019). *Portafolio*. Recuperado de <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/hidroituango-finalizo-la-construccion-de-su-presa-531688>

Resolución 90708. (30 de agosto de 2013). Anexo general reglamento técnico de instalaciones eléctricas. Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>

Resolución 40790. (31 de julio de 2018). Por la cual se adopta el plan de expansión de referencia generación - transmisión 2017 – 2031. *Diario Oficial* n.º 50.675. Recuperado de http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_6cb967e0fe344ce8a51be4329ba28b2d

Rico, A. (11 de febrero de 2019). Crisis en Hidroituango es comparada con derrame de crudo Deepwater Horizon. *La FM*. Recuperado de <https://www.lafm.com.co/medio-ambiente/crisis-en-hidroituango-es-comparada-con-derrame-de-petroleo-de-deepwater-horizon>

Se encendió el bombillo. (16 de mayo de 2015). *Semana*. Recuperado de <https://www.semana.com/100-empresas/articulo/historia-del-sector-energetico-en-colombia/427321-3>

- Sin Hidroituango, Colombia podría entrar a un racionamiento energético: Comité Intergremial. (20 de febrero de 2019). *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/economia/sin-hidroituango-colombia-podria-entrar-un-racionamiento-energetico-comite-intergremial-articulo-840733>
- Tobón, L. M., Restrepo, J. y Rivera, D. (25 de octubre de 2010). IDEA pignorará a EPM acciones de Hidroituango. *El Mundo*. Recuperado de <https://www.elmundo.com/portal/pagina.general.impression.php?idx=163181>
- UPME. (2018). *Boletín Estadístico de Minas y Energía*. Recuperado de www.upme.gov.co
- Uribe Vélez, Á. (2017). *Invitación especial crónicas Hidroituango*. Recuperado de <http://alvarouribevelez.com.co/es/content/invitacion-especial-cronicas-hidroituango>
- Valencia, D. (23 de mayo de 2018). Antecedentes de la historia de Hidroituango. *El Mundo*. Recuperado de <https://www.elmundo.com/noticia/Antecedentes-de-la-historia-de-Hidroituango/371432>
- Valoraanalitik.com. (16 de julio de 2019). La catástrofe de Hidroituango: pérdidas alcanzan los \$ 4 billones. *Las2Orillas*. Recuperado de <https://www.las2orillas.co/la-catastrofe-de-hidroituango-perdidas-alcanzan-los-4-billones/>
- Vivas, J. (5 de febrero de 2019). Tras cierre de compuerta, comienza monitoreo de 2 días en Hidroituango. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/lo-que-viene-tras-cierre-de-compuerta-en-hidroituango-323192>
- XM. (s. f.). *Mercado de energía*. Recuperado de <http://www.xm.com.co/Paginas/Mercado-de-energia/descripcion-del-sistema-electrico-colombiano.aspx>
- XM. (2019). *Aportes hídricos*. Recuperado de <http://www.xm.com.co/Paginas/Indicadores/Oferta/Indicador-aportes-hidricos.aspx>
- Yepes, Y. (20 de mayo de 2018). Hidroituango: más de medio siglo tras una idea revolucionaria. *El Mundo*. Recuperado de <https://www.elmundo.com/noticia/Hidroituango-mas-de-medio-siglo-tras-una-idea-revolucionaria/371331>

**Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018,
un proyecto con un gran impacto
económico**

***Nelson Antonio Moreno-Monsalve
Sandra Marcela Delgado-Ortiz
Yuri Ximena Llano Zuluaga
María Fernanda Mora Zambrano***

El presente trabajo de investigación pretende documentar los eventos que enmarcaron la realización de la Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018, con énfasis en la planeación, la ejecución y los resultados obtenidos. De esta manera, se pretende esquematizar los distintos proyectos que se llevaron a cabo para la modernización de la infraestructura de Rusia como país anfitrión de este evento deportivo, así como la preparación social y económica llevada a cabo, lo cual involucra programas de capacitación en diferentes áreas y la conformación de grupos de acción en varios frentes de trabajo. Todo lo anterior fundamentado en la participación y la acción conjunta de las entidades del Estado enfocadas en el cumplimiento de las metas establecidas.

Este caso de investigación inicia con la presentación del panorama histórico, social y económico del Rusia previo al Mundial de 2018. Así mismo, se recopila la historia de los mundiales de fútbol realizados hasta el momento. Todo esto como punto de partida para el desarrollo de las diferentes etapas involucradas en la organización de la Copa Mundial de la FIFA desde su planeación, seguida de la ejecución, el control y, finalmente, el cierre y los resultados obtenidos desde diferentes perspectivas.

1. Una mirada a la historia de Rusia

Rusia ha atravesado importantes episodios que han marcado su historia como país, pero que sin lugar a duda lo han convertido en lo que es hoy: «Una de las más grandes potencias económicas a nivel mundial» (Caffeli, 2010). En el siglo XVI, con el surgimiento del zarismo, el príncipe Iván IV, más conocido como Iván el Terrible, conquistó a los tártaros y los kanatos de Kazán y Astracán; así estableció el zarismo en Rusia y se convirtió en la primera persona en llevar el título de zar, hoy es considerado uno de los creadores del Estado ruso. Más tarde, en el siglo XVII, inicia el periodo de los Romanov, con la elección del zar Miguel Romanov en 1613, lo que dio fin al periodo de inestabilidad política y económica por el que atravesaba el país. En 1682 es coronado Pedro el Grande, quien gobernó el país e introdujo grandes reformas que marcaron la historia. En el periodo comprendido entre 1772 y 1814, Rusia conquistó Crimea, Ucrania y Georgia, lo que se llamaría Bielorrusia. Entre 1798 y 1815, Rusia encabezó la coalición contra la Francia de Napoleón. Para 1904 y 1905, la expansión rusa en Manchuria condujo a una guerra con Japón y dio origen a la primera Revolución rusa, que obligó al zar Nicolás II a crear la primera Constitución y un parlamento. Para 1914, la rivalidad entre

Rusia y Austria ocasionó la Primera Guerra Mundial, en la cual Rusia lucha de la mano de Gran Bretaña y Francia (Hosking, 2001).

Entre 1917 y 1924 se crea la Unión Soviética. Durante este periodo se resaltan grandes momentos, como la derrota del régimen zarista y la instauración del movimiento leninista, que llevó a la creación de la República Federativa Soviética de Rusia y a que el zar Nicolás II abdicara del trono. En 1917 inicia la segunda Revolución, en la que el gobierno comunista bolchevique toma la dirección del país y asesina al zar Nicolás II. En 1922 se constituyó oficialmente la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), periodo que finaliza con la muerte de Lenin en 1924 (Hosking, 2012).

Otro de los hitos importantes de la historia rusa fue la era de Stalin, comprendida entre 1927 y 1945. Dentro de su legado se tiene la aprobación del primer plan quinquenal, con el que se inicia la industrialización del país, el reconocimiento por parte de Estados Unidos de la URSS y de la Unión Soviética, integrándolas a la Liga de las Naciones, y la participación de Rusia en la Segunda Guerra Mundial (Ziegler, 1999).

Para el periodo comprendido entre 1949 y 1985 se desarrolla la Guerra Fría, momento importante de la historia en el que la URSS prueba la bomba atómica. Años después esta etapa se superaría con la firma del tratado sobre la prohibición de pruebas nucleares entre la URSS y Gran Bretaña (Domingo, 2017).

Entre 1985 y 1990 inicia la era de Gorbachov y la perestroika. La URSS inicia la retirada de Afganistán. En 1990 el Congreso de los Diputados del Pueblo de la URSS aprueba la «Declaración sobre la soberanía estatal de Rusia», con la que se disuelve la Unión Soviética y Boris Yeltsin es elegido primer presidente ruso de manera democrática (Smith, 1999).

Para el año 2000 Vladimir Putin es elegido presidente de Rusia, creando siete distritos federales como un nuevo sistema de gobierno territorial. En 2008 Dimitry Medvédev es elegido presidente de Rusia y Putin pasa a ser su primer ministro. A finales de este año, la crisis financiera vuelve a afectar a Rusia, los precios del petróleo caen notoriamente y la renta nacional también disminuye de manera considerable. En 2012, Vladimir Putin vuelve a ser elegido presidente de Rusia. A la fecha, bajo el gobierno de Putin, Rusia se proyecta con una de las economías más sólidas y competitivas en el mundo (Hosking, 2012).

2. Panorama económico y social de Rusia

Rusia es un país ubicado en el continente europeo, con una superficie de 17 098 250 m², lo cual equivale a la novena parte de la tierra firme; es considerado el país más grande del mundo y hoy acoge a 143 990 000 personas aproximadamente. Dentro de sus generalidades se puede mencionar que es uno de los países más poblados del mundo, su capital es la Ciudad Federal de Moscú, su idioma oficial es el ruso y su moneda es el rublo ruso. Cuenta con las mayores reservas de recursos energéticos y minerales de todo el mundo, además es considerada la mayor superpotencia energética. Tiene grandes reservas de recursos forestales y la cuarta parte del agua dulce del mundo sin congelar. Rusia limita con Noruega, Estonia, Finlandia, Letonia, Polonia, Bielorrusia, Lituania, Ucrania, Georgia, Azerbaiyán, Kazajistán, República Popular China, Mongolia y Corea del Norte (Ledeneva y Ledeneva, 2017).

Hoy en día, la economía rusa se caracteriza por su solidez, tanto así que ocupa el puesto 11 por volumen de PIB y su deuda pública representa el 15,67 %. Así mismo, el nivel de vida de sus habitantes es bueno, con un PIB per cápita de 9694 euros, lo cual lo posiciona en el puesto 65 dentro de los 196 países del *ranking* de PIB per cápita. En cuanto al Índice de Desarrollo Humano, medición realizada por las Naciones Unidas, se posiciona en el puesto 49 en la escala global. Rusia es considerado uno de los mejores países del mundo para hacer los negocios, ubicándose en el puesto 31 entre los 190 países que conforman el *ranking* Doing Business (Becker y Oxenstierna, 2018).

En temas de educación, Rusia ocupa un puesto privilegiado. Para 2014, según el Informe Pearson, la rusa se sitúa como la octava mejor educación de Europa y la décimotercera del mundo, con índices bajos de analfabetismo. El sistema educativo ruso se soporta en 10 pilares: a) la educación es gratuita hasta la universidad; b) la inversión en educación es una prioridad de los gobiernos; c) jornadas escolares cortas; d) alta exigencia a los estudiantes; e) tasa de analfabetismo baja; f) enfoque de formación a través de las TIC; g) existen tres niveles de control académico; h) trabajo colaborativo y transferencia del conocimiento; i) los establecimientos académicos son reconocidos por su calidad; j) control sobre la enseñanza secundaria y superior (Alexeev y Weber, 2013).

En lo que respecta al modelo de salud, se estima que Rusia cuenta con 9663 hospitales, 16 615 policlínicas y 3252 centros para emergencias. Además, dispone de más de 600 000 médicos y más de 1 300 000 personas formadas

en áreas de auxiliar sanitario. De otra parte, dado que el sistema de salud público no cuenta con los estándares de calidad necesarios para atender a toda la población, el sistema privado es el más adecuado; sin embargo, los precios son bastante elevados. En cuanto a asistencia médica a extranjeros, llama la atención que es gratuita e inmediata dentro de los sistemas públicos de salud.

Finalmente, el índice de empleo muestra que en Rusia el 70 % de la población en edad laboral —entre 15 y 64 años— tiene un empleo remunerado. Así mismo, en términos de desempleo, el porcentaje de la fuerza laboral que ha estado desempleada durante un año es cercano al 1,6 %, cifra menor que el promedio de la OCDE, de 2 %. Rusia, además, es un país que piensa en el equilibrio entre la vida personal y el trabajo, por esta razón el país promueve el trabajo flexible para favorecer y apoyar el desarrollo de las personas. En el anexo 1, se presentan algunas generalidades de la economía y la demografía de Rusia (OCDE, 2017).

3. La historia de los mundiales de fútbol

El 21 de mayo de 1904, en París —Francia—, se fundó la Federación Internacional del Fútbol Asociado (FIFA), con la idea de crear una copa mundial de fútbol que reuniera a las mejores selecciones del planeta. Uno de los principales promotores de esta idea fue Robert Guérin, primer presidente de la FIFA, quien propuso que en los estatutos de la federación se les exigiera a las naciones afiliadas reunirse en un torneo internacional cada 4 años. Pero no fue sino hasta el 28 de mayo de 1928 cuando, Jules Rimet, tercer presidente de la asociación, retomó esta idea, bajo la consigna de que el fútbol podría fortificar los ideales de una paz inquebrantable y verdadera entre las naciones. Es así como se decide llevar a cabo el primer campeonato mundial de fútbol organizado por la FIFA (Torero, 2010).

Para este primer torneo, los países que se postularon para ser la sede del mundial fueron Hungría, Italia, Holanda, España, Suecia y Uruguay; este último fue uno de los favoritos, debido a los triunfos obtenidos en los campeonatos olímpicos de 1924 y 1928, además de tener prevista la conmemoración del centenario de su independencia en 1930. De igual forma, la Asociación Uruguaya de Fútbol se había comprometido a cubrir todos los gastos que se generaran por la realización del mundial, lo cual resultaba muy atractivo para los dirigentes de la FIFA. Es así como en 1929 se le otorga a Uruguay el reconocimiento como país anfitrión del primer mundial de fútbol de la histo-

ria, evento que se llevaría a cabo en 1930. Desde ese momento, la Copa se ha realizado cada cuatro años, con la excepción de 1942 y 1946, cuando se suspendió debido a los sucesos de la Segunda Guerra Mundial (Wahl, 1997). A la fecha se han realizado 21 mundiales de fútbol con sede en distintos países.

Tabla 2. Línea de tiempo de los mundiales de fútbol

Año	País Anfitrión	País Campeón
1930	Uruguay	Uruguay
1934	Italia	Italia
1938	Francia	Italia
1950	Brasil	Uruguay
1954	Suiza	Alemania
1958	Suecia	Brasil
1962	Chile	Brasil
1966	Inglaterra	Inglaterra
1970	México	Brasil
1974	Alemania	Alemania
1978	Argentina	Argentina
1982	España	Italia
1986	México	Argentina
1990	Italia	Alemania
1994	Estados Unidos	Brasil
1998	Francia	Francia
2002	Corea - Japón	Brasil
2006	Alemania	Italia
2010	Sudáfrica	España
2014	Brasil	Alemania
2018	Rusia	Francia

Fuente. Construcción propia a partir de las fuentes consultadas.

Cada ocho años, varios países se postulan para ser la sede del Mundial de fútbol, y esto no es solo por la pasión que le profesan al deporte: la realización de este evento no solo beneficia a los deportistas y federaciones participantes, sino que indiscutiblemente tiene importantes connotaciones económicas y financieras para los países anfitriones, basadas en su relación directa con el consumo. Por ejemplo, una de las industrias que más se beneficia con este megaproyecto deportivo es la cervecera, pues sus ventas se incrementan de manera considerable. Así mismo, en los países emergentes aumenta la venta de televisores. De otra parte, «la renta variable del país ganador tiene un rendi-

miento superior en 3,5 % del mercado de acciones global, un mes después de haber finalizado la copa mundo» (Solís, 2017). Esto, debido al incremento de la demanda y el interés de inversionistas internacionales por tener presencia en el mercado de capitales del país vencedor. Algunos analistas afirman que este comportamiento es temporal, aproximadamente unos 8 meses después el rendimiento puede llegar a bajar hasta en un 8 %. Efecto contrario del comportamiento de la economía de los países subcampeones, pues, tras ser vencidos, las acciones caen hasta un 2 % el primer mes, lo cual se extiende hasta un 6 % durante el tercer mes. Es así como el Mundial de fútbol contribuye al crecimiento de la economía de manera general en las naciones (Solís, 2017).

Por su parte, el país anfitrión presenta un comportamiento económico particular. Durante el mes siguiente a la finalización del Mundial, las acciones muestran un alza del 2,7 % y caen el 1,4 % en los siguientes tres meses. Sin embargo, para el país que realiza el campeonato la reactivación económica es evidente, dado que se presenta un crecimiento de aproximadamente el 2 % y un aumento del PIB de entre el 5 % y el 10 %, dado que se requiere de mano de obra para las construcciones, los arreglos y el acoplamiento de la infraestructura; además, el sector turístico y toda su red de alojamiento se fortalecen por la cantidad de aficionados que recibe el país, lo que genera ventas y ganancias en diferentes sectores comerciales (Solís, 2017).

Sin embargo, no es sencillo ser elegido país anfitrión. Para lograrlo, se debe cumplir con varios requisitos, dentro de los que se destacan el respaldo absoluto del gobierno local, así como contar con la infraestructura necesaria para realizar los partidos programados. En este sentido, se requieren 12 estadios modernos, con capacidad mínima de 40 000 espectadores para las primeras fases y 80 000 para la fecha inaugural y la de finalización, establecimientos que deben tener características especiales en sus techos, tribunas, palcos y sectores VIP, así como zonas de prensa y espacios de periodismo y reportaje. Así mismo, se debe disponer de espacios adecuados para el entrenamiento y la concentración de las selecciones participantes. Desde el punto de vista médico y de seguridad, se debe garantizar cobertura total, no solo para los directivos, jugadores y cuerpos técnicos, sino también para los turistas que asisten a los partidos; todo esto implica que se debe contar con una importante capacidad hotelera a precios razonables. Además, disponer de una infraestructura vial moderna, que facilite la movilidad y el acceso a los estadios, los lugares de hospedaje, los centros de salud y el desplazamiento entre las ciudades. Todos estos requerimientos hacen que la Copa Mundial de la FIFA sea un megaproyecto que no todos los países tienen la capacidad de ejecutar con éxito (Rose, 2010).

4. El proyecto de la Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018

La elección del país anfitrión del Mundial se realiza mediante un proceso en el cual los distintos organizadores de la FIFA proceden a seleccionar al país que hospedará durante un mes a las diferentes selecciones de fútbol, federaciones y turistas que participarán en este evento deportivo. Después de la selección de las candidaturas para el Mundial de 2006, la FIFA decidió establecer una nueva política para elegir los países anfitriones de los futuros eventos. En este sentido, las seis confederaciones, repartidas en los distintos continentes, se turnarían para ser casa de las próximas ediciones de la Copa (León-Rondán, 2018).

Este sistema se inauguró con la elección de Sudáfrica para el Mundial de 2010 y de Brasil para 2014; es decir, estas sedes fueron otorgadas a la CAF y a la Conmebol, respectivamente. En septiembre de 2007, el sistema de rotación fue cuestionado cuando se recibió una nueva propuesta, que consistía en que las dos últimas confederaciones anfitrionas de la Copa del Mundo no fuesen elegibles, la cual fue aprobada el 29 de octubre de 2007 en Zúrich —Suiza— por el Comité Ejecutivo de la FIFA. De esta manera, las candidaturas para 2018 tenían que provenir de América del Norte, Asia, Europa u Oceanía, teniendo en cuenta África y América del Sur no eran elegibles (González, 2018).

La FIFA tomó la decisión de que la elección de la sede de la Copa Mundial de fútbol de 2018 se realizaría en conjunto con la de 2022. En consecuencia, se presentaron las candidaturas oficiales de Japón, Corea del Sur, Australia, Bélgica-Países Bajos, Inglaterra, España-Portugal, Estados Unidos, Rusia y Catar. Por última, Australia, Japón, Corea del Sur, Catar y Estados Unidos se retiraron algunos meses antes de que se tomara la decisión para concentrarse en la elección de 2022, de modo que quedaron únicamente países europeos. De esta manera se definió que la próxima confederación organizadora para el año 2018 fuera la UEFA, y por votación se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación.

Para decidir finalmente cuál sería el país ganador, se tomaron en cuenta las propuestas de cada uno de los postulados. Por un lado, se encontraban Bélgica y Países Bajos, con una candidatura conjunta, que ofrecía como elemento diferenciador el pequeño impacto ambiental, mediante la construcción de 14 estadios con principios de cuidado y respeto por el medio ambiente, sumado a la experiencia en organización exitosa de la Eurocopa en el año

2000. Por otro lado, España y Portugal presentaron su candidatura conjunta el 4 de diciembre de 2009 y ofrecieron su experiencia en eventos futbolísticos. De esta manera, España proponía la construcción de por lo menos cinco estadios y el acoplamiento de otros cuantos; Portugal, por su parte, no pretendía realizar mayores cambios, debido a que recientemente había invertido en su infraestructura de estadios para la Eurocopa. La idea era realizar el evento en 16 ciudades españolas y 2 portuguesas. Inglaterra presentó su postulación oficial el 24 de abril de 2008, destacando su trayectoria y experiencia en eventos deportivos (FIFA, 2018).

Tabla 3. Resultados de la votación para la Copa Mundial de la FIFA 2018

Candidatos Copa Mundial de la FIFA 2018	VOTOS	
	Ronda 1	Ronda 2
Rusia	9	13
España- Portugal	7	7
Bélgica- Países Bajos	4	2
Inglaterra	2	Eliminado

Fuente. Construcción propia a partir de las fuentes consultadas.

Finalmente, Rusia presentó su candidatura luego de la aprobación de Vladímir Putin, quien afirmaba que la participación en la celebración de un Mundial permitirá desarrollar la infraestructura de las ciudades sede. Se desatacan dos elementos importantes para su elección final. En primer lugar, Rusia es considerada una potencia futbolística emergente en el continente europeo, y aunque nunca había sido sede de un Mundial, este país y su federación de fútbol ambicionaban abarcar la mayor audiencia posible, lo cual fue muy atractivo para el comité de la FIFA. En segundo lugar, el apoyo y la total disposición para la realización de ese evento por parte del Gobierno, que estableció el Mundial de fútbol como una prioridad nacional. En este sentido, tanto el presidente como el primer ministro apoyaron claramente el proyecto y se comprometieron a cumplir a cabalidad cada uno de los objetivos trazados por la FIFA.

3.1 Inicio del proyecto

Cuando Rusia es elegido anfitrión de la Copa Mundial de la FIFA 2018, se proyectan las metas que se deben cumplir de acuerdo con las expectativas

de la federación y de las confederaciones organizadoras. Inicialmente los esfuerzos se enfocaron en los cinco elementos imprescindibles del proyecto: a) estadios, b) aeropuertos, c) infraestructura hotelera, d) infraestructura de transporte, e) seguridad y sanidad. Estas iniciativas se tenían que desarrollar en las ciudades sede: Kaliningrado, San Petersburgo, Moscú, Kazán, Nizhni Nóvgorod, Yaroslavl, Samara, Volgogrado, Saransk, Krasnodar, Rostov del Don, Sochi y Ekaterimburgo (León-Rondán, 2018).

En la reunión celebrada por la junta directiva del Comité Organizador Local, con la participación de la FIFA, se debatieron aspectos clave de los planes operativos y finalmente se acordó la construcción de 13 de los 16 estadios requeridos, con una inversión de 3820 millones de dólares (*Cadena SER*, 2010). Así mismo, se revisaron algunos riesgos, tales como la infraestructura aérea, el transporte terrestre, las conexiones internacionales, la construcción de los estadios y el fortalecimiento de la infraestructura hotelera (Jara, 2018).

4. Etapa de planeación

La etapa de planeación del proyecto del Mundial de Rusia 2018 fue una de las más exigentes, debido al grado de detalle que se requería, así como al impacto económico y social que derivaría de un esfuerzo de este tamaño y naturaleza. En principio, se dividió el portafolio de proyectos en distintos programas, y se asignaron diversos comités encargados de hacer la debida gestión.

Uno de los principales pilares del proyecto fue la construcción y modernización de la infraestructura; en este punto, se contemplaron la construcción, el mantenimiento y la adecuación de estadios, hoteles y aeropuertos, bajo un concepto de desarrollo sostenible y amigable con el medio ambiente. Así mismo, se proyectó la modernización de las vías de transporte y de las redes de comunicación, de manera que se garantizara la facilidad de acceso a todas y cada una de las ciudades en las que se realizarían los distintos partidos (León-Rondán, 2018).

En lo referente a la construcción y modernización de los estadios, se inició con una fase de revisión de las instalaciones existentes y las condiciones en las que se encontraban, además de analizar si en realidad cumplían con los requerimientos exigidos por la FIFA para llevar a cabo los partidos programados para la Copa en cuanto a capacidad de espectadores, sistemas eléctri-

cos, facilidad y vías de acceso, estado y antigüedad de la estructura y servicios aledaños. Rusia seleccionó en total 11 ciudades anfitrionas para ser las sedes de los partidos. En ese orden de ideas, se realizaron en total 12 proyectos de construcción en torno a los estadios (Demyanchuk, 2017).

Tabla 4. Planeación de la modernización y construcción de los estadios Rusia 2018

Estadio	Ubicación	Número de espectadores	Comentario
Rostov Arena	Rostov del Don	43.702	Su remodelación inició en 2014 y finalizó en 2018 para el Mundial.
Spartak Stadium	Moscú	45.000	Un estadio nuevo con diseño moderno. Se inauguró en 2014.
Luzhniki Stadium	Moscú	81.500	Fue inaugurado en 1956, pero ha sido remodelado varias veces.
Nizhny Stadium	Nizhni Nóvgorod	55.300	Fue construido especialmente para el Mundial de Rusia 2018.
Samara Arena	Samara	45.000	Fue construido especialmente para el Mundial de Rusia 2018 e inaugurado ese mismo año.
Kazan Arena	Kazán	45.500	Un estadio nuevo con diseño moderno. Inaugurado en 2013.
Saint Petersburg Stadium	San Petersburgo	70.000	Su construcción duró 10 años y fue inaugurado en 2017.
Mordovia Arena	Saransk en la República de Mordovia	45.100	Su construcción duró 8 años y fue inaugurado en 2018.
Ekaterinburg	Ekaterimburgo	42.500	Este estadio tiene casi 60 años y fue remodelado en 2015 para el Mundial de Rusia 2018.
Kaliningrad Stadium	Kaliningrado	45.015	Su construcción inició en 2014 y finalizó en 2018.
Volgograd Arena	Volgograd	45.500	Fue construido especialmente para el Mundial de Rusia 2018.
Fisht Stadium	Sochi	48.000	Fue construido para los Juegos de Invierno de 2014.

Fuente. Construcción propia a partir de las fuentes consultadas.

Uno de los valores agregados que se buscaba dar a los estadios era el desarrollo de diseños amigables con el medio ambiente. Rusia pretendía desarrollar conceptos enfocados en la sostenibilidad de sus edificaciones, de esta manera, los estadios gastarían un 40 % menos de energía en comparación con las construcciones tradicionales, generando así un impacto positivo en la comunidad (Jara, 2018).

En cuanto al desarrollo hotelero, el Gobierno ruso destinó recursos para la construcción y modernización de hoteles y albergues ubicados en las ciudades anfitrionas y aledañas. El objetivo primordial era brindar comodidad y tranquilidad a los equipos participantes y a sus comitivas, así como a los turistas y espectadores de los diferentes encuentros deportivos. En 2018, Moscú contaba con cerca de 1200 hoteles certificados, además de otro tipo de instalaciones adecuadas para el hospedaje de 170 000 personas (González, 2018).

En lo referente a temas de transporte, en primera medida se planificó la creación de redes gratuitas de transporte entre las distintas ciudades anfitrionas, así como la creación de algunas estaciones de metro en puntos específicos, por ejemplo, en las cercanías del Estadio del Spartak, todo esto para facilitar el acceso de los fanáticos a los partidos programados (Torero, 2010).

Así mismo, los aeropuertos fueron un punto clave en los trabajos de remodelación. En este sentido, se planificó la modernización y ampliación de los aeropuertos de Pulkovo, en San Petersburgo, y del Kurumoch Internacional en Samara. En el aeropuerto de Plátov de Rostov del Don se le instalarían los sistemas automáticos de gestión del tráfico aéreo, observación, navegación, comunicación, administración y apoyo meteorológico. Por su parte, el aeropuerto Koltsovo de Ekaterimburgo se dotaría de sistemas radiotécnicos para gestionar vuelos y se habilitaría la segunda pista de despegue y aterrizaje, todo esto con el fin de incrementar la capacidad y el tráfico de pasajeros. En el aeropuerto de Saransk se incursionaría con un nuevo sistema de navegación. Así mismo, en el aeropuerto de Jrabrovo, en Kaliningrado, se realizarían trabajos de dotación de los sistemas de radionavegación y de los equipos meteorológicos. Posterior a estas instalaciones, Rusia pretendía llevar este tipo de tecnología a las demás ciudades anfitrionas, como Moscú, San Petersburgo, Volgogrado, Samara, Ekaterimburgo, Kazán y Sochi (Jara, 2018).

De otra parte, para agilizar la movilidad de los espectadores, se planificó el diseño de la tarjeta «FAN ID», con la cual las personas que tenían entradas para los partidos podían acceder de forma gratuita al servicio público de transporte en tren que conectaba las distintas ciudades. De esta manera se pretendía aprovechar la amplia capacidad de las líneas férreas, además de incorporar nuevos trenes para fortalecer este servicio (González, 2018).

En lo que respecta al talento humano, el evento contó con 177 000 solicitudes de voluntarios, de los cuales 35 000 fueron aceptados. Para el proceso de capacitación se dispusieron 15 centros comunitarios y 15 universidades locales. Dentro de las habilidades del personal reclutado, se buscaba que mane-

jaran diferentes idiomas y tuvieran experiencia en voluntariados, preferiblemente internacionales. Además, algo que llamaba la atención era que quienes quisieran hacer parte de este gran equipo no debían ser rusos. La selección de los voluntarios se realizó en varias etapas, comenzando con pruebas en línea, en las que se midieron la capacidad analítica, las cualidades personales y el dominio del idioma inglés. Después, se procedió a aplicar a una entrevista presencial en los centros de voluntariado correspondientes. La preparación de los voluntarios podía durar uno o dos días, según la función específica que fueran a realizar (Jara, 2018).

En cuanto al presupuesto planeado para este mega proyecto, las estimaciones iniciales del Gobierno ruso fueron de 11 000 millones de dólares para la preparación de la Copa. No se descartaba la posibilidad de reducir gastos en algunos de los rubros proyectados.

5. La etapa de ejecución

El desarrollo de los entregables descritos en la etapa de planeación requirieron de un esfuerzo conjunto entre distintos organismos, para lo cual se crearon varios frentes de acción. En lo que respecta al proceso de modernización y adecuación de estadios, se dio inicio mediante las actividades de preparación y aprobación de los diseños, en los cuales se buscaba obtener aspectos diferenciadores para cada uno de los establecimientos intervenidos. La idea era que cada estadio tuviera un toque especial que lo hiciera diferente a los ojos del mundo, lo cual llevo a que se presentaran algunas variaciones en el tiempo y el presupuesto. Por ejemplo, el estadio Zenith Arena, de San Petersburgo, logró posicionarse como uno de los más modernos del mundo, al contar con un diseño único y una capacidad para albergar 68 000 espectadores; sin embargo, se requirió de una adición presupuestal de 12 millones de dólares para su adecuación (Sebastiana, 2018).

Otro de los aspectos distintivos del Mundial de Rusia 2018 fue el enfoque sostenible que se quería dar a la infraestructura. Prueba de ello fue el estadio olímpico Luzhnikí, para cuya iluminación se emplearon únicamente luces LED, lo cual representó un ahorro considerable de energía eléctrica. Así mismo, para las áreas verdes de este estadio se dispusieron 1050 árboles, creando un espacio de 15 700 m² de jardines; con esta iniciativa se redujo en un 70 % la energía requerida para la operación del estadio. En ese sentido, para las personas que no tenían acceso a los estadios, se construyeron 11 puntos de

encuentro de fanáticos llamados «FIFA Fan Fest™», lo que permitió tener una amplia cobertura de audiencia al brindar a los fanáticos sitios cómodos y agradables para disfrutar del espectáculo. Como resultado del esfuerzo de remodelación de los estadios, y a pesar de los retrasos presentados, se lograron entregar en tiempo y forma los 12 estadios ubicados en las 11 ciudades anfitrionas, cada uno de ellos un megaproyecto en sí mismo (Gallardo y González-Palencia, 2019).

De otra parte, para llevar a cabo el Mundial de Rusia 2018, el país destinó más de 5000 millones de dólares para la adecuación y el mejoramiento del sistema de transporte aéreo y terrestre. Dentro de este presupuesto se incluyeron el mejoramiento y la adecuación de aeropuertos, la construcción de vías y la modernización del transporte público, como trenes, autobuses, metro, etc. En primer lugar, como se mencionó, se diseñó la «Fan ID», que les daba a los extranjeros la posibilidad de permanecer en el país durante el periodo del Mundial, así como el beneficio de transportarse de manera gratuita entre las ciudades sede (FIFA, 2018). En lo que respecta al transporte aéreo, Rusia logró modernizar varios de sus aeropuertos. Por ejemplo, se reconstruyó el aeropuerto Pulkovo, de San Petersburgo, y se agregó una nueva terminal al aeropuerto internacional Kurumoch, en la ciudad de Samara, entre otros (Distefano, 2017).

En cuanto a la gestión de emergencias, el comité organizador realizó de manera planeada y coordinada con todos los entes involucrados entrenamientos de seguridad como tácticas de defensa y atención terrorista, planes de asistencia médica y de desastres. Estos simulacros empezaron a prepararse un año antes de la Copa Mundo en las ciudades anfitrionas, que recibieron a millones de turistas, selecciones y federaciones de fútbol. Estos ejercicios de entrenamiento fueron liderados directamente por el alto gobierno, con el fin de medir y preparar la capacidad de reacción de los organismos de socorro rusos. Por otro lado, el sistema de ambulancias tuvo que ser reforzado y organizado, sumando un total de 1155 unidades equipadas para el servicio de primeros auxilios, y otras con la capacidad de brindar un servicio mucho más especializado y de cuidados intensivos (León-Rondán, 2018).

Sumado al plan de emergencias se diseñó un esquema de comunicación que garantizara el contacto permanente entre todos los organismos de emergencia, de tal manera que la toma de decisiones fuera rápida y la gestión de los recursos, eficiente, en caso de alguna calamidad. Se tenía claro que la concentración masiva de personas era un riesgo latente que podría afectar el desarrollo normal del evento.

Para el Mundial de Rusia 2018 los voluntarios fueron la ficha clave en el desarrollo de todas las actividades programadas. Se definieron de forma estratégica las actividades que desarrollarían las personas involucradas (Sebastiana, 2018). La tabla 5 resume estas actividades.

Tabla 5. Grupos de voluntarios y actividades

Grupo de voluntarios	Actividad
Gestión de entradas	En cada una de las sedes, este grupo de voluntarios ayudaba al personal de la FIFA y del Comité Organizador Local orientando a los espectadores en el proceso de adquisición de entradas y ubicación en los estadios. El bilingüismo fue clave para esta actividad.
Operaciones de los medios de comunicación	La misión de este grupo de voluntarios era garantizar el entorno laboral de los medios de comunicación acreditados para transmitir la Copa Mundo.
La línea directa	Este grupo estaba encargado de responder las consultas telefónicas y proporcionar información a los representantes de los medios. Además, recopilaban las solicitudes de entrevistas e informaban a los periodistas acreditados sobre los cambios en la organización. También daban soporte a los periodistas y a los fotógrafos en los centros de prensa.
Tecnología de la información	Su función era garantizar la conexión inalámbrica para las misiones internacionales, las emisoras y los participantes. En las ciudades sede se organizaron 30 estaciones radioeléctricas.
Hospitalidad	Prestaban el servicio de protocolo para los invitados de las diferentes delegaciones.
<i>Catering</i>	Su función era garantizar la disponibilidad de comida para todo el personal involucrado, como proveedores, contratistas, asociados, patrocinadores y personal de seguridad. Para lograrlo, se dispuso que todos los estadios contaran con grandes cafeterías atendidas por importantes empresas de <i>catering</i> rusas.
Servicios para los equipos	Preparación de los vestuarios y del equipamiento en los estadios y en los centros de entrenamiento.
Alojamiento	Apoyo con la labor de búsqueda de alojamiento adecuado a las necesidades e interpretación entre las partes.
Sostenibilidad	Patrullaje periódico de los estadios para verificar el cumplimiento de los requisitos de protección medioambiental.

Fuente. Construcción propia a partir de las fuentes consultadas.

En 2013 se había presupuestado un gasto total de 9000 millones de dólares para realizar la Copa. Un informe expedido por la resolución estatal asegura que el costo final del Mundial ascendió a los 14 000 millones de dólares. De acuerdo con el documento, los gastos incluyeron 8000 millones de fondos del presupuesto federal, 2000 millones del presupuesto regional y 4000 millones de empresas patrocinadoras.

6. Etapa de control

La FIFA, en colaboración con el Comité Organizador Local, puso en marcha un amplio programa de cumplimiento para la Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018. El programa fue concebido para promover la transparencia, fomentar un comportamiento ético, detectar riesgos, definir políticas, establecer procedimientos y adoptar con rapidez medidas correctivas siempre que fuese necesario (González, 2018). Se centró en el seguimiento permanente de varias áreas:

- a. Diligencia debida: la FIFA brindó asistencia al Comité Organizador Local con exámenes jurídicos exhaustivos a los proveedores, con el fin de garantizar un buen entendimiento frente a las exigencias propias del evento.
- b. Apoyo a patrocinadores de la FIFA: la División de Cumplimiento, conformada para el evento, brindó asesoría detallada a todos los patrocinadores de la Copa, a fin de establecer con claridad todas las condiciones de participación.
- c. Asistencia a los equipos participantes: la División de Cumplimiento respaldó a las selecciones y a las federaciones mundiales de fútbol antes y durante el torneo, atendiendo todas las preguntas o cuestiones operativas relacionadas con el evento.
- d. Apoyo *in situ*: un miembro de la División de Cumplimiento de la FIFA viajó a Rusia para asesorar directamente a todas las federaciones en lo relativo a las dudas frente a los compromisos que pudiesen surgir durante el torneo.

Así mismo, la FIFA tuvo que superar obstáculos en diversos ámbitos, como aspectos técnicos y legales relacionados con la construcción de estadios, la gestión de residuos, el cambio climático y los derechos humanos. A su vez, abordó cuestiones relacionadas con la accesibilidad, la lucha contra la discriminación y los derechos laborales. Además, concibió un nuevo programa de cumplimiento, centrado en la transparencia, medidas contra el soborno y procesos contra la corrupción (FIFA, 2018).

En este sentido, la FIFA y el Comité Organizador Local colaboraron con el Instituto Klinsky de Protección Laboral y las Condiciones de Trabajo para implantar un protocolo especial que permitiera supervisar, analizar y mejorar las condiciones de trabajo en los estadios en los que se realizó el torneo. Así mismo, la FIFA reforzó su compromiso con los grupos de interés antes y

durante el Mundial, al organizar foros sobre temas específicos y talleres para intercambiar opiniones sobre cuestiones importantes para la estrategia de sustentabilidad trazada.

Finalmente, el Gobierno ruso designó un comité de control que acompañaría al Comité Organizador Local para supervisar la ejecución presupuestal y el cumplimiento de las obras establecidas de acuerdo con la planeación. Así mismo, los patrocinadores privados exigieron tener informes periódicos sobre el uso de los recursos; en este sentido, los cambios en el alcance, en caso de presentarse, debían documentarse de manera minuciosa y ser aprobados por el Comité Organizador Local, los entes gubernamentales implicados y los representantes de los patrocinadores locales, en caso de que existieran.

7. Etapa de cierre

Como era de esperarse, la vigésima primera edición de la Copa Mundial de la FIFA se realizó en Rusia del 14 de junio al 15 de julio de 2018. Hasta el momento ha sido el Mundial más caro en la historia del fútbol, ya que costó aproximadamente 14 200 millones de dólares, debido a las adecuaciones e innovaciones en términos de infraestructura, transporte, comunicación y desarrollo de tecnología. Una de las novedades fue la utilización por primera vez del árbitro asistente de video (VAR), el cual, como su nombre lo indica, les brindó a los árbitros un apoyo a la hora de tomar decisiones sobre jugadas dudosas o faltas cometidas a través de la grabación desde diferentes ángulos. De la misma manera, el balón oficial contenía un chip incorporado que permitía seguir los partidos en vivo mediante una aplicación (FIFA, 2018).

Para la realización del evento se pusieron a disposición 12 estadios en 11 ciudades diferentes: Ekaterimburgo, Kaliningrado, Kazán, Moscú, Nizhni Nóvgorod, Rostov del Don, San Petersburgo, Samara, Saransk, Sochi y Volgogrado, en donde se llevaron a cabo los 64 partidos, disputados entre los 32 equipos. Se contó con una nómina de 36 árbitros de las 6 confederaciones continentales, sumados a los 63 asistentes de línea (Gallardo y González-Palencia, 2019).

El equipo campeón fue Francia, con una derrota 4-2 sobre el equipo de Croacia; de esta manera, el seleccionado francés logró coronarse como el campeón mundial de fútbol por segunda vez después de 20 años.

Las remuneraciones económicas alcanzaron un total de 400 millones de dólares, repartidos entre los 32 equipos participantes en esta versión del Mundial de fútbol. Se dispusieron 9 millones de dólares para los equipos que no lograron superar la primera fase. Los equipos que llegaron a los octavos de final ganaron 12 millones de dólares, mientras que los que alcanzaron los cuartos de final obtuvieron 16 millones de dólares. El equipo que consiguió el cuarto puesto se llevó 22 millones de dólares, mientras que al tercer puesto le entregaron 24 millones de dólares. Por su parte, el subcampeón, Croacia, obtuvo una remuneración de 28 millones de dólares y al gran vencedor, Francia, le otorgaron 38 millones dólares (AFP, 2018).

El Mundial de Rusia tuvo un impacto económico de 1 % sobre el PIB anual en el periodo de 2013-2018, según lo publicado por el Comité Organizador Local, es decir, 14 523 millones de dólares, atribuido específicamente a los incrementos del PIB de casi el 0,4 % anual entre 2017 y 2018. Algunos especialistas afirman que 5 años después el efecto del mundial será de entre 2290 y 3205 millones de dólares; esto sobre todo debido al desarrollo del sector turismo en el país. Según lo registrado por la Agencia Federal de Turismo de Rusia, alrededor de 1,5 millones de hinchas visitaron el país durante el campeonato y, en promedio, cada uno de ellos llevaba 1500 dólares, es decir, más de 2300 millones de dólares entraron al país. De la misma manera, a partir de 2013 se generaron más de 31 500 empleos por año (FIFA, 2018).

Según algunos informes de prensa de la FIFA, más de 3572 millones de personas alrededor del mundo estuvieron en sintonía con el desarrollo del Mundial de Rusia 2018, es decir, más de la mitad de la población mundial entre quienes lo hicieron desde sus casas hasta los que preferían hacerlo en lugares públicos y plataformas digitales.

8. Conclusiones

Es imprescindible entender que el desarrollo de un evento de la magnitud de un Mundial de fútbol tiene implicaciones incalculables a la hora de su planeación y organización, así como de su desarrollo y ejecución final. Por eso, este caso ha permitido identificar el paso a paso que conlleva realizar un evento de talla global, desde la etapa de planeación hasta la de cierre, pues estas deben estar sostenidas por infinidad de detalles que logran que su implementación sea exitosa.

Un evento de esta talla requiere del apoyo de una gran cantidad de grupos de interés, ya que para su éxito se requiere del trabajo y el esfuerzo de empresas, gobiernos y personas, entre otros.

Dentro de los puntos por resaltar en el desarrollo de este tipo de eventos se encuentra el estudio minucioso de todas las reglas y normas de su implementación, con el fin de crear una planeación basada en estos detalles primordiales. Para el caso del Mundial de Rusia 2018, la FIFA tiene reglas específicas que se deben cumplir en este tipo de eventos.

Otro de los puntos claves para el desarrollo de un proyecto como el Mundial es la capacitación de la población; se puede diseñar un proyecto impecable e innovador, pero si no se capacita a todas aquellas personas involucradas, lo más seguro es que el diseño no tenga éxito por una mala implementación por parte de ellas.

9. Preguntas de análisis

¿Cuáles son las principales variables que afectaron el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto?

¿Qué mecanismos pueden garantizar que las etapas de un proyecto se lleven a cabo según lo programado?

¿Cómo se superaron los retrasos del proyecto en procura de alcanzar los objetivos trazados?

¿Considera que la intervención de un sinnúmero de entidades gubernamentales en la organización de un encuentro de esta magnitud, como el Mundial de fútbol, puede perjudicar o favorecer las etapas de planeación y ejecución del proyecto?

¿Cuál considera que fue la acción más importante del comité organizador que permitió alcanzar los resultados obtenidos?

¿Cómo evaluaría el impacto social que tuvo el Mundial de fútbol en Rusia y en el mundo?

Mencione algunas lecciones que nos deja este proyecto.

10. Bibliografía

- Agencia EFE. (29 de diciembre de 2017). Unos 20 millones de rusos viven por debajo del umbral de la pobreza. *Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/mundo/internacional/20-millones-rusos-viven-debajo-umbral-pobreza-223818>
- Alexeev, M. y Weber, S. (2013). *The Oxford Handbook of the Russian Economy*. Nueva York: Oxford University Press.
- Arcus Global. (20 de junio de 2015). Rusia invierte. *Arcus Global*. Recuperado de <https://www.arcus-global.com/wp/rusia-invierte-2000-mdd-en-obras-por-mundial/>
- Aula Planeta. (2019). *Innovamos para una educación mejor*. Las diez claves de la educación en Rusia. Recuperado de <http://www.aulaplaneta.com/quienes-somos/grupo-planeta/>
- Becker, T. y Oxenstierna, S. (2018). *The Russian Economy under Putin* (2.º ed.). Nueva York: Routledge.
- Demyanchuk, A. (10 de mayo de 2017). Russia boosts spending on 2018 FIFA World Cup preparations. *Russia News Agency*. Recuperado de <http://tass.com/sport/945194>
- AFP. (16 de octubre de 2018). Mundial de fútbol dejó 12.500 millones de euros a la economía rusa. *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/internacional/mundial-de-futbol-dejo-12-500-millones-de-euros-a-la-economia-rusa-522308>
- Distefano, M. (5 de octubre de 2017). El transporte del futuro será revelado en Rusia 2018. *La Nación*. Recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/el-transporte-del-futuro-sera-revelado-en-rusia-2018-nid2069190>
- Domingo, I. (26 de junio de 2017). *Rusalía. Viajando a Rusia y más allá*. La historia de Rusia y de la URSS (contada en 5 minutos). Recuperado de <https://www.rusalía.com/historia-rusia-urss/>
- Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA). (2018). *Copa Mundial de la FIFA 2018*. Recuperado de <https://es.fifa.com/worldcup/>

news/16-july-world-cup-final-wrap-up-876-words-2986460#brazil-v-switzerland-group-e-2018-fifa-world-cup-russia-41

Gallardo, J. I. y González-Palencia, R. (2019). *1000 cosas que debes saber sobre los mundiales de fútbol* (2.º ed.). Madrid: La Esfera de los Libros.

González, N. W. (2018). *Rusia 2018*. Santiago: Chile.

Hosking, G. A. (2001). *Russia and the Russians: A History* (1.º ed.). Boston: Harvard University Press.

Hosking, G. A. (2012). *Russian History: A Very Short Introduction* (1.º ed.). Oxford: Oxford University Press.

Jara, U. (2018). *El camino a Rusia*. Perú: Planeta.

Ledeneva, A. C. y Ledeneva, A. V. (2017). *Russia's Economy of Favors: Blat, Networking and Informal Exchange* (5.º ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

León-Rondán, D. (2018). *Rusia 2018: Un mundial al contragolpe*. España: Penguin Random House.

OECD. (2017). *OECD Annual Report 2017*. París: OECD. Recuperado de <https://www.oecd.org/swac/annual-report-2017.pdf>

Rose, S. (1.º de octubre de 2010). *10 requisitos de la FIFA para organizar un Mundial de Fútbol*. Recuperado de https://www.taringa.net/+deportes/10-requisitos-de-la-fifa-para-organizar-un-mundial-de-futbol_yvipg

Sebastianiana, A. (2018). *Mundiales, Historia completa de los mundiales de fútbol*. Buenos Aires: Editorial Dunken.

Smith, J. (1999). *Beyond the Limits: The Concept of Space in Russian History and Culture*. Boston: HBR.

Solís, S. (5 de octubre de 2017). *Rusia 2018: los efectos económicos de un mundial de fútbol* *Semana económica*. Recuperado de <https://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/consumo-masivo/234529-los-efectos-economicos-del-mundial-de-futbol/>

Torero, J. R. (2010). *Una historia de fútbol*. São Paulo: Norma.

Wahl, A. (1997). *Historia del fútbol: del juego al deporte*. Madrid: Ediciones B.

Ziegler, C. E. (1999). *The History of Russia* (1.º ed.). Moscú: Greenwood Publishing Group.

Anexo 1. Generalidades de la economía y demografía de Rusia

Cuentas nacionales (Gobierno)		
PIB anual	2017	1.395.808 M.€
PIB per cápita	2017	9.694
Deuda total (€)	2016	181.426
Deuda (% PIB)	2016	15,67%
Deuda per cápita	2016	1.260
Déficit (€)	2016	-42.345
Déficit (% PIB)	2016	-3,66 %
Gasto público (€)	2016	422.126,1
Gasto en educación (€)	2015	46.710,7
Gasto en educación (% gasto público)	2015	10,87%
Gasto en salud (€)	2016	34.785,7
Gasto en salud (% gasto público)	2016	8,23 %
Gasto público (% PIB)	2016	36,46 %
Gasto público per cápita	2016	2.932
Índice de corrupción	2018	28 puntos (TI)
Ranking de competitividad	2018	43.º
Ranking de innovación	2018	46.º
Mercado laboral		
Tasa de desempleo	Enero 2019	4,9 %
Salario mínimo interprofesional	2018	152,8
Precios		
Índice de precios al consumo (IPC general)	Enero 2019	5,0 %

Impuestos		
IVA general	Enero 2006	18,00 %
Comercio		
Exportaciones	2017	312.957,4 M.€
Exportaciones (% PIB)	2017	22,42 %
Importaciones	2017	210.786,9 M.€
Importaciones (% PIB)	2017	15,10 %
Balanza comercial	2017	102.170,5 M.€
Balanza comercial (% PIB)	2017	7,32 %
Sociodemografía		
Ranking de paz global	2018	154.º

Inmigrantes	2017	11.651.509
Inmigrantes (%)	2017	8,09 %
Emigrantes	2017	10.635.994
Emigrantes (%)	2017	7,39 %
Tasa de natalidad	2016	12,90 %
Tasa de mortalidad	2016	12,90 %
Esperanza de vida	2016	71,59
Número de homicidios	2016	15.561
Energía y medio ambiente		
CO ₂ per cápita	2017	12,26

Casa de la Ópera de Sídney: el sinuoso camino de la innovación radical

***Ana María Ortegón Álvarez
Jenny Marcela Angarita Caro
Sandra Ximena Díaz Sánchez***

El caso presentado en este capítulo tiene como propósito ilustrar una innovación radical en el ámbito de la gestión de proyectos. El caso se construye a partir de documentos publicados especialmente en páginas web, dado que son pocos los artículos científicos que analizan la Casa de la Ópera de Sídney desde el punto de vista de la gestión. La mayor parte de los artículos sobre ella tienen un enfoque técnico, centrado en aspectos del sistema constructivo que fue utilizado. Los documentos analizados permitieron caracterizar la Casa la Ópera como un ejemplo de innovación radical al considerar: el contexto en que surgió el proyecto; las características del problema que solucionó; el cambio de paradigmas que generó; el alto grado de incertidumbre que enfrentó; los complejos desafíos que superó; y el éxito alcanzado a pesar de las circunstancias. El texto también pone en evidencia algunas características de los artífices que hicieron posible obra. El caso concluye reflexionando sobre la innovación radical como un proceso complejo, sujeto a múltiples influencias; las dificultades de previsión de las condiciones de tiempo, el costo y el alcance en un proyecto innovador; la importancia que tiene para su éxito la sinergia de los actores involucrados; el dilema entre la seguridad y el riesgo en la innovación; y el cambio de paradigmas, unido a la necesidad de intercambiar conocimientos para alcanzar el resultado deseado.

1. Australia construye su identidad

Australia, una extensa área ubicada en una zona que se puede considerar remota en el mapa mundial, fue hasta principios del siglo XX un conglomerado de colonias que dependían del Imperio británico. En 1901 estas colonias, que hacían parte de la Mancomunidad británica (Lonely Planet, s. f.), ondearon por primera vez la bandera australiana como preámbulo de diversas decisiones políticas que pronto llevaron a esta nueva nación a convertirse en un atractivo lugar para inmigrantes hasta el día de hoy, por su sostenida tasa de crecimiento y logros evidentes en sus metas de prosperidad.

Para el contexto particular del caso, es propicio que entendamos el papel de este joven país en el devenir de la política y la economía global del siglo XX, en especial, a partir de su participación en la Segunda Guerra Mundial y de sus actuaciones en tiempo de posguerra. En 1939, cuando inicia el enfrentamiento militar de Gran Bretaña con Alemania e Italia, el Gobierno australiano, en cabeza del primer ministro Mr. Robert Menzies, decide apoyar a la nación británica, dada su dependencia económica y política en ese momento. Sin embargo, los resultados parciales de la contienda, que hacían suponer el

poderío de la unión de fuerzas militares germanoitalianas sobre los países aliados, así como la invasión de Japón del Territorio del Norte de Nuevo Gales del Sur —Estado de Australia—, llevan al primer ministro Mr. Jhon Curtin, representante del partido laborista y quien asumió el poder en 1941, a replantear su política exterior e ir en busca de la salvaguarda de Estados Unidos de América (Tang, 2010). Esto redujo simultáneamente la independencia australiana del Imperio británico. Tal fue su intención de establecer relacionamientos geopolíticos distintos, que finalizando la guerra y hacia 195 firmó el tratado ANZUS (Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos), que puede interpretarse como un compromiso de protección de EE. UU. a Australia (Macmahon Ball, 1972).

Terminada la confrontación mundial, con la consecuente devastación económica para los países involucrados, el Gobierno de Curtin preparó para ese entonces un plan de reconstrucción de posguerra que incluyó, según James Walters (1968):

- Honrar el compromiso de mantener el pleno empleo para atender no solo a los nacionales, sino especialmente la demanda proveniente de la población inmigrante.
- Centrar esfuerzos en gastos sociales tales como viviendas y hospitales, inversión en universidades y servicio público de empleo, considerando para ello la necesidad de dejar las armas de los militares.

Tal plan respondió a la iniciativa The Assisted Passage Migration, que se formalizó en 1945, aprovechando los lazos fuertes de Australia con su anterior colono, para incentivar la inmigración de recurso humano calificado británico, que aportara a la dinámica de la producción interna, necesaria para enfrentar las consecuencias de la guerra, caracterizada por la escasez de mano de obra y la creciente preocupación de que Australia fuera invadida (BBC, s. f.).

Si bien en 1949 se generó un cambio de mando político al partido de oposición, el cual le permitió a Mr. Robert Menzies retomar por segunda vez el poder, este decidió mantener el apoyo a la industria y la inmigración masiva, entre otras iniciativas del Gobierno precedente, sobre lo cual cabe destacar que:

- Realizó ajustes a la firma de acuerdos con Nueva Zelanda, Japón y Alemania para las exportaciones de productos australianos, especialmente bienes de minería, consiguiendo así reducir aún más la dependencia que mantenía Australia de Gran Bretaña (Abbott, 2018).

- Adoptó programas de colaboración industrial entre proveedores y clientes, así como la creación de instituciones para la internacionalización de las empresas (Abeles, Cimoli y Lavarello, 2017).
- Promovió desde el Gobierno australiano el desarrollo de industrias como la automotriz, el procesamiento de metales, textiles, ropa y calzado, y productos químicos. Tal apoyo se dio, entre otros, por dos condiciones: la primera, porque el sector público estimuló la suscripción de contratos con la industria nacional; la segunda, y no menos importante, por la garantía de protección a la industria y las regulaciones gubernamentales pertinentes alrededor de esta (Abbott, 2018).

Los resultados de la implementación de estas estrategias, que trascendieron y se mantuvieron más allá de las diferencias de enfoque político de los gobiernos de la época, se tradujeron en el comportamiento real y sostenido de índices de crecimiento económico, rápida modernización y, como efecto colateral, la nación australiana se convirtió en un país multicultural; una coyuntura que, además de propiciar relaciones comerciales internacionales, facilitó la consolidación de una sociedad incluyente, mediante la integración de poblaciones de distintas regiones del mundo.

Ahora bien, la historia sugiere que, para la época en que se gesta el proyecto —objeto de estudio en nuestro caso—, la apertura y el respeto por la diversidad de culturas provenientes de oleadas migratorias, combinados con la «corta edad» de un país independiente, les demandarían al Estado y a la sociedad australiana un desafío de no poca monta: construir una identidad propia, que, ante los ojos del mundo y, más allá de un modelo socioeconómico progresista, implicaría la adopción de símbolos emblemáticos que reafirmaran la independencia alcanzada, y dieran cuenta de los aspectos diferenciadores que Australia estaba en capacidad de aportar al mundo.

Inferimos, por tanto, que, en pro de dicha identidad, un símbolo magnífico habría de ser la Casa de la Ópera de Sídney.

2. Emerge un problema

Dado que las condiciones políticas, económicas, sociales y culturales de Australia confluían en una senda positiva de crecimiento, y que ello merecía una forma de ser reconocidos ante el mundo —distinta de haber sido una colonia de un gran país como Gran Bretaña—, podría haber sido difícil diseñar de

manera intencional lo que llamaríamos hoy en día una estrategia de marca país. Entonces, ¿qué pudo pasar para que la idea de construir este edificio y, por ende, poner en marcha un proyecto de tal envergadura, tomara sentido? Sorpresivamente, fue el arte lo que motivó la respuesta.

Hacia finales de la década de 1940, en la etapa de la posguerra, el compositor inglés sir Eugene Goossens, quien en ese momento era el director del Conservatorio de Música de Sídney, del Estado de Nueva Gales del Sur, sostuvo: «La ciudad necesita contar con un lugar conveniente para las grandes producciones de teatro» (Fiorentini, 2015). Como indica José Castelló, el director Goossens, dada su experiencia previa en los Estados Unidos, estaba acostumbrado a presentar sus obras en auditorios que contaban con adecuaciones y facilidades propias para estos actos, y con una capacidad instalada para alrededor de 3500 personas perfectamente sentadas. Condiciones más que esenciales, pero muy distantes de las que ofrecía el Sydney Town Hall¹ (s. f.), edificio que contaba con espacio para atender a máximo 2300 personas, sin servicios complementarios como bares y restaurantes, acondicionamiento térmico y, probablemente, sin la calidad acústica esperada (Castelló, s. f.).

La visión política de asentar la imagen de país independiente, joven y en progreso, podemos suponer, encontró en el mundo del arte una coincidencia de intereses que confluyeron en una misma necesidad y, con ello, en una problemática que merecía ser atendida. Frente a la solicitud de Goossens, el primer ministro Joseph Cahill vislumbró una solución que podría responder acertadamente ante la expectativa de crear esa imagen de un país en pleno desarrollo y promoviese la cultura y el arte como partes de este. Por ello, en 1954, «solicitó diseños para la construcción de un nuevo edificio dedicado expresamente para albergar el teatro de la ópera» (Fiorentini, 2015). Una evidencia de este proceso se observa en la publicación oficial de la Casa de la Ópera de Sídney:

La idea de un centro dedicado a las artes escénicas en Sídney había sido discutida durante décadas, sin embargo, no fue sino hasta mediados de la década de 1950 que ganó suficiente fuerza política para convertirse en una realidad. Fue un período de transformación para Australia, cuya economía se estaba expandiendo rápidamente, impulsada por niveles sin precedentes de inmigración después de la Segunda Guerra Mundial desde

¹ Este edificio, a pesar de sus limitaciones para ser centro de artes musicales, sigue siendo reconocido como una obra arquitectónica de Sídney, ya que es el edificio público más antiguo, puesto en servicio en 1889, cuando Australia aún era una colonia. Según publicaciones oficiales de la ciudad de Sídney, disponibles en <https://www.sydneytownhall.com.au/>, este se distingue por su «rica decoración victoriana».

Europa. Después de la ruptura de la guerra, una nación recién optimista buscaba definirse a sí misma. (s. f.)

La necesidad planteada por Goossens fue, a su vez, un excelente pretexto, en el que la visión del político encontró una oportunidad de creación de un ícono del país. Dijo Cahill a la conferencia:

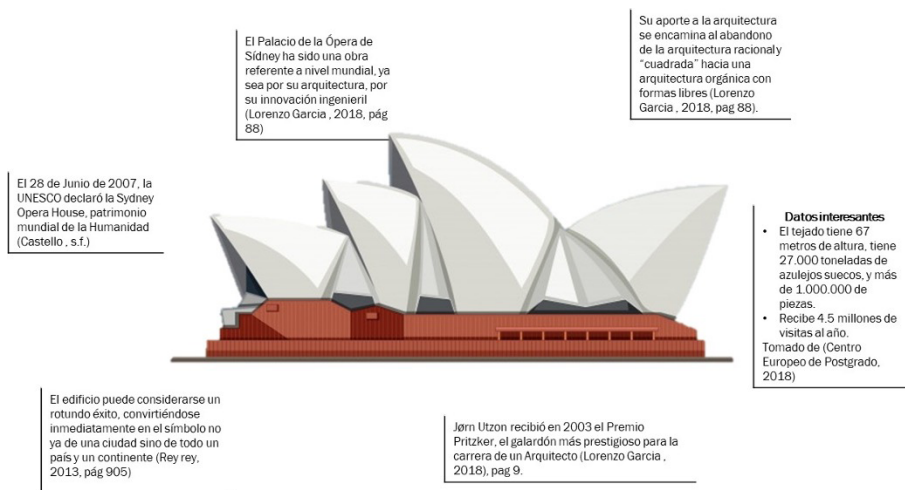
Este Estado no puede continuar sin las instalaciones adecuadas para la expresión de talento y la puesta en escena de las más altas formas de entretenimiento artístico que agregan gracia y encanto a la vida y que ayudan a desarrollar y moldear una comunidad mejor y más iluminada. Seguramente, al establecer una casa de ópera, no debería ser un lugar ‘shandygaff’, sino un edificio que será un crédito para el Estado no solo hoy sino también durante cientos de años. (The Sydney Opera House, s. f.).

La propuesta de construcción de la Casa de la Ópera aseguró la etapa inicial del proyecto: la existencia de un patrocinador, en este caso, el Gobierno australiano.

3. Se gesta un ícono

Es lógico considerar que un proyecto de carácter arquitectónico se convierta en un referente técnico, estético e incluso histórico, si se espera que sea reconocido como símbolo de una ciudad, y que, a su vez, responda a las necesidades de entretenimiento artístico para la ciudadanía. En palabras del arquitecto Jencks: «Para que un edificio se pueda considerar un ícono requiere una imagen de nuevo cuño rebosante de elementos y estar provista de un porte ostensiblemente elevado, destacando del entorno urbano» (Otro Mundo es Posible, 2006). La Casa de la Ópera de Sídney, sin ninguna duda, encaja en esta definición: en una sola vista, esta sorprendente edificación da la impresión de ser «mitad armadillo, mitad tortuga» (Rei, s. f.), combinando elementos originales como sus estructuras, techos y el conjunto de áreas para distintas funcionalidades relacionadas con el disfrute de las artes escénicas y de la música. Para esta última, cuenta con una de las mejores calidades acústicas del mundo hasta hoy.

El 20 de octubre de 1973 ha quedado registrado en libros de arquitectura y referentes de consulta sobre espacios monumentales dedicados al arte y la cultura —figura 1— como una fecha más que significativa: la apertura al público de «la primera obra global de la arquitectura, transformada ya no en el símbolo de una ciudad, sino de todo un continente» (Peñín Llobell, s. f.).

Figura 1. Reconocimientos recibidos por la Casa de la Ópera de Sídney

Fuente. Elaboración propia. Insisto en que esta no es una fuente válida, fue modificada y se utiliza únicamente para fines académicos.

Así mismo, y en respuesta también simbólica a una de las fuentes de inspiración de este complejo proyecto, su inauguración fue un maravilloso espectáculo registrado como un hecho relevante para la historia de los teatros dedicados a la música clásica:

La Ópera de Sídney fue inaugurada de manera oficial por la Reina Isabel II, en su condición de Reina de Australia el 20 de octubre de 1973, junto con el Duque de Edimburgo, con la presencia de miles de personas. La ceremonia de inauguración estuvo compuesta por fuegos artificiales y una representación de la Sinfonía N° 9 de Beethoven. En la velada inaugural participó la Orquesta Sinfónica de Sídney bajo la dirección de Willem van Otterloo, el «Sydney Philharmonia Choir» y el «Sydney Philharmonia Motet Choor», interpretando «Jubugalee» (de John Antil). Al día siguiente la Reina y el Duque de Edimburgo realizaron una visita protocolaria a las instalaciones y a todo el complejo. (Fiorentini, 2015)

Una obra como principal hito de un proyecto que tomó más de 18 años en convertirse en una realidad para el disfrute y la admiración no solo de la sociedad australiana, sino de millones de visitantes de todo el mundo, que se acercan a la bahía de Bennelong, inmensa superficie que ha servido de podio de esta obra, con el propósito de contemplar el resplandor de un edificio que, seguramente, los hace suspirar. Tanto así que, a pesar de que la construcción fue terminada siete años después de lo inicialmente planeado, dicha demora

no empañó la majestuosidad ni el sentimiento de admiración de ciudadanos y visitantes frente a esta obra arquitectónica.

La Casa de la Ópera de Sídney, que mucho antes de su construcción se percibía como una paradoja entre lo deseado y lo posible, lo que conllevó a enfrentar numerosos obstáculos, se convertiría en uno de los más grandes edificios del mundo, pese al controvertido diseño del cual partía (García, 2018). Este diseño, además de suponer la complejidad de la construcción derivada de la magnitud del edificio —que demandó nuevos retos a la ingeniería en virtud de cálculos, geometría y uso de materiales, entre otros—, se sobrepuso a la «arquitectura racional y cuadrada», citando las palabras del mismo autor, y dio paso a lo que se conoce como «arquitectura orgánica», que persigue la armonía entre la naturaleza y la construcción (Gruppe, 2016), y, por ende, demandaba que la obra resultante se percibiera como parte integral del paisaje.

34 años después de su inauguración, la Casa de la Ópera de Sídney se convierte en patrimonio mundial de la humanidad, declarada de tal forma por la Unesco, que considera este edificio una obra maestra de la arquitectura del siglo XX. De acuerdo con Lorenzo García:

Con el Palacio de la Ópera, no se consiguió la esbeltez deseada ni llegó a ser geoméricamente tan magistral como debía serlo en un principio con el proyecto original de Utzon, pero aun así se consiguió un resultado magnífico que hizo de este uno de los proyectos más importantes del Siglo XX. (2018)

Ahora bien, ¿cuáles fueron los primeros pasos del proyecto que alcanzó tan importantes logros para que fuese una realidad? La respuesta: la disposición de un terreno ideal y un concurso. Comencemos por el terreno: en 1955, un año después de la promesa del primer ministro de llevar a cabo la obra, se determinó que el lugar para erigir el edificio sería Bennelong Point² (Dictionary of Sydney, s. f.), por su ubicación estratégica en el extremo noreste, rodeada en tres de sus lados por el puerto de Sídney (Wikiarquitectura, s. f.), muy cercana a los hermosos jardines botánicos de la ciudad, y cuya selección, pese a las complicaciones que luego generó en la etapa constructiva, ha sido reconocida por el aporte a la majestuosidad de la obra:

Situado en Bennelong Point, al sur del puerto y cerca del puente, la figura del Teatro de la Ópera de Sídney se alza como un gigantesco cisne surrea-

² Un área que, para la llegada de los colonizadores a Sídney, era una isla, pero que a inicios del siglo XIX se unió al continente a partir de una construcción con escombros rocosos, para ser base del Fuerte Macquarie (Dictionary of Sydney, s. f.).

lista, una fantasía de acero y cemento que parece a punto de emprender el vuelo. La fascinante relación visual entre el teatro y el puerto, con sus barcos, sirvió de inspiración para las velas que parecen caer del edificio. Justo al lado del teatro se encuentra la inconfundible silueta del Puente del Puerto de Sídney, el conocido como Perchero, que posee una gran fuerza y elegancia. Desde su plataforma es posible contemplar un extraordinario panorama del Teatro de la Ópera. Todo el conjunto simboliza a Sídney como ningún otro monumento de la ciudad. (Leiters Blues, s. f.).

Hagamos referencia ahora al concurso como estrategia para inspirar el diseño. Podemos afirmar que, hasta nuestros días, los concursos han sido mecanismos óptimos para acopiar diseños únicos, porque son rutas eficaces para motivar la competencia entre expertos y, a su vez, un reto para novatos, pero, ante todo, despiertan el interés del público. En el caso de la concepción de la Casa de la Ópera de Sídney, este se debía traducir en un apoyo directo a la iniciativa pública de la construcción del colosal edificio.

En el ámbito de la arquitectura, los concursos han posibilitado que la genialidad del pensamiento se concrete en célebres obras. Así da cuenta Peñín, bajo su propia interpretación de la contribución de este tipo de convocatorias, con referencia a la ópera de Sídney y el Centro Pompidou:

En el contexto de una sociedad urbana y dinámica, sendos concursos fueron frutos de la dimensión y trascendencia de la pregunta formulada, merecedora de una reflexión colectiva. Así, en forma de concurso, nació la idea moderna de proyecto, una anticipación de la definición de arquitectura y la sospecha de una distancia creciente entre lo concebido y lo construido. (2012)

4. Pautas del concurso

Podemos afirmar que la estructuración de la convocatoria para competir por el diseño de la obra contribuye de forma indirecta y preliminar a la etapa de planeación del proyecto. Con el fin de garantizar bases claras para el concurso, el Gobierno australiano editó el documento que se conoce como «Brown Book», publicado el 15 de febrero de 1956 (The Sydney Opera House, s. f.); un folleto de 25 páginas que contenía directrices que comenzaban a causar sorpresa en el mundo de la arquitectura por la magnitud de lo que se pretendía construir:

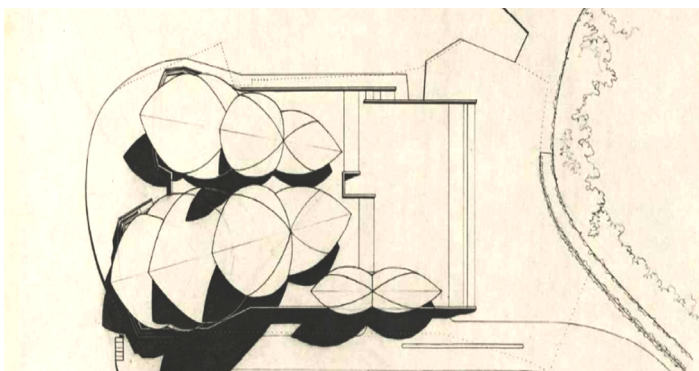
Estas bases [...] plantean, por primera vez en la historia de la arquitectura, la convivencia de tres salas dedicadas a la música sinfónica (3.000 a 3.500 espectadores), la ópera (2.800) y el teatro (1.200) que junto con los espacios vinculados y los dedicados al público alcanzarían los 60.000 m². (Peñín, 2012)

Hacían parte del documento, además de las características del edificio, las fotografías del lugar seleccionado para la construcción y el costo de la inscripción de los que querían participar con sus diseños (The Sydney Opera House, s. f.). El grado de originalidad de la obra mediante la cual fue finalmente seleccionado Jørn Utzon como ganador hace pensar que no había límites establecidos para la creatividad en el diseño. Cabe anotar que la convocatoria fue de carácter internacional: aproximadamente 722 inscritos recibieron las condiciones (The Sydney Opera House, s. f.) y se aceptaron alrededor de 223 propuestas, provenientes de 28 países del mundo, seguramente motivados por el premio al ganador, que rondaba los 100 000 dólares australianos (García, 2018).

El jurado asignado para la evaluación, que se realizó hacia principios de 1957, estaba conformado por expertos de distintas partes del mundo³, quienes hicieron una preselección en la que fue descartada la propuesta de Utzon. Esta se sustentaba en 12 dibujos, entre los que se encontraba el que se observa en la figura 2, diseño que exponía, sin duda, un concepto muy original y que sirvió para que uno de los jurados, Mr. Saarinen, quien no había estado presente en el momento de la preselección, presionara para que fuese incluida de nuevo.

Bajo la gran responsabilidad que le acometía a este grupo de expertos, la selección favoreció a Jørn Utzon, joven arquitecto danés, hecho que fue anunciado al mundo el 29 de enero de 1957 por el primer ministro Cahill (The Sydney Opera House, s. f.).

Figura 2. Muestra del portafolio de dibujos presentados en el concurso por Jørn Utzon, 1956



Fuente. Imagen tomada de los archivos del estado de Nueva Gales del Sur

3 El jurado, según The Sydney Opera House (s. f.), estaba compuesto por: dos británicos, una catedrática, H. Ingram Ashworth, que orientaba clases de arquitectura en la Universidad de Sídney, y el Dr. J. Leslie Martin, quien hizo parte del diseño del Royal Festival Hall en Londres; un arquitecto estadounidense, Mr. Eero Saarinen, y un arquitecto de origen local, Mr. Codben Parkes.

5. Lo insólito de la solución

El término «insólito» es el que consideramos más propicio para definir el diseño que sirvió de *input* del proceso de planeación de este vasto proyecto, pues si bien los jurados consideraron «simple» la propuesta de Utzon, en la etapa de la ejecución esta derivó en una obra cuyo grado de complejidad no podría haber sido superado. Es interesante, por tanto, entender la visión de los expertos en el momento de elegir al ganador del concurso:

“El diseño es simple, casi de diagrama. Pero estamos convencidos de que representa un concepto susceptible de transformarse en uno de los edificios más representativos del mundo. Esta propuesta es la más original y la más creativa — también por eso puede ser contestada. No obstante, estamos convencidos de sus méritos: en primer lugar, su simplicidad de su organización y después de la unidad de su expresión estructural. Esto crea una composición arquitectónica fascinante, perfecta para el paisaje del Bennelong Point. Las bóvedas aconchadas se insertan armónicamente en la Bahía, como las velas de un barco”. (Peñín, 2012)

A partir de la reflexión de Peñín (2012), se puede afirmar que la complejidad arquitectónica se alimentaba también de las exigencias propias del servicio que iba a prestar el edificio. En aquel momento no existían precedentes para garantizar la funcionalidad y, por supuesto, la grandiosidad de los espectáculos que se iban a presentar; por eso, al parecer fueron los requerimientos en términos de equipamientos musicales lo que definió pautas obligadas de un proyecto que se convertía en inédito.

Y como inédito sería, Utzon concibió un diseño que respondía a dicho desafío, al transformar el *statu quo* de la arquitectura del momento y promover, tal vez sin intención alguna, conceptos que movilizaron de forma distinta la arquitectura contemporánea.

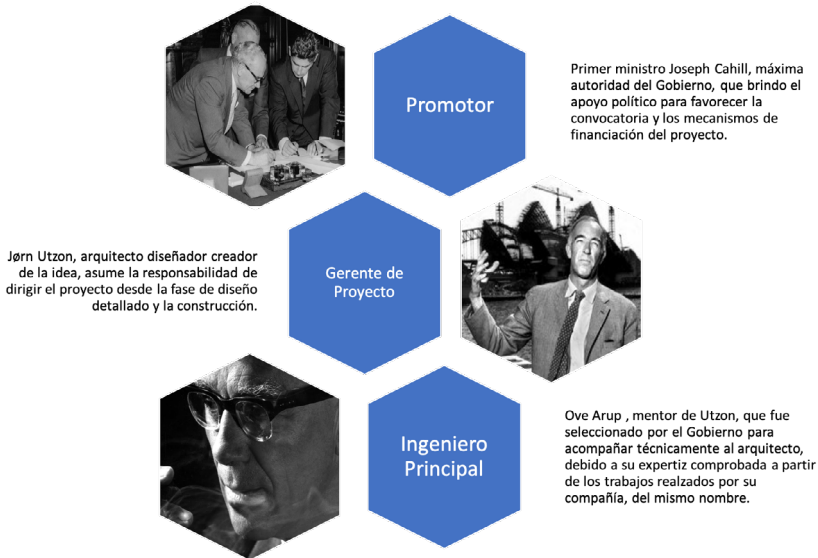
Utzon realizó una propuesta organicista emanada de una nueva sensibilidad del movimiento moderno, más próxima al arte, al hombre y a la naturaleza. Tras la experiencia de Sídney, su organicismo derivó en la arquitectura que desarrollaría en otros proyectos ulteriores, trazando un camino alejado de toda sospecha formal. (Peñín, 2012)

6. Conformando una selección olímpica

Todo proyecto que pretenda ser exitoso demanda un equipo a la altura de las circunstancias: una selección olímpica, no exclusivamente de expertos. De

hecho, Utzon no lo era, pero sí se percibía como un genio inspirado, que fue acompañado por profesionales con experiencia, que asumieron el difícil reto de llevar una idea fantástica, aunque poco aterrizada, a la factibilidad técnica. Si bien no ha sido fácil determinar en detalle quiénes acompañaron al ganador del concurso, natural gerente del proyecto, para su puesta en marcha, en la figura 3 se identifican personajes que asumieron roles claves.

Figura 3. Actores clave en la puesta en marcha del proyecto



Fuente. Elaboración propia con fines académicos.

Estos actores⁴ se configuran como los principales gestores e iniciadores de proyecto, con papeles muy definidos: Cahill, como el respaldo político que abonó el camino legal y financiero del proyecto; Utzon, como líder del diseño y construcción; y Arup, como experto ingeniero.

7. Puesta en marcha del reto creativo

La Casa de la Ópera de Sídney, pieza maestra de la creatividad humana (Castelló, s. f.) y máximo símbolo de una ciudad, de un país, de un continente, y patrimonio de la humanidad, se presentó en sociedad como una obra reina

⁴ Es necesario destacar que la información disponible no permite describir la estructura organizacional del equipo de proyecto.

de la arquitectura del siglo XX, después de pasar por un penoso y polémico proceso de diseño y construcción, que superó cualquier previsión de alcance, costos y tiempo en el desarrollo de un proyecto.

Esto convierte el edificio en un significativo ejemplo de innovación radical en la gestión de proyectos, en un campo que exige un alto grado de interdisciplinariedad e interdependencia, como lo es la construcción de obras de infraestructura urbana.

¡Veamos, entonces, cómo fue ese sinuoso camino de innovación!

8. El nacimiento de un imposible

Una vez Utzon ganó el concurso, los desafíos no se hicieron esperar. Los diagramas de las superficies, dibujados a mano por el arquitecto, y que representaban las cubiertas del edificio, no tenían manera de ser definidos matemáticamente. Pronto el equipo de proyecto se dio cuenta de que estas superficies no eran analizables ni construibles con los medios técnicos y constructivos de la época. Los métodos de cálculo y representación gráfica tampoco respondían a los problemas que planteaba el diseño ganador.

En tal sentido, la Casa de la Ópera de Sídney es un edificio que representa un cambio paradigmático en la forma de concebir la arquitectura. En él se trascendieron modelos mentales en los cuales el diseño estructural respondía a lo estricto, a lo imprescindible, al empleo racional de los materiales, en últimas, al criterio económico (Rey, 2013), y sembró la semilla de lo que luego se denominaría «arquitectura de formas libres» (Azagra y Bernabeu citados por Rey, 2013), y que acabaría siendo una tendencia en los concursos de arquitectura, años después. En otras palabras, se cambió de un paradigma enfocado en argumentos mecánicos o funcionales a la hora de crear un proyecto de esta naturaleza a uno que enfatizó en la importancia de las formas, confiando en que, en el camino, el intercambio de conocimientos con terceros ayudaría a encontrar las soluciones técnicas que las harían realidad. En palabras de Utzon: «...en lugar de crear formas ortogonales, he creado una escultura —una escultura que cubre todos los usos necesarios» (Drew, 1999, citado por Rey, 2013).

En este orden de ideas, esta obra dio vida no solo a un extraordinario escenario para recibir a un público ávido de manifestaciones culturales, sino que, en sí misma, fue un escenario de experimentación en el uso de nuevos

materiales, tecnologías y formas de interacción entre los grupos de interés de un proyecto. Por ejemplo, en ella se emplearon por primera vez ordenadores, dada la complejidad de los cálculos que exigía el diseño de Utzon, aun cuando tal uso haya sido restringido y no necesariamente diera los resultados esperados, considerando el incipiente estado de desarrollo tanto del *hardware* como del *software* que se requería. Esta fue además una de las primeras obras de ingeniería en usar la resina epoxi, técnica adhesiva y anticorrosiva, uno de cuyos usos es la construcción industrial. Y utilizó las grúas más grandes del mundo en ese momento para levantar las piezas por ensamblar.

Lorenzo García confirma la magnitud de esta obra cuando afirma que:

Desde su inauguración, el 20 de octubre de 1973, el Palacio de la Ópera de Sídney ha sido una obra referente a nivel mundial, ya sea por su arquitectura, por su innovación ingenieril, por el uso de los materiales, o por su magistral uso de la geometría. Sea como fuere, es indudable su aportación al desarrollo de la arquitectura del siglo XX abandonando la arquitectura racional y “cuadrada” de los grandes maestros hacia una arquitectura orgánica con formas libres. (2018)

No cabe duda de que la Casa de la Ópera de Sídney constituyó un reto sin precedentes que marcaría una tendencia en hitos arquitectónicos diferenciadores y de gran impacto turístico (Rey, 2013). Consideramos, por tanto, esta obra un modelo de innovación radical⁵ en el campo de los proyectos de construcción. En palabras Frank Gehry, citado por Castelló:

El arquitecto danés había construido algo más avanzado a su tiempo, mucho más avanzado a la tecnología disponible, y perseveró a través de la extraordinariamente maliciosa publicidad, y la crítica más negativa, para construir un edificio que cambió la imagen de un país entero. Es la primera vez en nuestras vidas que una pieza épica de arquitectura ganó una presencia tan universal. (s. f.)

La ópera de Sídney se convirtió así en la casa que albergaría cientos de miles de espectadores de para acogerlos y deleitarlos con obras de teatro, ballet, ópera y producciones musicales de talla mundial. Además, sería el epi-

⁵ La innovación radical se define en este documento como «aquella que requiere experimentación y representa los esquemas inaugurales que han sido lanzados... Según Schumpeter (1939), las innovaciones radicales producen grandes cambios en el mundo... Una innovación es considerada radical si el conocimiento tecnológico requerido para desarrollarla y explotarla es muy diferente al conocimiento existente en la organización, haciendo que ese conocimiento sea obsoleto» (Garzón Castrillón e Ibarra Mares, 2013).

centro de eventos académicos, sociales y de encuentros formales e informales; en otras palabras, ha sido un hogar para la cultura y el entretenimiento con pocas referencias similares por su magnitud y complejidad.

A modo de inspiración, vale la mencionar algunas frases con las que esta magna obra ha sido descrita:

«El sol no sabía cuán bella era su luz, hasta que la vio reflejada por este edificio» —Louis Kahn (citado por Castelló, s. f.).

«El interior del edificio fue calificado en su época como gótico de la era espacial» —Leiters Blues (s. f.).

9. El viacrucis de esta innovación

Dada la gran brecha que había entre el diseño de la obra propuesta por Utzon y los conocimientos técnicos y tecnológicos para hacer de ella una realidad, fueron innumerables los problemas que el equipo del proyecto enfrentó, y que sintetizamos en la tabla 1.

Tabla 1. Problemas presentados en el proyecto

Problema	Solución	Fuente
Con el apresurado comienzo de la construcción empiezan los problemas. No se había hecho un estudio geológico completo de la zona de Bennelong Point, y el terreno resulta ser mucho más débil de lo que se suponía.	Debe hacerse una obra de cimentación inmensa, que prácticamente supone rellenar toda la península con pilotes de hormigón armado.	21 Maravillas (2012)
Durante 4 años, un equipo de ingenieros de la firma Ove Arup, coordinados con el estudio de Utzon, se dedicó en exclusiva a la dura tarea de trasladar los dibujos del arquitecto a la realidad. Se han intentado todas las variaciones: cáscaras de hormigón autoportantes, bóvedas prefabricadas con nervios de hormigón armado... Se han propuesto formas parabólicas, hiperbólicas, elipsoidales... Todo inútil.	En la primavera de 1961, Utzon telefona a Arup pidiéndole que se reúna con él en su despacho de Hellebæk lo antes posible. Ha descubierto por fin la solución perfecta para la cubierta. La solución propuesta por el danés sorprende a todos por su sencillez y su elegancia. En lugar de complejas formas parabólicas, ha recurrido a la figura más simple de la geometría: la esfera. Básicamente, la idea es que todos los segmentos de la cubierta derivan de una misma esfera virtual de 75 metros de radio. Esto permite su diseño y construcción de forma relativamente sencilla y, sobre todo, barata, gracias a que la geometría esférica se presta mejor a las piezas prefabricadas.	21 Maravillas (2012)

Problema	Solución	Fuente
<p>El hormigón <i>in situ</i> es difícil de construir con acabados de alta calidad, ya que estos dependen de la mano de obra, y los errores de textura superficial aparecen como imperfecciones significativas que no se pueden corregir... La cuestión de la calidad de los acabados del hormigón se mantuvo y preocupaba en gran medida a Utzon.</p>	<p>La estructura adoptada fue una estructura de costillas de hormigón interconectadas, cuyos segmentos se producían en fábrica y se unían en el aire. Cada segmento era de un tamaño que solo podía manejarse con grúa.</p> <p>La producción de las piezas de hormigón en fábrica garantizaba la calidad, se podría controlar y era posible rechazar piezas de ser necesario.</p> <p>Era una solución nunca antes adoptada.</p>	<p>García (2018)</p>
<p>Visualmente, una parte importante del podio eran sus vigas de hormigón sobre la entrada de vehículos. Para los ingenieros, fue una característica notable e innovadora. Se requería que cubriesen 49,4 metros y sus voladizos tenían forma y se doblaban como los cascos de los barcos.</p>	<p>Para evitar la necesidad de columnas intermedias, se utilizó una técnica conocida como «hormigón pretensado».</p>	<p>García (2018)</p>
<p>La cimbra⁶ usada era común en la construcción de puentes, pero la complejidad de la configuración de los techos de la Casa de la Ópera requería un sistema como ningún otro.</p>	<p>Hornibrook ideó un arco de erección móvil para que se pudiera prescindir de los andamios. El arco comprendía un entramado de celosía de acero, curvado con la misma forma que las costillas del techo, que debía ser telescópico y poder torcerse, ya que las costillas eran de longitud variable y cada mitad estaba en un plano diferente. El desarrollo del diseño llevó 18 meses y se hicieron pruebas antes de la instalación. Se usaron cuatro al mismo tiempo, y el ahorro en costes y tiempo frente a las alternativas fue muy considerable.</p>	<p>García (2018)</p>
<p>Para cubrir la superficie de las «conchas» inicialmente se pensó que las baldosas se aplicarían <i>in situ</i>, pero el cambio a una estructura acanalada aumentó la dificultad de la tarea, dadas las condiciones de calidad y altura. Utzon deseaba un material que fuera fácil de limpiar, barato, brillante y limpio.</p>	<p>Se adoptaron «tapas» de baldosas producidas en fábrica, que podrían atornillarse a la estructura.</p> <p>Utzon llega de viajar a China y a Japón para comprar piezas selectas de cerámica tradicional con las que explica a los suecos el acabado que desea. Después de meses de investigación, se consigue un esquema de planchas en forma de espina de pez que se pondrán sobre la estructura de las bóvedas y en las que irán insertados los azulejos. Se realizan 4800 planchas en 18 tipos distintos.</p> <p>Utzon pasó tres años desarrollando las baldosas con Högånäs, el fabricante sueco.</p>	<p>García (2018) 21 Maravillas (2012)</p>

6 La cimbra es una estructura auxiliar que sirve para sostener provisionalmente el peso de un arco o bóveda, así como de otras obras de cantería, durante la fase de construcción.

Problema	Solución	Fuente
La fijación de las baldosas sobre una superficie esférica o doblada, como el techo de la Casa de la Ópera, con gran precisión, no tenía precedentes: en la mayoría de los edificios, las superficies planas o las superficies curvas simples permiten una alineación precisa.	Se usaron sofisticadas técnicas de levantamiento diseñadas para esta tarea, junto con soportes de fijación versátiles y ajustables. Las baldosas se colocaron con una precisión de 3 mm.	García (2018)
Cada hoja de vidrio tenía que ser de un tamaño que se ajustara al espacio variable entre parteluces. Normalmente, las dimensiones se medirían <i>in situ</i> y las hojas se cortarían para ajustarse a las del proveedor. Sin embargo, el largo tiempo de entrega del vidrio cortado de Francia exigió una alternativa.	Se estableció una «fábrica de vidrio» en el lugar, donde se entregaron piezas en bruto rectangulares, ligeramente más grandes, todas de un tamaño calculado y cortadas con las dimensiones precisas.	García (2018)
Debido a la complejidad de los problemas, no era apropiado un sistema de acristalamiento tradicional, por lo que un nuevo sistema debía diseñarse desde cero.	Se inició un intenso programa de investigación y dos jóvenes ingenieros de Arup, David Croft y John Hooper, bajo la dirección de Bob Kelman, construyeron el equipo a medida que el ensamblaje del techo tomaba forma. Tras dos semanas de trabajo con calculadoras, se pudieron obtener las distancias de ajuste necesarias para tan solo entre seis y ocho puntos de la superficie de la cubierta. Tras observar este hecho, Peter Rice, de Arup, sugirió que Michael Elphick —topógrafo— escribiera un programa de ordenador para ubicar las posiciones requeridas para las costillas en el complejo espacio tridimensional de las «conchas».	García (2018)
La gran dimensión de las piezas por ensamblar.	Después de estudiar los diferentes tipos de grúas existentes en el mercado, los ingenieros pusieron a punto un plan de utilización de grúas torre. Dada la magnitud de la obra, pidieron una grúa-torre, capaz de levantar una carga de 20 t a 17 m, de 10 t a 30 m y de 7 t a 40 m, con orientación total.	Consejo Superior de investigaciones Científicas (1971)

Fuente. Elaboración propia a partir de los autores consultados.

Este proceso cíclico de identificación de problemas y búsqueda de soluciones condujo, sin duda, a múltiples aprendizajes tanto para el equipo de proyecto como para la ingeniería y la arquitectura como disciplinas. Así mismo, dejó en evidencia varias características de la innovación radical que se exponen a continuación.

9.1 Su carácter polémico

La perspectiva política del proyecto, el momento sociocultural que vivía Australia, el cambio de paradigmas que exigió la obra, los grandes problemas que emergieron en la puesta en marcha y su desfase de costos, tiempo y alcances llevaron a que la Casa de la Ópera de Sídney fuera descrita como una obra polémica. Esto se refleja en la descripción hecha en el documento «Building the Impossible»:

Durante la construcción del mismo se pusieron de manifiesto las terribles dificultades a las que tuvieron que hacer frente tanto el arquitecto como el Gobierno de Nueva Gales del Sur, quien promovió la obra. Los distintos puntos de vista acerca del desarrollo del proyecto, retrasos y los sobrecostos que se fueron acumulando en las distintas fases tensaron las relaciones entre las distintas autoridades políticas y el autor de la obra, hasta que en 1966 este último fue apartado del proyecto. (2014)

9.2 El costo de la incertidumbre

El rezago en el estado del conocimiento requerido para desarrollar la obra era tan grande que cada problema por resolver generó inseguridad, ambigüedad y dificultad para definir acciones y tomar decisiones, lo que se tradujo en un aumento exponencial de los costos del proyecto y del tiempo de ejecución previstos, como se refleja en los siguientes datos —figura 4—.

La primera fase de las obras comenzó el 5 de diciembre de 1958, por la empresa constructora con sede en Sídney, Lend Lease Corporation. El Gobierno decidió iniciar las obras inmediatamente, temiendo que el financiamiento o la opinión pública pudieran revertir y retrasar, o incluso cancelar la obra. Pero esa decisión se encontró con el problema de que los diseños estructurales más importantes todavía no estaban realizados.

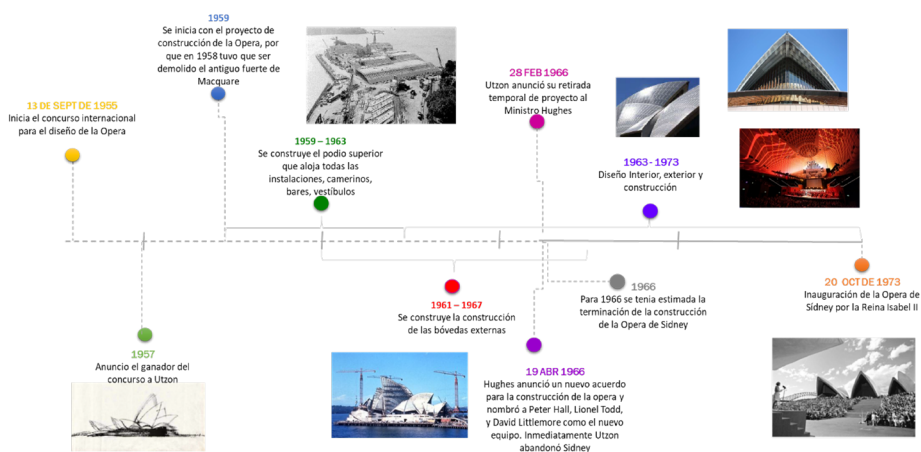
En enero de 1961, la obra lleva un retraso de 47 semanas respecto al plan original, y los tres millones de dólares de presupuesto ya quedan atrás. Muy atrás. (21 Maravillas, 2012)

Finalmente el proyecto costó \$95 MM más de lo inicialmente previsto⁷ (un 1450 % más), y tardó 5 veces más —en años— en acabarse. (Castelló, s. f.)

7 El presupuesto inicial de la obra fue previsto en 7 millones de dólares australianos y su ejecución, en 7 años.

Jørn Utzon no presentó un proyecto terminado, sino unos diseños y diagramas. El proyecto fue muchísimo más complejo de lo estimado, por momentos —años— incluso dudaron que pudiera construirse, pues llevaba a los arquitectos e ingenieros a los límites de la tecnología de aquellos años. Los conflictos generados por las demoras y los sobrecostes acabaron con la dimisión del arquitecto. El 20 de octubre de 1973, casi 17 años después de que el proyecto de Utzon fuera elegido, se inauguró la Casa de la Ópera de Sídney, con un coste superior a los 102 millones de dólares. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1971)

Figura 4. Línea de tiempo proyecto Casa de la Ópera de Sídney



Fuente. Elaboración propia con fines académicos.

Esta experiencia pone de manifiesto cómo la incertidumbre propia de la innovación radical desafía los criterios de éxito tradicionales en un proyecto, así como su gestión. El análisis de otras experiencias de innovación radical sugiere la importancia de que esta se lleve a cabo por equipos de proyecto autónomos, con recursos adecuados para enfrentar los cambios de paradigmas. Equipos que puedan blindarse de la visión del cliente —en este caso, el Gobierno del momento—, dada su baja familiarización con las innovaciones y la dificultad de expresar o conciliar sus necesidades (Lynn, 1998).

10. Mecanismos alternativos de financiación

Desde el nacimiento de la idea, el primer ministro Cahill anticipó, visionariamente, los problemas que generaría una obra como la Casa de la Ópera si se pretendía financiarla mediante el pago de impuestos. En esa época, «el

ciudadano medio hubiera aprobado sin reservas el patrocinio de un partido de cricket, o una carrera de caballos; pero difícilmente un proyecto percibido como elitista, y con poca aprobación popular» (Castelló, s. f.); aspecto que iría en contravía de la importancia de mantener satisfechos a los electores. Por tal razón, Cahill creó una lotería con 4 sorteos anuales a fin de recaudar 900 000 dólares australianos por edición, hasta conseguir los fondos totales necesarios para el proyecto. Esto reduciría el aporte de los contribuyentes a solo 200 000 dólares australianos. Este mecanismo permitió cubrir en su mayoría los 102 millones de dólares que costó en total la obra.

11. Los baches en el camino

En el curso de este relato hemos dejado claro lo complejo del proceso de construcción de la Casa de la Ópera; sin embargo, consideramos necesario explicitar algunas barreras que implicaron una mayor inversión de tiempo y dinero.

11.1 Resistencia al cambio

Este comportamiento, como parte de la naturaleza humana, es una reacción a la inseguridad, pérdida de control y temor que genera el cambio, porque el futuro se ve incierto. Y como hemos descrito en párrafos anteriores, la construcción de la Casa de la Ópera de Sídney rompió muchos paradigmas de la época. En consecuencia, las reticencias no se hicieron esperar. Una vez fue adjudicado el proyecto al arquitecto danés, las reacciones adversas fueron inmediatas. Tanto expertos como ciudadanos del común se manifestaron con frases peyorativas que expresaban oposición, tales como:

«Dará placer a la gente simple» —Buckminster Fuller.

«Esta carpa de circo no es arquitectura» —Frank Lloyd Wright.

«Hay un consuelo en todo este asunto. El bajo coste del proyecto al menos asegurará que no se mantendrá en pie por mucho tiempo, y eso solo, si llega a conseguir hacerlo» —carta al editor del *Sydney Morning Herald* (citada por Castelló, s. f.).

Si bien la resistencia se fue disipando al punto que, de igual manera, expertos y ciudadanos defendieron a Utzon de los ataques que ocurrieron con

los cambios de Gobierno y exigieron, mediante protestas públicas, su regreso al proyecto cuando renunció por las presiones políticas, no se puede desconocer el desafío que representó para el equipo de proyecto, y para Utzon en particular, la tensión generada y sus implicaciones. Esto supuso una prueba de resiliencia, entereza y paciencia, entre otras características, que contribuyeron para persistir en el fin perseguido.

12. Estado de la tecnología

El gran cambio de paradigma que exigía la obra estuvo asociado a un problema planteado por el arquitecto en su diseño, que no tenía solución con la tecnología y los métodos de control geométrico y estructural de la época (Peñín, 2012). Una mirada retrospectiva del proyecto muestra que la construcción de las conchas, probablemente, no era posible sin el uso de computadores, dada la necesidad de producir y analizar grandes cantidades de información. Como se describió, el grado de maduración de *hardware* y *software* era incipiente.

El carácter inédito del edificio rompió todos los límites constructivos impuestos hasta la fecha. No se contaba con precedentes similares ni con tablas o rutinas de cálculo ya probadas, y no había garantías de encontrar los materiales adecuados para concretar los diseños ideados por Utzon. Como lo expresó Lorenzo García:

El ordenador que se usó tendría un coste hoy en día de aproximadamente 5 millones de dólares, pese a esto, no era suficiente, este ordenador no daba respuestas con la velocidad deseada por los ingenieros, y el equipo tuvo que crear programas de software de la nada para poder llevar a cabo el proyecto a una velocidad aceptable.

La complejidad de la superestructura llevó al equipo de ingenieros a buscar los ordenadores más potentes que se pudiesen conseguir en aquella época. El coste era elevado, la amortización pequeña, los costes de funcionamiento elevados y el espacio que ocupaba un ordenador era el equivalente a la máquina de climatización de un rascacielos.

El proceso de cálculo de una “concha” era enormemente lento para los ordenadores de la época, ya que podían tardar hasta 14 horas en calcular todo, y un ordenador actual lo podría hacer en menos de un minuto. Cualquier error o cualquier cambio significaban estar otras 12-14 horas trabajando, ya que todo lo anterior tenía que ser desechado. Tal era el volumen y el tiempo de trabajo que se llegaron a instalar camas en la sala del ordenador. (2018)

Esta circunstancia pone en evidencia cuán rezagada se encontraba la tecnología en relación con la capacidad de imaginación y creación de Utzon y su equipo, así como la importancia de lograr avances en el desarrollo de ordenadores más potentes y de *software* específico, tanto para análisis estructurales como para la representación gráfica. La capacidad creativa de Utzon marcó un hito que presionaría el avance tecnológico al servicio de la arquitectura para dar lugar a otras obras antes consideradas utópicas (Rey, 2013).

13. Problemas de alineación de actores

Ante las importantes brechas de conocimiento y tecnología existentes a la hora de iniciar el proyecto, las diferencias de opinión y los conflictos de intereses emergieron paulatinamente. La diversidad de puntos de vista acerca del desarrollo del proyecto, los retrasos y los sobrecostes que se fueron sumando en el curso de este generaron tensiones y conflictos en las relaciones entre los actores políticos del proyecto y el autor del diseño (Castelló, s. f.).

El 1.º de mayo de 1965, luego de 24 años, se dio un cambio de gobierno en Nueva Gales del Sur. El nuevo gobierno entró a evaluar lo que estaba sucediendo con la construcción de la Casa de la Ópera ante los retrasos y los significativos y continuos aumentos de los costes. El nuevo ministro de Obras Públicas, William Davis Hughes, venía con una visión y unos objetivos diferentes, pues en la campaña electoral había ofrecido carreteras y conexiones con las zonas más rurales del Estado. Esto implicaba un gasto de dinero público importante, el cual se estaba invirtiendo en la construcción de la ópera (García, 2018).

En consecuencia, la tensión y el conflicto entre Utzon y Hughes surgieron de inmediato y fue en aumento. Con la llegada del nuevo gobierno, Utzon perdió la autonomía sobre los pagos e inversiones del proyecto, papel que asumió el comité de construcción del palacio. Además, se suprimieron los pagos regulares al equipo de trabajo y los honorarios de Utzon. Este, sin dinero, con deudas, sin poder pagarle el sueldo a su personal y observando el poco apoyo de su cliente, presentó su renuncia en febrero de 1966 (García, 2018).

Hughes temía no encontrar un arquitecto para finalizar la obra, puesto que muchos de los que trabajaban para él se negaron a seguir con el trabajo de otro y se unieron a las protestas contra la salida de Utzon (Castelló, s. f.). A pesar de la protesta multitudinaria, que pedía la restitución de Utzon, el

Gobierno australiano nombró a tres arquitectos locales, Peter Hall, D. S. Little-more y Lionel Todd, para completar el proyecto (Pérez, 2015).

Hasta el cambio de gobierno, lo que parecía haber sido un trabajo de equipo caracterizado por el aprendizaje y la solución de problemas técnicos de gran envergadura pasó a ser un conflicto de intereses, especialmente políticos, que si bien se resolvió —aunque no como la sociedad de Sídney esperaba—, contribuyó de igual forma al aumento de los tiempos y costes de ejecución.

14. Talento e imaginación: el motor de la acción

No podríamos cerrar este caso sin darle una mirada a las características del autor de la obra, pues ellas fueron la semilla de esta grandiosa innovación.

14.1 Capacidad de imaginación

El arquitecto, el artista, el creador del icono australiano se destacó desde los inicios de su carrera por romper con la mirada tradicional y funcionalista de la arquitectura, y abrió el escenario para la arquitectura orgánica. Su sensibilidad lo llevó a imitar formas naturales con la intención de crear sensaciones distintas en las personas que visitarían sus edificios. Tal sensibilidad se pone en evidencia en una de sus frases, enunciada ante la nostalgia de no haber podido culminar la materialización de su obra: «Si yo hubiera acabado la obra, la habría llevado a través de una sensación de movimiento. El tratamiento del espacio como música casi no existe hoy en día en la arquitectura...» (Utzon citado por Castelló, s. f.).

La inspiración para la creatividad de este pionero de paradigmas surgió en uno de sus paseos en barco. En medio del mar y observando su infinita belleza, Utzon pensó que formas similares a las de conchas marinas podrían cubrir el edificio a modo de bóvedas y cobijar bajo ellas todas las áreas funcionales. De igual forma, se inspiró en diversas ruinas mayas y zapotecas de México para idear las plataformas sobre las cuales reposarían las gigantescas conchas.

Gracias a su amplitud perceptual, el arquitecto logró prever que la Casa de la Ópera de Sídney sería observada desde todos los puntos de vista del lugar; por lo tanto, esta obra reina debía ser bella en todos sus ángulos, en

todos sus costados, de forma que armonizara con el esplendor de la bahía Bennelong Point.

La capacidad imaginativa y el pensamiento no convencional de Utzon lo llevaron a idear lo quimérico, adelantándose a las posibilidades y los recursos disponibles en su momento, para pasar al podio de la fama como un arquitecto fuera de lo común y germen inspirador de los «edificios de autor» (Rey, 2013).

14.2 Talento

Además de la capacidad de imaginación, el talento de Utzon se hizo evidente de diversas formas. El concurso del diseño de la ópera fue el 8.º premio que el joven arquitecto ganaba en su carrera. Lo revolucionario de sus ideas hizo que, con diagramas simples, el jurado se maravillara y que luego el mundo se sorprendiera (Castelló, s. f.).

El genio de este hombre le permitió construir edificios con una identidad única, siempre pensados en función del entorno del cual harían parte y de sus rasgos distintivos, garantizando que sus obras no pasaran desapercibidas y, por el contrario, se consolidaran como genuinos monumentos. Frente a los problemas de la Casa de la Ópera de Sídney, el talentoso Utzon no dejó de sorprender al equipo de trabajo con soluciones que no vislumbraban los ingenieros, consultores y técnicos. Por eso y mucho más, en 2003 ganó el Premio Pritzker, el más importante galardón otorgado a un arquitecto, equivalente a un Nobel de arquitectura (García, 2018).

En palabras de Piano, citado por García (2018): «Lo que más admiraba de Utzon era su capacidad de trabajar simultáneamente las ideas racionales, ya sea geometría, estructura, las fuerzas a soportar por el edificio, como las ideas menos racionales, llamadas por este magia o fantasía».

14.3 Perseverancia y compromiso

La actitud de Utzon desde el momento en que decidió participar en un concurso en el que sabía que tenía un 0,45 % de probabilidades de ser admitido, la capacidad de afrontar cientos de problemas e incluso su disposición a seguir aportando años después de haber dejado la obra dan muestra de su carácter perseverante y comprometido.

En esta obra, el arquitecto asumió grandes compromisos con la ciudad, con la construcción y con el equipo de trabajo con serias implicaciones personales —como el traslado de su familia a Australia— y profesionales. De hecho, en 1999, 30 años después de haber renunciado al proyecto, Utzon recibió la invitación del primer ministro Bob Carr para desarrollar las bases del diseño que deberían guiar la conservación a largo plazo de la Casa de la Ópera y rediseñar los interiores, cuando fuese necesario. El arquitecto respondió: «Es correcto que miremos al futuro de la Sydney Opera House, en lugar de hacia el pasado» (Castelló, s. f.). En abril de 2007, Utzon propuso otra importante remodelación al edificio. Aunque el creador nunca vio su obra terminada, nunca dejó de trabajar en ella, estudiando mejoras y cambiando cosas que él mismo había hecho (García, 2018).

Como afirma Lorenzo García, la aspiración de Utzon de realizar el proyecto original, pese a las consecuencias burocráticas y económicas que eso podía traer, fue el motor que movió a todo un conjunto de actores para lograr la espectacular e importante pieza en la historia de la arquitectura y de la ingeniería.

14.4 Pasión por el conocimiento

Otro aspecto apasionante del autor de la obra es su interés intenso y constante por el conocimiento, que apropiaba de diversas fuentes, en especial de sus viajes y del interés por otras culturas, lo cual, de alguna forma, explica su amplitud perceptual y capacidad creativa. Cuando se presentó al concurso: «Utzon era un viajero apasionado que, a su corta edad, ya había visitado países tan exóticos y lejanos como China, Japón, Méjico, Estados Unidos y Marruecos, donde estudió su cultura y diseño» (Castelló, s. f.).

Esta pasión lo llevaría a involucrarse de tal forma con el sueño de la Casa de la Ópera que, desde el momento en que decidió participar en el concurso, dedicó mucho de su tiempo a estudiar el lugar mediante la observación y el análisis de documentos facilitados por el «Brown Book», cartas marítimas del puerto de Sídney, películas sobre la ciudad obtenidas por medio de la Embajada australiana en Copenhague y libros, entre otros. La capacidad de Utzon para analizar y estudiar las condiciones del entorno y los problemas del proyecto le permitió liderar muchas de las soluciones que se implementaron. Vale destacar que, en este proceso, el intercambio de conocimientos que se dio entre el arquitecto, los ingenieros de Arup y otros actores vinculados al proyecto fue fundamental para crear las piezas del gran rompecabezas que

representó este desafío. Como lo expresó Castelló: «Un entendimiento superior del problema permite una propuesta superior de soluciones» (s. f.).

14.5 Independencia de criterio

Finalmente, del personaje central que hizo posible el disfrute de la Casa de la Ópera de Sídney, vale destacar su capacidad para autoafirmarse y mantener la autonomía a pesar de las presiones vividas. Utzon fue capaz de mantener su independencia de pensamiento, incluso ante personas que, por su trayectoria, parecían ser más competentes que él en campos concretos, como la ingeniería, por ejemplo. Este aspecto fue crucial para el ambicioso proyecto, porque permitió mantener el rumbo aun en medio del alto nivel de incertidumbre.

Esta característica hizo al arquitecto merecedor del respeto profesional de los diferentes actores y de la propia ciudadanía, que lo apoyó en su momento más crítico. Su independencia de criterio fue tal que cuando se tomaron las primeras medidas por parte del financiador para reducir su autoridad en la ejecución del proyecto y en la gestión del equipo, con gran sentido de dignidad, decidió abandonar el proyecto, renunciando así a ver su sueño reflejado en la bahía de Bennelong Point. A pesar de ello, cuando las condiciones de contexto cambiaron y fue invitado de nuevo a aportar a la inmortalización de la obra, no dudó en poner por encima de cualquier consideración el futuro de esta maravilla de la arquitectura. La Casa de la Ópera de Sídney reflejará, indefectiblemente, el espíritu libre de su creador.

15. Una selección talentosa, diversa y dispuesta a aprender

Si bien es cierto que la figura más reconocida en este proyecto fue Utzon, la literatura que da origen a este caso reconoce la importancia de diferentes actores vinculados al proyecto.

La mayor parte de los problemas estructurales del proyecto fueron encontrando solución cuando se pusieron en discusión y fueron analizados bajo diferentes perspectivas. Así, por ejemplo, cuando Arup se unió al proyecto, la viabilidad de las conchas, parte central del diseño, por primera vez fue objeto de estudio desde el punto de vista de los ingenieros. La propuesta inicial de Utzon no tenía una definición geométrica y Arup evidenció numéricamente

la naturaleza del problema que surgía del diseño inicial. El apoyo de los ingenieros y su creencia de que el proyecto era posible, constructivamente hablando, fueron la base para la autorización de la construcción del edificio por parte del promotor. De otra manera, el proyecto no se habría puesto en marcha (García, 2018). Como lo afirmara el propio Utzon: «Afortunadamente, Ove Arup se mantuvo en el proyecto; de otra forma, no se habría completado nunca» (Castelló, s. f.).

La temprana incorporación de los constructores al equipo influyó en el diseño. Diseñadores y constructores trabajaron en estrecha colaboración para desarrollar la estrategia de construcción. De igual forma, el empeño de ingenieros y constructores se ajustó a la perfección arquitectónica que se esperaba y contribuyó a superar el choque de la estética con las formas matemáticas. Esto forzó al equipo a ser tolerante y a buscar la comprensión de los diferentes puntos de vista, aumentando su capacidad para trabajar juntos de forma óptima (García, 2018).

De igual manera, la exigencia del proyecto constituyó un desafío para el desarrollo de *software* específico de cálculo de estructuras y forzó procesos de investigación y desarrollo que acabaron siendo pioneros en el campo de la aplicación de tecnologías a la arquitectura (Rey, 2013).

En esta historia, a pesar de que no es fácil reconocer a cada uno de los colaboradores del potente equipo de proyecto, lo que queda absolutamente claro es que no fueron pocos y que cada uno de ellos fue talento de importante calificación, sin el cual habría sido imposible convertir los bocetos del arquitecto en una obra patrimonio de la humanidad.

16. Conclusiones

La historia de la Casa de la Ópera de Sídney nos provee un interesante marco de referencia para observar aspectos relacionados con la innovación radical en el ámbito de los proyectos; situación que no es fácil de encontrar, a pesar de la naturaleza única de esta forma de gestión. Varias de las características de este tipo de innovación se agudizan en el ámbito de los proyectos y, sin embargo, en ocasiones, esto pasa desapercibido. La primera de ellas es, tal vez, la incertidumbre, que se incrementa ante el complejo contexto de los proyectos donde la ambigüedad, las tareas complejas y nuevas, y la necesidad de coordinación e interdependencia de actores heterogéneos están a la orden del día.

Este caso permite reflexionar sobre el proceso de innovación para concluir que esta no es solo cuestión de método, de técnica. Existe una gran cantidad de variables en juego que, combinadas, hacen que sea casi impredecible el cumplimiento de las condiciones de tiempo, presupuesto y alcance del proyecto innovador. En esta historia queda una duda: ¿haber contado con mayor planeación desde el principio hubiese mejorado la eficiencia del proyecto? O, por el contrario, ¿habría hecho tan evidentes los problemas de constructibilidad como para abortarlo?

Una segunda característica que se debe considerar es la importancia de lograr acuerdos y visiones compartidas entre los diversos grupos de interés respecto al objetivo final. Lo que observamos en el curso del caso fue que, mientras hubo posibilidades de interacción abierta y sinérgica entre los actores vinculados al proyecto y primó el interés colectivo sobre el particular, se solucionaron problemas de gran envergadura y el flujo de conocimiento permitió aprendizajes individuales y de equipo que contribuyeron a darle vida a la magnífica obra. Por el contrario, tan pronto como se hicieron evidentes los conflictos y la priorización de intereses personales, el proceso sufrió mayores tropiezos que impactaron su costo, tiempo y alcance.

Un tercer aspecto relevante en un proyecto innovador como el descrito es la relación inversamente proporcional entre la necesidad de seguridad y la actitud riesgosa que exige la innovación. La actitud frente al riesgo en nuestro caso de estudio se hace palpable en la disposición y la capacidad del equipo responsable de la obra para solucionar problemas, al poner a disposición el conocimiento de personas altamente calificadas.

Finalmente, queremos destacar que proyectos del impacto de la Casa de la Ópera de Sídney no serían posibles sin cambios de paradigma y perspectivas visionarias que rompen marcos de acción tradicionales. Esto, unido a la actitud abierta para compartir y construir conocimientos entre diseñadores, ingenieros, arquitectos y probablemente otros profesionales, le dio vida a un icono de la arquitectura que pasó a la historia de la humanidad.

17. Bibliografía

21 Maravillas. (05 de 10 de 2012). *21 maravillas*. Recuperado de <https://www.21wonders.es/historia/historia-de-la-opera-de-sidney/>

Abbott, M. (2018). *Markets and the State: Microeconomic Policy in Australia*. (T. r. autoras, Trad.). Australia.

- Abeles, M., Cimoli, M. y Lavarello, P. (2017). *Cepal*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42393/6/S1601348_es.pdf
- British Broadcasting Corporation (BBC). (s. f.). *British Broadcasting Corporation - BBC*. Recuperado de <https://www.bbc.com/timelines/zpfyrdm>
- Castelló, J. (s. f). Cómo lograr grandes metas: 24 lecciones maestras de la Sydney Opera House para conseguirlo. *Vivir sin trabajar*. Recuperado de <http://www.vivesintrabajar.com/aprender-non-stop/metas-sydney-opera-house-parte-ii/>
- Centro Europeo de Postgrado. (18 de 01 de 2018). *Salinero Pampliega Project Management*. Recuperado de <http://salineropampliega.com/2018/01/webinar-la-opera-sidney-lecciones-project-manager.html>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (06 de 1971). Teatro de la Ópera de Sídney. *Informes de la Construcción*, 24(231), 23 - 32. Recuperado de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informes-delaconstruccion/article/download/3359/3782>
- Dictionary of Sydney. (s. f.). Bennelong Point. Recuperado de https://dictionaryofsydney.org/natural_feature/bennelong_point
- Fiorentini, P. (18 de 01 de 2015). *Mundo clásico*. Recuperado de <https://mundoclasico.cienradios.com/historia-de-la-bellisima-sydney-opera-house/>
- García, L. (2018). *Estudio, evolución, crítica y diseño de la Ópera de Sídney, desde la perspectiva del Ingeniero Civil* (informe final de grado). Escola Técnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals Ports, Barcelona. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/127636>
- Garzón Castrillón, M. e Ibarra Mares, A. (2013). Innovación empresarial, difusión, definiciones y tipología. Una revisión de literatura. *Dimensión empresarial*, 11(1), 45-60. Recuperado de <http://ojs.uac.edu.co/index.php/dimension-empresarial/article/download/160/144>
- Gruppe, H. (11 de 01 de 2016). *Hildebrandt Gruppe*. Recuperado de <http://www.hildebrandt.cl/principios-de-la-arquitectura-organica/>
- Leiters Blues. (s. f). *El teatro de la ópera de Sydney*. Recuperado de <https://leitersblues.com/el-teatro-de-la-opera-de-sydney>

- Lonely Planet. (s. f.). *Historia de Australia*. Recuperado de <https://www.lonelyplanet.es/oceania/australia/historia>
- Lynn, G. (1998). New Product Team Learning: Developing and Profiting from Your Knowledge Capital. *California Management Review*, 40(4), 74-93. DOI: <https://doi.org/10.2307/41165965>
- Macmahon Ball, W. (01 de 01 de 1972). *Instituto de Estudios Internacionales Universidad de Chile*. Recuperado de <https://revistaei.uchile.cl/index.php/REI/article/download/17688/19360/>
- Otro Mundo es Posible. (01 de 03 de 2006). *Iconos arquitectónicos*. Recuperado de <https://www.otromundoesposible.net/iconos-arquitectonicos/>
- Peñín, A. (2012). Promesa y construcción. La Ópera de Sídney y el centro Pompidou. *Revista Proyecto, proceso y arquitectura*, 134-145. DOI:10.12795/ppa.2012.i7.09
- Peñín Llobell, A. (s. f.). *Utzon (1918-2008): la lección de un maestro*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/7083/utzon.pdf;jsessionid=986ADA15A3F77577734C75715F580708?sequence=1>
- Pérez, A. (27 de 05 de 2015). Clásicos de arquitectura: Ópera de Sydney / Jørn Utzon *Arch Daily*. Recuperado de <https://www.archdaily.co/co/767482/clasicos-de-arquitectura-opera-de-sydney-jorn-utzon>
- Rei, M. F. (s. f.). La expresionista Casa de la Ópera de Sídney. *Muy historia*. Recuperado de <https://www.muyhistoria.es/contemporanea/articulo/la-expresionista-casa-de-la-opera-de-sidney-851476881774>
- Rey, J. (12 de 10 de 2013). La Ópera de Sídney como cambio de paradigma: de la rigurosidad geométrica clásica al informalismo contemporáneo. VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid (España). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/273256898_La_Opera_de_Sidney_como_cambio_de_paradigma_de_la_rigurosidad_geometrica_clasica_al_informalismo_contemporaneo
- Sydney Town Hall. (s. f.). *Sydney Town Hall*. Recuperado de <https://www.sydneytownhall.com.au/>
- Tang, S. (2010). *The Life and Times of John Curtin*. Recuperado de <http://historychallenge.org.au/wp-content/uploads/2010/11/John-Curtin.pdf>

The Sydney Opera House. (s. f.). The Competition. A competition to design a National Opera House for Sydney. Recuperado de <https://www.sydneyoperahouse.com/our-story/sydney-opera-house-history/the-competition.html>

Walters, J. W. (1968). *University of Sydney*. Recuperado de <https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/7256/1/THE%20POST-WAR%20RE-CONSTRUCTION%20PLANS%20OF%20THE%20AUSTRALIAN.pdf>

Wikiarquitectura. (s. f.). *Ópera de Sydney*. Recuperado de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/opera-de-sydney/>

El puente Hong Kong-Zhuhai-Macao

***Sandra Marcela Delgado-Ortiz
Nelson Antonio Moreno-Monsalve
Mateo Rico Escobar***

Este caso de estudio tiene como objetivo hacer una revisión, desde el enfoque de gestión de proyectos, de una de las construcciones más ambiciosas de los últimos años en China: el puente Hong Kong-Zhuhai-Macao (HZMB, por su sigla en inglés). Este proyecto se ejecutó en la desembocadura del río Perla, en la costa sureste de China, y tiene una longitud total de 55 km, lo cual lo ubica como el cruce artificial marino más largo hasta este momento (Zhu, Lin, Meng, Liu y Lin, 2019).

El puente HZMB ha sido considerado el principal cruce de navegación a través del cual se conectan las ciudades de Hong Kong y Macao. Adicional al puente, se construyeron dos islas artificiales y un túnel submarino de 6,7 km de largo. El proyecto cruza el canal Lingding, expuesto frecuentemente a tifones y monzones, lo cual aumentó su grado de complejidad (Lin y Lin, 2017). En la ceremonia de inicio del proyecto, en 2009, el viceprimer ministro Li Keqiang destacó el puente como un hito de la ingeniería china, dado que fortalecería los lazos de cooperación y generaría beneficios económicos para la región e inspiración para la población (Li, Yong, Xijun y Wendan, 2019).

La construcción del HZMB se completó y entregó en febrero de 2018, pero no fue sino hasta octubre de 2018 que se abrió el tráfico vehicular. En la ceremonia de apertura el presidente chino, Xi Jinping, enfatizó en el logro obtenido al finalizar el proyecto, señalando el final de una odisea de ingeniería de poco más de 9 años (GCR, 2018).

Por su grado de complejidad, hemos considerado este proyecto de infraestructura uno de los más importantes desarrollados en la última década. Así las cosas, nos hemos dado a la tarea de documentarlo a través de la metodología de estudio de caso, exaltándolo como una de las obras más significativas de esta región, con alto impacto social y comercial.

1. Antecedentes económicos de China

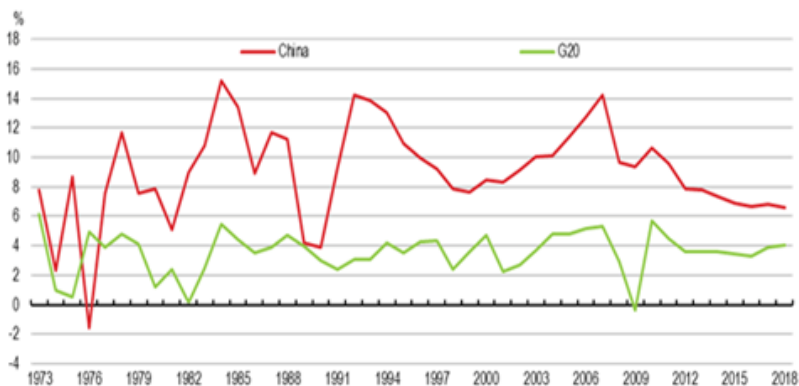
La antigua China ha sido considerada una de las culturas más avanzadas y poderosas de la historia. La China contemporánea es una potencia mundial en desarrollo, conocida por su enorme población, su grado de industrialización y su acelerado crecimiento económico (Pearson, 2019).

China se encuentra ubicada en el este de Asia, cuenta con 9,5 millones de kilómetros cuadrados y con una población aproximada de 1392,7 millones de personas, siendo el país más poblado del mundo. El gigante asiático ha

presentado un rápido crecimiento de su PIB desde la década de 1970: en promedio, de un 10 % anual, por lo cual su índice de pobreza es uno de los más bajos de Asia (The World Bank, 2019). En 2009, cuando el mundo enfrentaba una de las peores crisis económicas, China se consolidaba como un actor clave de los mercados mundiales. Mientras los países industrializados experimentaban caídas en su PIB cercanas al 3,2 %, China logró crecer un 8,7 %, gracias a un gran estímulo económico, acompañado de una gigantesca expansión crediticia, logrando de esta manera desplazar a Alemania como el principal exportador mundial de mercancías (CEPAL, 2010).

Sin embargo, desde principios de la segunda década del siglo XXI, China ha presentado una desaceleración en su producción, incorporando una estrategia de fortalecimiento del consumo interno, lo cual ha generado una significativa disminución en sus exportaciones. No obstante, el crecimiento de su economía sigue estando por encima de los estándares globales, con un significativo 6,3 % en comparación con un promedio global aproximado del 3,3 % proyectado para el año 2020 (World Economic Forum, 2019). Otro factor que ha generado la desaceleración de la economía en China son las continuas fricciones comerciales, que limitan las exportaciones y crean incertidumbre. Las pequeñas y medianas empresas se ven fuertemente afectadas. Así mismo, un aumento de los aranceles de importación que enfrentan los exportadores chinos tendría un impacto aún más severo en la actividad, el empleo y las ganancias corporativas, con repercusiones negativas en la economía mundial (OCDE, 2019). La figura 1 presenta el crecimiento económico de China en comparación con el grupo de los 20 países industrializados y emergentes (OCDE, 2019).

Figura 1. Crecimiento económico de China vs. grupo de los 20



Fuente. Construcción propia a partir de los datos obtenidos del informe OCDE (2019).

Un elemento importante para analizar la construcción del HZMB es la estrategia de fortalecimiento de la producción, acumulación de capital y proteccionismo local implementada por China, lo cual ha impedido, durante mucho tiempo, la integración de los mercados de la región. Sin embargo, para la OCDE (2019), este modelo ha seguido su curso y ha llevado a una mala asignación de capital entre las distintas ciudades, además de un exceso de capacidad instalada. Según el Departamento de Economía de la OCDE, el sector servicios está fortaleciendo e impulsando cada vez más el crecimiento de los países. Así mismo, los servicios relacionados con el comercio internacional y las cadenas de valor mundiales, como el transporte, la logística y los servicios informáticos, se encuentran en un importante crecimiento.

En 2015 el Consejo de Estado chino comenzó el desarrollo de una estrategia nacional llamada «Made in China 2025», con el objetivo de aumentar, consolidar y balancear su industria, para convertir a China en una potencia mundial, con capacidad de influir en los estándares de producción, las cadenas de suministro y los procesos de innovación internacional. Para lograrlo, enfocó sus esfuerzos en la modernización de su estructura productiva, con el fin de revertir los efectos de la desaceleración económica en el mediano plazo (Balderrama, 2018).

Como parte también de las estrategias definidas, China ha participado en un creciente grupo de acuerdos comerciales y hoy en día cuenta con varios tratados de libre comercio, incluyendo los firmados con Australia, República de Corea, Costa Rica, Chile y Perú, además de acuerdos con las regiones administrativas especiales de Hong Kong y Macao, y negociaciones en curso con países como con Pakistán e Israel (CEPAL, 2018).

China necesita, entonces, fomentar nuevos motores de crecimiento para abordar los desafíos de productividad y promover una mayor innovación en la economía, según un nuevo informe publicado por el Centro de Investigación y Desarrollo de China del Consejo de Estado (RDC), en conjunto con el Ministerio de Finanzas de China y el Banco Mundial (The World Bank, 2019). En las acciones propuestas en este informe se destacan: a) eliminar las distorsiones para fortalecer la competencia del mercado y mejorar la asignación eficiente de recursos en la economía; b) adoptar de forma acelerada tecnologías avanzadas y buenas prácticas de gestión económica; c) fortalecer la capacidad competitiva e innovadora de China (The World Bank, 2019).

2. Importancia del delta del río Perla para la economía de China

Se le llama delta del río Perla —Zhujiang— a la región sureña de China que abarca nueve megaciudades: Guangdong, Shenzhen, Zhuhai, Foshan, Zhaoqing, Zhongshán, Jiangmen, Huizhou y Dongguan, más las regiones administrativas especiales de Hong Kong y Macao. Además, se constituye en el 30 % del territorio de la provincia de Guangdong. Históricamente, el delta del río Perla ha desempeñado un papel muy importante a nivel comercial, en particular en las dinastías Ming y Qing. Un primer momento de importancia histórica de esta región fue el periodo de comercio internacional precolonial, de 1450 a 1680, en el que se definió el sistema tributario chino y la expansión de las rutas comerciales. El delta del río Perla en China superó a Tokio en tamaño y población, convirtiéndose en el área urbana más grande del mundo (Valencia y León, 2019).

Hong Kong ha sido conocida a lo largo de su historia como una de las regiones más prósperas de China. Luego de la guerra del opio y la ocupación británica en 1898, Hong Kong se transformó en una región capitalista, cuando el resto del país era guiado por la línea comunista. Los 99 años bajo la sombra británica hicieron de Hong Kong una región con una economía robusta, un amplio esquema comercial y unos procesos productivos y logísticos claramente establecidos, posicionándose así como la puerta de China hacia el mundo (Lin y Lin, 2017).

El 1.º de julio de 1997, el Reino Unido devolvió Hong Kong a China, y dada su importancia económica global, se decidió que continuara como una región administrativa especial de China, con autonomía política y social que define un país con dos sistemas durante los siguientes 50 años. Situada en la costa sudeste de China, la localización estratégica de Hong Kong, en el delta del río Perla y el mar de China meridional, la ha convertido en una de las ciudades más prósperas y cosmopolitas del mundo, con avances tecnológicos y de infraestructura y una alta calidad de vida (Lin y Lin, 2017).

Por su parte, Zhuhai comenzó a presentar un crecimiento económico sostenido luego de ser declarada zona económica especial. Ubicada en la costa sur de la provincia de Guangdong a orillas del río Perla en la intersección con el mar meridional de China, esta ciudad, que en el pasado no tenía

más de 100 000 habitantes, dedicados a la pesca, hoy se proyecta como una región industrializada de casi 1,6 millones de habitantes, debido a su ubicación estratégica, que la convirtió en una zona portuaria, moderna y poderosa. El desarrollo de su infraestructura y un puerto de aguas profundas hicieron de este un territorio atractivo para la inversión extranjera, siendo Hong Kong uno de los mayores inversionistas (Zhu, Lin, Meng, Liu y Lin, 2019).

Finalmente, Macao, el tercer socio de este gran proyecto de infraestructura, también se define como una región administrativa especial y es considerado la última colonia europea en Asia, luego de que Portugal la devolviera a China a finales de 1999. En este sentido, luego de 442 años de hegemonía portuguesa, Macao hoy es conocida, de acuerdo con el Banco Mundial, como una de las regiones más ricas del mundo, con una alta esperanza y calidad de vida. Las principales fuentes de ingresos de Macao han sido, a lo largo de su historia, los juegos de azar y el turismo, y desde hace un poco más de tres décadas, el fortalecimiento de sus esquemas de producción. Estas son las tres ciudades chinas que le han apostado a desarrollar uno de los más grandes proyectos de infraestructura de la historia: el puente Hong Kong-Zhuhai-Macao (Valencia y León, 2019).

3. El proyecto del puente Hong Kong-Zhuhai-Macao

El exponencial crecimiento económico de China y la necesidad de crear sistemas de transporte y conexión más eficientes llevaron a gobiernos regionales del gigante asiático a diseñar propuestas de inversión para la ejecución de enormes proyectos de infraestructura y, de esta manera, mejorar los procesos de logística y distribución de los productos fabricados. Es así como los gobiernos de Hong Kong, Zhuhai y Macao se unen para construir un enorme puente que conecte las tres ciudades, generando un alto impacto económico, social y ambiental en la región. El proyecto contemplaba la construcción de dos islas artificiales y la alteración del ecosistema marítimo de la zona, lo cual en principio fue fuertemente criticado por las entidades ambientales, que presionaron para que se incluyeran medidas de contingencia que mitigarían el impacto en el entorno. Luego de casi 5 años de negociación, los trabajos iniciaron el 15 de diciembre de 2009 y la inauguración del puente se realizó el 23 de octubre de 2018.

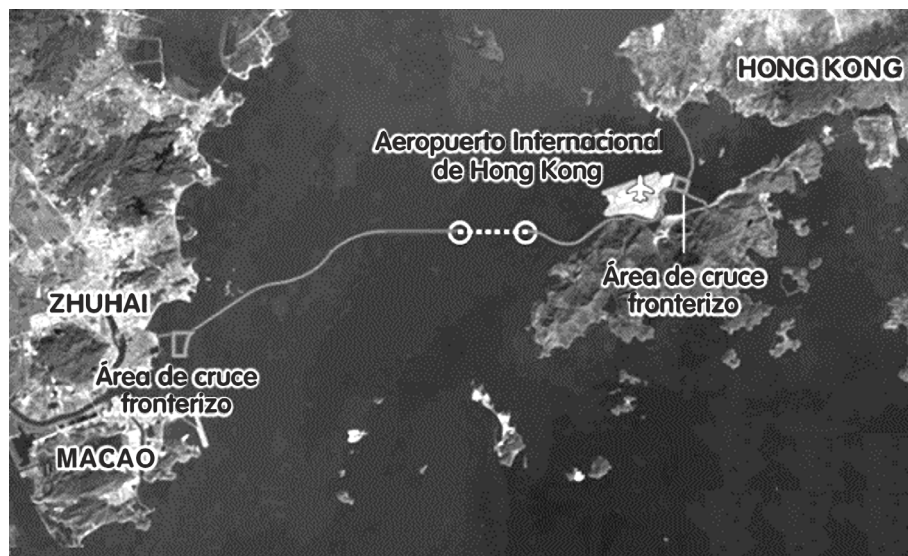
4. Etapa de inicio

El proyecto Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge (HZMB) inicia en septiembre de 2002, mes en el que se llevó a cabo la tercera reunión de conferencia continental, donde se estableció llevar a cabo un estudio conjunto sobre la relación de transporte entre Hong Kong y Pearl River West.

Para el año 2003, la Comisión Nacional de Desarrollo y el Gobierno de la región administrativa especial de Hong Kong encargaron al Instituto de Transporte Integral llevar a cabo los estudios preliminares del proyecto. Este estudio se denominó «Enlace de transporte entre Hong Kong y Pearl River West». Los resultados fueron entregados en julio de 2003. En este informe de resultados se plantearon las expectativas de las partes involucradas y se describieron los posibles beneficios para las tres ciudades, en caso de que aceptaran el reto de ejecutar este proyecto (Transport and Housing Bureau, 2008):

1. Promover el desarrollo socioeconómico de la región oeste del río Perla. En este sentido, se esperaba reforzar el estatus de Hong Kong como un centro internacional de logística y distribución, además de promover el desarrollo de la industria turística por medio del perfeccionamiento de la red de transporte regional aéreo y terrestre.
2. Integrar nueve ciudades del sureste de China más Hong Kong y Macao, para conformar el centro económico y empresarial integrado.
3. Disminuir el tiempo de viaje entre la ciudad de Hong Kong y Macao, reduciendo el recorrido de 4 horas a 45 minutos, impactando con esto en los indicadores de eficiencia de la cadena logística.

En febrero de 2004 se llevó a cabo el estudio de factibilidad para el HZMB, a cargo del Instituto de Diseño y Planificación de Carreteras de China. Este estudio involucró variables tales como: hidrología, medio ambiente, paisaje, biodiversidad marina, protección contra impactos de barcos, proyección del tráfico, evaluación de velocidad del viento, evaluación del riesgo, impacto económico y social, análisis de interesados y viabilidad financiera (HZMB, 2019).

Figura 2. Dimensión del recorrido del proyecto

Fuente. Google Maps.

En abril de 2005 se realizó una reunión con el panel de expertos en los aspectos técnicos del proyecto, para conocer los elementos que compondrían los distintos entregables propuestos para el HZMB. A este encuentro asistieron los representantes de las tres ciudades —Hong Kong, Zhuhai y Macao— y se aprovechó para alinear de manera correcta todos los componentes del proyecto, como vías, túnel interoceánico y especificaciones del puente. Al final del encuentro, el Advance Work Coordination Group (AWCG), comité creado para la gestión de los trabajos, aprobó, mediante un acta, las decisiones acordadas por las partes (Cheng, 2009).

No fue sino hasta el 28 de febrero de 2008 cuando los tres gobiernos acordaron que serían, cada uno de manera autónoma, los responsables de la construcción y operación de las instalaciones de cruce de límites y las carreteras que se desarrollarían como enlace al puente (HZMB) dentro de su propio territorio. Así mismo, de acuerdo con esta opción de construcción, el cuerpo principal del puente proveería una plataforma de doble calzada de 296 km, además de un túnel sumergido de aproximadamente 6,7 km, lo cual permitiría a los vehículos alcanzar una velocidad promedio de 100 km por hora. Este túnel tendría conexión al oeste con la isla artificial Gongbei y al este con la isla artificial Tonggu. De igual manera, el túnel, por el lado oeste, tendría comunicación a través de los principales canales de navegación como Lingding, Qingzhou, Jiuzhou y Jianghai (Transport and Housing Bureau, 2008).

En enero de 2009, el AWCG abrió la licitación para escoger el banco principal que proporcionaría la financiación del proyecto. Dicha licitación fue planeada y ejecutada por los gobiernos de Hong Kong, Macao y Zhuhai. En el mes de marzo de 2009 se escogió al Banco de China como el principal ente de financiamiento y, de esta manera, se dio vía libre a la conformación de un consorcio de obra pública para la ejecución del proyecto. Se acordó que el banco proporcionaría recursos por un total de 3000 millones de dólares americanos, lo cual no necesariamente implicaba la cobertura total del costo del proyecto (Cheng, 2009).

5. Etapa de planeación

El proyecto fue ejecutado por distintas empresas contratistas, que tenían a su cargo el diseño y la ejecución de las obras, con entregables definidos, como el análisis de las condiciones geológicas, los diseños de ingeniería, la investigación, el desarrollo y la construcción de las distintas instalaciones que componían el proyecto. Este completó más de 240 estudios temáticos específicos y recibió 540 patentes. Después de 6 años y medio de construcción, la instalación exitosa de la última junta de cierre del puente, el 2 de mayo de 2017, marcó la conexión completa del túnel submarino (Lin y Lin, 2017).

Dentro de las especificaciones del proyecto se contemplaba:

- La fabricación y el transporte de más de 400 000 toneladas de acero inoxidable dúplex. Por la cantidad de material requerido, se dispuso que todo el acero fuera fabricado en China, lo cual obligó al Gobierno a generar políticas públicas de fortalecimiento de esta industria.
- Se contempló en los diseños de ingeniería que el puente debía soportar los tifones y el repetido golpe marino, dadas las fuertes corrientes de aire y las altas mareas que podrían llegar a debilitar la estructura.
- La vida útil del puente se proyectó cercana a los 120 años desde su instalación, proveyendo mantenimiento continuo y utilizando materiales robustos de alta calidad en su construcción.
- Dada la longitud del puente, se estimó que se necesitaría una red eléctrica independiente que alimentara la iluminación y los equipos de seguridad e inteligencia. Así las cosas, se dispuso la utilización de un sistema híbrido que incluiría una enorme celda solar.

- Adicionalmente, en los diseños se incluyó un túnel submarino, de 6,7 km de largo. Esto, con el fin de no afectar el tráfico marítimo en la región. De esta manera, se integraron las necesidades de la comunidad con el objetivo de proyecto: mejorar el transporte y la comercialización de productos fabricados en la región.
- De igual manera, se proyectó una plataforma para el puente de 55 km de largo, que en su recorrido conectaría las tres ciudades: Hong Kong, Zhuhai y Macao. Así mismo, se construirían cuatro islas artificiales y el túnel submarino. La estructura debería soportar tifones de categoría 16 y terremotos de magnitud 8 en la escala de Richter.
- Las exigencias medioambientales fueron altas. Dado que la obra coincidía con una reserva natural de delfines rosados, se exigió a las empresas contratistas procesos de innovación continua sobre las técnicas de construcción. No era factible el uso de martillos mecánicos diésel o la perforación directa sobre el lecho marino.
- Desde el punto de vista arquitectónico, se dispuso que el diseño del viaducto debía conservar una curva armónica con el paisaje en el que iba a ser construido, manteniendo la estética natural.
- Las placas de acero se construirían en las islas cercanas al recorrido del puente y se transportarían en barco a su destino final, para ser instaladas por medio de grúas hidráulicas.
- Dado que la parte que conecta con Hong Kong limitaría con el aeropuerto internacional, debería adaptarse a las limitaciones geográficas y topográficas del lugar, por lo cual se deben construir el tramo de carretera, el túnel y los puentes auxiliares necesarios para la conexión.
- Para el tránsito de materiales de las obras cercanas a Hong Kong se dispuso la construcción de una isla artificial temporal que facilitara esta actividad y disminuyera la probabilidad de interferir con el tráfico aéreo y marítimo.
- Los pilotes de soporte de las islas artificiales se construirían por medio de una técnica moderna de anclado de tubos de acero en el lecho marino.

En lo referente al costo del proyecto, inicialmente se presupuestaron 16 000 millones de dólares, pero la poca estabilidad del suelo marino y las condiciones meteorológicas ocasionaron sobrecostos por 20 000 millones de

dólares y a su vez un retraso en la ejecución de las obras. Se esperaba que el puente se inaugurara en 2016, pero su inauguración fue en octubre de 2018 (HZMB, 2019).

Se tenía previsto que durante su construcción se contrataran 300 barcos para facilitar el transporte de material, además de los más de 14 000 trabajadores que prestarían sus servicios en la obra. En lo que respecta a los sistemas de seguridad que se instalarían en el puente, se había contemplado la opción de integrar cámaras enlazadas con la policía de Macao y Hong Kong, que permitieran monitorear en tiempo real el avance de la obra (HZMB, 2019).

Por la magnitud del proyecto, se acordó abrir las licitaciones por área de construcción, de esta manera se garantizó que la obra fuera ejecutada por las empresas que cumplieran con todos los requisitos exigidos por el comité de gestión. Dentro de las empresas participantes se resalta que:

- La compañía ARUP proporcionaría una amplia gama de servicios, desde el diseño preliminar hasta soluciones de recuperación y mitigación de impactos ambientales.
- HONG KONG LINK ROAD llevaría a cabo el estudio de viabilidad y los viaductos del sistema.
- La empresa JIUZHOU entregaría el diseño detallado de las torres tipo vela.

Entre todas las actividades planeadas, este megaproyecto se dividió en cuatro grandes subproyectos, de acuerdo con los entregables esperados:

- Entregable 1: estudios preliminares, planeación y diseño de obra. Llevada a cabo entre los años 2010 y 2012.
- Entregable 2: puente principal. Llevada a cabo entre los años 2012 y 2018.
- Entregable 3: el Hong Kong Link Road, que conecta el puente con la ciudad de Hong Kong. Llevada a cabo entre los años 2013 y 2016.
- Entregable 4: el túnel submarino. Llevada a cabo entre los años 2014 y 2017.

A continuación, se presenta la planeación general del proyecto, de acuerdo con los entregables dispuestos.

Tabla 1. Planeación general del proyecto

	Entregable	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Estudios preliminares y diseños									
2	El Hong Kong Link Road									
3	El túnel submarino									
4	Puente principal									

Fuente. Construcción propia a partir de las fuentes consultadas.

6. Etapa de ejecución

La construcción del proyecto empezó en 2009, pero se vio afectada por retrasos y preocupaciones relacionados con la seguridad. En repetidas ocasiones sobrepasó el presupuesto asignado y llegó a alcanzar un costo total de 20 000 millones de dólares. Se realizaron varios ajustes en el diseño original y la construcción de este proyecto, basados en una filosofía de mejora e integración, estandarización y prefabricación (Zhu, Lin, Meng, Liu y Lin, 2019).

A continuación, se describe la evolución de cada uno de los tres principales entregables dispuestos y las características del resultado final logrado (HZMB, 2019).

6.1 Puente principal

Se construyó, con distintos ajustes en el diseño inicial, un viaducto vehicular de tres carriles, con una longitud total de 55 km, de los cuales 28 km corresponden al puente principal, 22 km al viaducto marítimo de aproximadamente 20 km y una sección de túnel de aproximadamente 7 km. La sección de viaducto principal consta de tres puentes atirantados: Qingzhou Channel Bridge, Jianghai Channel Bridge y Jiuzhou Channel Bridge.

Para minimizar la perturbación de la vida marina y garantizar la calidad de las obras, se adoptaron ampliamente en el proyecto técnicas de prefabricación. Se fabricaron tapas de pilotes, cubiertas de puentes de acero y torres de acero fuera del sitio, y se transportaron al lugar de construcción para su montaje.

Toda la estructura del puente fue fabricada en acero. Se adoptó el método de montaje integral por medio de pernos, con el fin de reducir el trabajo de

soldadura en el sitio y mejorar la calidad de los acabados y la seguridad durante la construcción. A lo largo del montaje de las torres se presentaron muchos desafíos asociados con la condición climática de la región, como estaba planeado. Se realizaron pruebas de resistencia para garantizar la seguridad y la calidad de los trabajos antes del ensamblaje de las torres de acero. Se utilizaron 420 000 toneladas de acero para las cubiertas de los distintos tramos del puente. El área total de la cubierta del puente alcanza los 700 000 metros cuadrados, lo que equivale a aproximadamente 98 campos de fútbol. El trabajo de pavimentación fue enorme, se utilizaron alrededor de 100 000 toneladas de concreto bajo una mezcla especial que mejora la resistencia del material.

6.2 Túnel submarino

Para la construcción del túnel submarino que conecta con el puente se utilizó un tubo de acero de aproximadamente 180 metros de largo, 38 metros de ancho y 11 metros de alto, con un peso de 80 000 toneladas. El área de superficie superior de la sección del túnel es de aproximadamente 7500 metros cuadrados, casi del tamaño de un campo de fútbol estándar. Los segmentos del túnel fueron prefabricados en el patio de prefabricación en la isla de Guishan y transportados por remolcadores al sitio de construcción para colocarlos en su posición final.

Como el peso de la conexión final es cercano a las 6000 toneladas, el contratista utilizó la barcaza de elevación más grande del mundo para erigir e instalar la conexión final. Durante la construcción, el contratista se enfrentó a dificultades como la restricción de altura del aeropuerto, la inestabilidad de la corriente de agua, el trabajo en aguas profundas y la estrecha tolerancia de error para la conexión —cerca a los 25 mm—. Los trabajadores fueron desplegados para realizar trabajos de soldadura y lechada dentro de los segmentos del túnel inmediatamente después de que estos hubieran sido conectados.

6.3 Hong Kong Link Road

Para conectar el puerto de Hong Kong con el puente, se diseñó una autovía de 3 carriles, con aproximadamente 12 kilómetros. Comprende viaductos terrestres y marinos de aproximadamente 9,4 km de longitud, un túnel de 1 km y un tramo de carretera de 1,6 km. Teniendo en cuenta las complejas condiciones del sitio, el contratista tuvo que fabricar alrededor de 5700 segmentos de cubierta prefabricada de gran tamaño en un tiempo récord de

n.º	Milestone Main Bridge-Hong Kong-Macao Bridge Hong Kong Road MZMB	Año														
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018				
16	Firma de la carta de seguridad con consultores y contratistas.															
17	Finalización de la estructura del viaducto terrestre de 1,8 km de largo el 4 de agosto de 2016.															
18	Remate del edificio de ventilación en WEST PORTAL.															
19	Avance del túnel Scenic Hill: ambas secciones de minería debajo de la carretera del aeropuerto y la sección de elevación de cajas.															
20	Scenic Hill Tunnel Hong Kong se rompió el 22 de septiembre de 2016.															
21	Avance del túnel Scenic Hill Zhuhai Bound.															
22	Scenic Hill Tunnel Hong Kong se rompió el 24 de diciembre de 2016.															
23	Finalización de la fundición de todos los segmentos prefabricados de la cubierta del puente.															
24	Conexión entre el viaducto marino HKLR y el puente principal.															
25	Finalización de todos los trabajos de excavación del túnel Scenic Hill.															
26	El presidente Xi Jinping visita el puente Hong Kong-Zhuhai-Macao.															
27	Se completaron y aprobaron las pruebas de carga para el viaducto Hong Kong-Zhuhai-Macao. Todas las estructuras del puente soportan la capacidad prevista.															
28	Las obras de pavimentación e instalación de accesorios viales se completaron con éxito en septiembre de 2018.															
29	Hong Kong, Zhuhai y Macao completaron conjuntamente un simulacro de operación de tres días.															
30	Hong Kong Link Road comenzó a funcionar el 24 de octubre de 2018.															

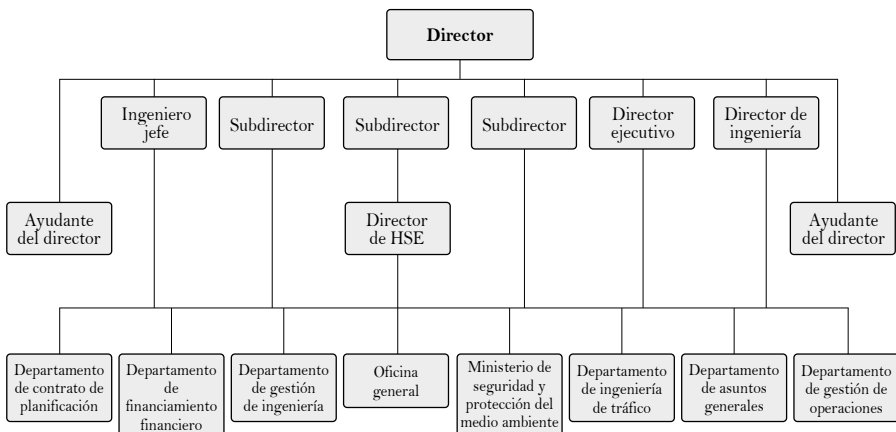
Fuente. Construcción propia a partir de las fuentes consultadas.

7. Etapa de control

Para garantizar el seguimiento y control del proyecto, las autoridades gubernamentales de las ciudades de Hong Kong, Zhuhai y Macao diseñaron una estructura de tres niveles con un ente de control definido (2010):

- Nivel 1 - Grupo de trabajo del puente: liderado por la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, los departamentos estatales pertinentes y los tres gobiernos de Zhuhai, Hong Kong y Macao.
- Nivel 2 - Comité de trabajo conjunto de los tres lugares: establecido conjuntamente por los gobiernos de Zhuhai, Hong Kong y Macao. El Gobierno Popular Provincial de Zhuhai, como coordinador, principalmente coordinó los asuntos relacionados con la persona jurídica del proyecto.
- Nivel 3 - Personería jurídica del proyecto: se encarga ante todo de la organización y la coordinación del avance de la obra.

Figura 3. Estructura de control del proyecto



Fuente. Construcción propia a partir de los autores consultados.

De otra parte, con el fin de cumplir los objetivos de calidad y seguridad del puente, el Ministerio de Transporte incorporó al proyecto un grupo de expertos técnicos para realizar las labores de interventoría de obra. Así mismo, creó la autoridad del puente Hong Kong-Zhuhai-Macao, un organismo conformado por los tres gobiernos con el fin de velar por la ejecución adecuada del proyecto.

8. Etapa de cierre

Finalmente, en el año 2018 se inauguró el puente Hong Kong-Zhuhai-Macao. La construcción se extiende por más 55 kilómetros por el delta del río Perla, en donde el viaje terrestre duraba alrededor de unas 4 horas y ahora el nuevo puente permite hacer el recorrido en tan solo 30 minutos. De extremo a extremo, incluyendo sus tres vías de enlace, el puente es unas 20 veces más largo que el Golden Gate de San Francisco (BBC, 2018).

La estructura fue diseñada a prueba de terremotos y puede resistir la temporada de tifones que suele azotar a la región, y que provoca el choque de barcos. El puente permite que las embarcaciones continúen pasando por el estuario, ya que este se sumerge por debajo del agua en un tramo de 6,7 kilómetros, a través de dos islas artificiales. El proyecto también cruza la trayectoria de vuelo de las aeronaves que salen del Aeropuerto Internacional de Hong Kong, lo cual significó una estricta limitación de altura. El HZMB ha mejorado las condiciones del tráfico en los lados este y oeste de la costa del estuario del río Perla, y ha fortalecido la comunicación, el transporte y la integración económica de las tres regiones (Zhu, Lin, Meng, Liu y Lin, 2019).

9. Conclusión

Dado su tamaño, la tecnología utilizada, la innovación en estándares de construcción, el bajo impacto ambiental y el gran impacto económico y social generado en la región, se puede catalogar este proyecto exitoso. A pesar de que presentó retrasos en su ejecución y sobrecostos, cumple con el objetivo para el cual fue construido: integrar tres de las más importantes ciudades de China, fortaleciendo el mercado internacional a través de la comercialización de sus productos.

A su vez, el proyecto se constituye en un hito de la ingeniería, debido a la incorporación de novedosas técnicas de construcción que se han convertido en referentes mundiales para desarrollar proyectos de este tamaño y naturaleza. Enfrentar los desafíos con innovación, generando bajo impacto negativo en el entorno, es un claro ejemplo de la ingeniería civil, siendo este el primer paso para formar el centro económico integrado de China.

En cuanto a su diseño, el puente Hong Kong-Zhuhai-Macao logra cumplir con todas las expectativas de los interesados y con su propósito de enorgullecer al pueblo chino. Además, dada su estética, se confunde con el paisaje y logra transformarse en una obra de arte desde la óptica de los megaproyectos.

Desde el punto de vista de la mejora de la calidad de vida, el proyecto también cumple todas las expectativas. La disminución en los tiempos de desplazamiento entre ciudades es uno de los indicadores. Otro, quizás, es el aumento del empleo en la región debido al incremento de la producción y de la exportación de bienes, de lo que se deriva un mayor poder adquisitivo de sus residentes. De otra parte, el fortalecimiento de la industria del turismo también aporta a la mejora de la calidad de vida de las tres ciudades.

Finalmente, este es un proyecto ejemplar, en el cual la ingeniería se destaca para generar valor a todas las partes interesadas, mejorando el índice de competitividad de una región.

10. Preguntas de análisis

¿Considera que fue un proyecto exitoso? ¿Sí, no, por qué?

¿Cuáles serían para usted los indicadores de éxito de este proyecto?

¿Considera que un proyecto de esta naturaleza logra mejorar y evolucionar las buenas prácticas de ingeniería?

¿Qué estrategias de acción implementaría para la gestión de un megaproyecto?

Escriba 10 lecciones que nos deja el proyecto.

11. Bibliografía

5 cifras del espectacular puente Hong Kong-Zhuhai-Macao, el más largo del mundo sobre el mar. (22 de octubre de 2018). *BBC*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-45943054>

Balderrama, R. (2018). El proyecto “Hecho en China 2025”: impulso del Estado hacia la transformación industrial con alcance global. *ReVista. Harvard Review of Latin America, fall*. Recuperado de <https://archive.revista.drclas.harvard.edu/book/el-proyecto-%E2%80%99Checho-en-chi->

na-2025%E2%80%9D-impulso-del-estado-hacia-la-transformaci%C3%B3n-industrial

CEPAL. (2010). *La República Popular China y América Latina y el Caribe: hacia una relación estratégica*. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/2956>

CEPAL. (2018). *Comercio e inversiones: la relación de Centroamérica y China ¿Hacia una relación estratégica en el largo plazo?* Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44200/1/S1801019_es.pdf

Fondo Monetario Internacional. (2019). *Informes de Perspectivas de la Economía Mundial*. Recuperado de <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2019/07/18/WEOupdateJuly2019>

HZMB. (2019). *Hong Kong - Zhuhai - Macao Bridge*. Recuperado de <http://www.hzmb.hk/eng/index.html>

Li, M., Yong, Y., Xijun, H. y Wendan, L. (2019). Physical model study for effects of the Hong Kong–Zhuhai–Macao Bridge on harbors and channels in Lingdingyang Bay of the Pearl River Estuary. *Ocean & Coastal Management*, 76-86.

Lin, M. y Lin, W. (2017). The Hong Kong–Zhuhai–Macao Island and Tunnel Project. *Engineering*, 783-784.

OCDE. (2019). *Estudio Económico de China*.

OCDE. (2019). *Where is China headed? Five key insights from the 2019 OECD Economic Survey of China*. Recuperado de <https://oecdoscope.blog/2019/04/16/where-is-china-headed-five-key-insights-from-the-2019-oecd-economic-survey-of-china/>

Pearson, J. (2019). *China*. Boston: Salem Press Encyclopedia.

Pumin, Y. (2010). A Historic Link. *Beijing Review*, 26-27.

The World Bank. (2019). *Promover la innovación y la competencia en el mercado son clave para el crecimiento futuro de China*. Recuperado de <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2019/09/17/promoting-innovation-and-market-competition-are-key-to-chinas-future-growth>

- Valencia, S. y León, R. (2019). Infraestructura y competitividad en la Iniciativa de la Franja y la Ruta: implicaciones geoeconómicas en el caso del puente HZM. *Razón Crítica*, 82-110.
- World Economic Forum. (2019). *China en números: diez hechos que ayudan a entender la superpotencia hoy*. Recuperado de <https://es.weforum.org/agenda/2019/07/china-en-numeros-diez-hechos-que-ayudan-a-entender-la-superpotencia-hoy/>
- Zhu, Y., Lin, M., Meng, F., Liu, X. y Lin, W. (2019). The Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge. *Engineering*, 10-14.

El túnel de La Línea: el proyecto de cruce de la cordillera Central

Yeny Paola Rodríguez Marrugo

Óscar Cadena Rojas

Nelson Antonio Moreno-Monsalve

El avance y la modernización de la infraestructura vial en los países se ven reflejados en la disminución de la pobreza, el fortalecimiento de la economía y el desarrollo humano, afectando positivamente la competitividad en la producción de bienes y servicios. Para Rozas: «La adecuada disponibilidad de obras de infraestructura, así como la prestación eficiente de servicios conexos, contribuyen a que un país o región pueda desarrollar ventajas competitivas y alcanzar un mayor grado de especialización productiva» (2004, p. 5). Esta afirmación se convierte en una de las razones por las cuales los proyectos de infraestructura, al igual que todos los proyectos, deben cumplir a cabalidad el proyecto tal como lo define el Project Management Institute (PMI): «Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único» (2017, p. 4).

La no ejecución de un proyecto, su ejecución parcial, intemporal o las desviaciones de este frente a lo esperado llevan implícita la presencia de malas prácticas en la ejecución de los proyectos; con resultados no solo no deseados, sino, en ocasiones, catastróficos. Tal es el caso del proyecto de infraestructura Cruce de la Cordillera Central, y en especial el tramo túnel de La Línea, el cual ha causado enormes pérdidas económicas, ambientales y sociales.

En el presente trabajo hemos tomado el tramo túnel de La Línea, que hace parte del Proyecto Cruce de la Cordillera Central, como unidad de análisis mediante la cual pretendemos hacer nuestra aportación en la construcción de conocimiento, lo cual no es tarea fácil, mucho menos lo es el diseño de estrategias para la transmisión de este; estas entrañan un cúmulo de diferentes métodos, técnicas e instrumentos que permitan su apropiación. El método del caso es una técnica que entraña tanta versatilidad como abordajes, según el enfoque y método empleados por el investigador. En consonancia con lo anterior, Díaz de Salas *et al.* (2011) plantean el método del caso «como herramienta educativa que entraña una gran dosis de creatividad en el diseño, desarrollo y evaluación de su gestión del conocimiento».

El método del caso constituye una importante herramienta educativa en el proceso de enseñanza aprendizaje; es un referente para la academia y la industria en el análisis de situaciones complejas a fin de realizar abstracciones conceptuales aplicables tanto a la generación de conocimiento como a la mejora de la praxis en los distintos campos del saber. De manera sistemática ha sido utilizada en el proceso educativo, ya que proporciona situaciones reales o empíricas a través de las cuales se puede contrastar la aplicabilidad de un conocimiento previo o aportar, mediante el análisis del caso en cuestión, a la elaboración de un nuevo constructo educativo. Aportar al conocimiento en la

identificación de las malas prácticas en la gestión de proyectos, mediante la metodología del estudio de casos en el túnel de La Línea, constituye el alcance primario del presente trabajo.

1. Importancia del caso de estudio

El Foro Económico Mundial en su Reporte Global de Competitividad 2019, a través de 12 pilares, evaluó el progreso en términos de productividad de 141 naciones. Entre los pilares estudiados se encuentra el denominado «Infraestructura», el cual arroja que en su categoría «Infraestructura de Transporte» Colombia ocupa el puesto 92/141. La situación desmejora al observar los indicadores conectividad vial y calidad de infraestructura vial, donde ocupa los puestos 97/141 y 104/141, respectivamente. Al revisar el estado actual de los proyectos de infraestructura vial en Colombia, se encontró que la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y el Instituto Nacional de Vías (Invías) establecieron 10 obras que impactaran la conectividad vial de Colombia — véase figura 1—.

Al constatar las fechas inicialmente pactadas en los contratos para entrega de cada uno de estos proyectos, se evidenció que todos han presentado retrasos en sus cronogramas y algunos de ellos ya superaron varias ampliaciones de plazos. Con el fin de elegir el caso de estudio que permitiera identificar las malas prácticas de la gestión de proyectos, se tomó como regla básica lo considerado por Eisenhardt (1989), Pettigrew (1990) y Meredith (1998), que establecieron que si el fenómeno a estudiar se encuentra contenido en pocos casos, es necesario elegir el que sea transparentemente observable, como aquellos en los que existen situaciones extremas, incidentes críticos y dramas sociales. Al analizar lo expuesto se identificó que los proyectos IP-Chirajara Villavicencio y Cruce de la Cordillera Central cumplían con las cuatro condiciones antes mencionadas; los autores seleccionaron el proyecto Cruce de la Cordillera Central, y en especial la construcción del tramo IV, denominado «túnel de La Línea», por impactar uno de los ejes más importantes de comercio exterior del país, que comunica el puerto de Buenaventura —región Pacífica— con la región Central.

Según el Departamento Nacional de Planeación (2000), el túnel de La Línea del Proyecto Cruce de la Cordillera Central se localiza en la zona intermedia entre los municipios de Calarcá —Quindío— y Cajamarca —Tolima—, atravesando la cordillera Central, que conforma la troncal Bogotá-Buenaventura

en el tramo Ibagué-Armenia, cruce de la cordillera Central. De acuerdo con cifras de la Superintendencia de Puerto y Transporte (2019), y el cálculo realizado por los autores, el Puerto Marítimo de Buenaventura ocupa el segundo puesto nacional en movimiento de carga, al transportar el 16,06 % de la carga total del país —exportaciones e importaciones—.

El proyecto Cruce de la Cordillera Central tendrá una longitud de 503 km, aproximadamente, en doble calzada, y, de acuerdo con Invías (2019), estará conformado por 23 túneles cortos, 3 intercambiadores viales, 31 viaductos y 30 kilómetros de segunda calzada entre Cajamarca y Calarcá.

Figura. 1. Obras que impactarán la conectividad de Colombia



Fuente. ANI – Invías.

2. Historia del túnel de La Línea

En 1902, durante la candidatura del presidente colombiano Manuel Murillo Toro, se le brindó apoyo al ingeniero Luciano Batlle, de la compañía The Colombian National Railway Co., para que propusiera la mejor ruta de conexión del oriente con el occidente de la cordillera Central, antes llamada «Andes de Quindío», con el fin de implementar el ferrocarril como transporte masivo por tierra. El ingeniero en mención propuso tres rutas: la ruta de Guanacas —por La Plata—, la ruta de Chinche — por el entonces paso

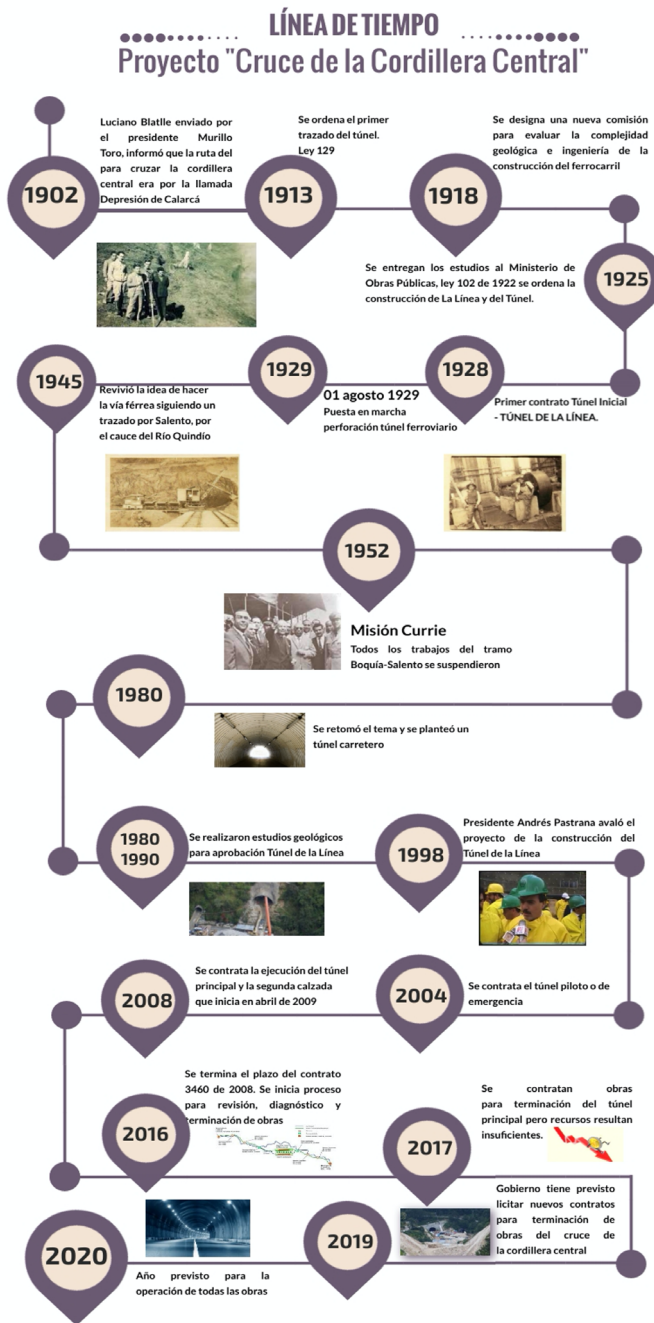
del Cauca-Tolima— y la ruta Camino del Quindío —municipios de Salento (Quindío) y Toche (Tolima)—, siendo esta última la más estratégica por las caravanas de mulas y arrieros que conectaban las mercancías europeas y de los comerciantes locales con los puertos del Pacífico y Caribe colombiano (Suescún Casallas, 2017).

El Congreso de la República, durante el año 1913, designa una segunda comisión liderada por los ingenieros Aquilino Aparicio, Pablo Emilio Lucio, Julio y Gabino Fajardo, donde se ordena el primer trazado del túnel del ferrocarril desde las poblaciones de Tolima hasta Armenia (Suescún Casallas, 2017). Sin embargo, la Primera Guerra Mundial 1914 detuvo el avance ingenieril hasta 1918, cuando esta culminó. En 1918, como lo muestra la figura 2, mediante la Ley 41 se aprueba una nueva comisión para evaluar la complejidad geológica e ingenieril de la construcción del ferrocarril en la cordillera Central; sin embargo, solo fue hasta 1925 cuando se entregaron los estudios al Ministerio de Obras Públicas, el cual, mediante la Ley 102, ordena la construcción de La Línea y del túnel (Suescún Casallas, 2017).

Ese mismo año, 1925, la Compañía Estatal Régie Générale du Chemins de Fer et Travaux Publics retoma los estudios y redefine un nuevo trazado entre las ciudades de Armenia e Ibagué, construye campamentos en ambos lados de la cordillera y perfora 290 m de túnel. Más tarde estos trabajos se suspenden por orden del Gobierno. En 1928, la compañía Hitchcok & Tinkler —especialista en construcción de túneles en Estados Unidos— vuelve a proponer la construcción del túnel de La Línea y detalla la complejidad de los trabajos y la gran experiencia que se debe tener para realizar la obra, razón por la cual el Gobierno expide el aval para la perforación del túnel en 1929. La crisis económica de ese año detuvo las obras y el presidente la época, Enrique Olaya Herrera, puso al servicio la carretera Ibagué-Armenia, construida paralelamente durante las obras del ferrocarril del Quindío (Suescún Casallas, 2017).

Durante la década de 1930 el país construyó 2238 km de carreteras y 1781 km de redes ferroviarias, que se deterioraron por el poco mantenimiento y las condiciones topográficas y climáticas del país. Por tal razón, durante 1945, mediante la Ley 26 de 1945, renace el proyecto de construcción del ferrocarril del Quindío, pero bajo la orden del presidente Alfonso López Pumarejo se cambia el trazado del túnel por la depresión de Toche y no por la depresión de Calarcá, denominado ahora el túnel de La Lora o de Tohecito. Esto desencadenó un movimiento cívico en la población de Calarcá por el aislamiento de esta en el trazado (Suescún Casallas, 2017).

Figura 2. Línea de tiempo. Proyecto Cruce de la Cordillera Central



Fuente. Elaboración propia con imágenes del archivo histórico de la Biblioteca Nacional.

En 1952, por imposición de la Misión Currie, todos los trabajos del tramo Boquía-Salento se suspendieron, aunque alcanzaron a construir 8 km y a abrir una gran parte de la perforación del gran túnel en jurisdicción de Calarcá (Suárez Peña, 2016). La misma misión sugirió más proyectos carreteros, con la justificación de que Colombia tendría un mejor desarrollo en las regiones y no aumentaría más la deuda con los Estados Unidos (Suescún Casallas, 2017). Luego se construyó la vía que aún se utiliza hoy día y en 1980 se retomó el tema y se planteó la necesidad de un túnel carretero —véase figura 2—. En los años siguientes avanzaron los estudios geológicos y se detectó la necesidad de un túnel de unos 8 o 9 km. Finalmente, la luz verde para el proyecto la dio el Gobierno en noviembre de 1998 (Hernandez, 2000).

3. Estructuración del proyecto

De acuerdo con la Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011), el proyecto Cruce de la Cordillera Central se encuentra localizado en el corredor Cúcuta-Bogotá-Buenaventura, estructurado en 9 tramos, con una longitud aproximada de 809 km en doble calzada, así:

Tramo I: Buenaventura-Buga

Tramo II: Buga-La Paila

Tramo III: La Paila-Armenia-Calarcá

Tramo IV: Calarcá-Cajamarca —integra al túnel de La Línea—

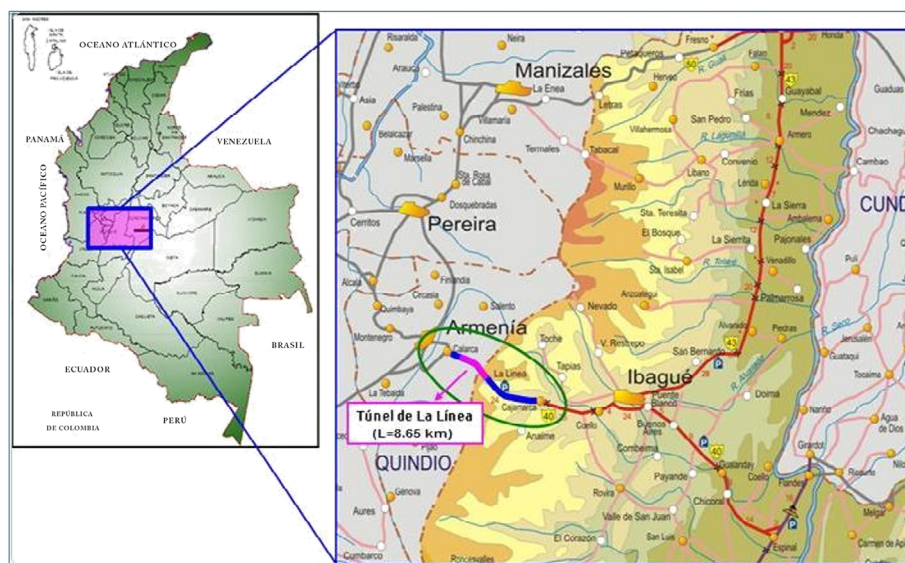
Tramo V: Cajamarca-Ibagué-Girardot

Tramo VI: Girardot-Bogotá.

Tramo VII: Bogotá-Bucaramanga

Tramo VIII: Pamplona-Cúcuta

Tramo IX: Cúcuta-Puerto Santander

Figura 3. Localización proyecto Túnel de La Línea

Fuente. Invías (2020).

La planeación del proyecto se estructuró 2 etapas:

Etapas I. Fase I: construcciones del túnel piloto y acceso al Portal del Quindío; fase II: construcciones del túnel principal unidireccional sentido Bogotá-Buenaventura —túnel II centenario— y doble calzada Calarcá-Américas y Bermellón-Cajamarca.

Etapas II. Fase III: ampliación del túnel piloto a túnel definitivo unidireccional sentido Buenaventura-Bogotá.

En 1998, según el Departamento Nacional de Planeación (2009), el Invías contrató al Consorcio La Línea el estudio del «Cruce de la Cordillera Central», cuyos resultados se presentaron en el año 2000 y contemplaron varias alternativas, de las cuales se seleccionaron las etapas antes mencionadas. Este estudio dio vida al CONPES 3084 de 2000, que autorizó a la nación a contratar créditos externos hasta por 218 millones de dólares para financiar el proyecto Túnel de La Línea del tramo IV, objeto de estudio y el cual se estimaba que tenía un costo de 222 millones de dólares. El CONPES en mención, de acuerdo con información presentada por el Consorcio La Línea, describió 2 alternativas de construcción —véase tabla 1—, en las cuales se estimaron los beneficios y se compararon con los costos, seleccionando la

alternativa «A» con una relación beneficio-costo de 1,33 por encima de la alternativa «B», de 0,99 —véase tabla 2—.

Tabla 1. Alternativas de construcción

Alternativa «A»	Alternativa «B»
Túnel principal para tránsito en dos direcciones	Dos túneles gemelos paralelos, cada uno para tránsito en una dirección
Túnel de rescate paralelo al principal	N. A.
Sistema de ventilación transversal	Sistema de ventilación longitudinal
Dos cavernas de ventilación y dos pozos de ventilación	Dos cavernas de ventilación y dos pozos de ventilación
Relación B/C=1,33	Relación B/C=0,99

Fuente. Cámara Colombiana de Infraestructura (2011).

Tabla 2. Beneficios y costos del proyecto

Concepto	Escenario 0 – Escenario «A»	Escenario 0 – Escenario «B»
Inversión y reposición	(143.035)	(200.017)
Operación y mantenimiento rutinario	(12.110)	(9.539)
Incendios	(325)	(91)
Operación vehicular	181.614	181.614
Tiempo de viaje	21.811	23.297
Accidentes	3.505	3.774
Costos —diferencias <0—	(155.470)	(209.648)
Beneficios —diferencias >0—	206.470	208.685
Relación beneficio-costo	1,33	0,99

Fuente. CONPES 3034.

Sin embargo, en el mandato del presidente Andrés Pastrana Arango —1998-2002— la licitación fue declarada 2 veces desierta, mientras que en el de Álvaro Uribe Vélez —2002-2010— hubo una ausencia de oferentes (*El País*, 2011): ninguno de los cinco proponentes que adquirieron los pliegos de condiciones — Solarte-ConConcreto, Nule, Stigma, Mario Huertas y Vergel y Castellanos— se presentó. Consideraron que el presupuesto de 611 500 millones de pesos asignado por el Gobierno para la primera fase de la obra, la construcción de un túnel y dos dobles calzadas entre Cajamarca y Calarcá, era insuficiente. Así mismo, se estudió la posibilidad de cambiar el sistema «precio global fijo» a «precios unitarios» (*El Espectador*, 2008).

Después, por la no presentación de proponentes en 3 licitaciones, el Estado decidió seleccionar la alternativa «B» de la tabla 1, estructurando la

construcción del túnel de La Línea del tramo IV en 2 etapas localizadas entre los municipios de Calarcá y Cajamarca, así:

Etapas 1 (2008-2013): construcción del primer túnel unidireccional; construcción segunda calzada Cajamarca-Bermellón; construcción segunda calzada Américas-Calarcá.

Etapas 2 (2012-2017): construcción segundo túnel unidireccional.

Factores de disponibilidad presupuestal y reformas de la Ley 80 fueron analizados, es así como el Invías y el Ministerio de Transporte incluyeron la construcción de dos túneles unidireccionales con segundas calzadas, lo que cambió el presupuesto del proyecto a 703 000 millones de pesos, divididos de la siguiente forma: la construcción del túnel, 420 000 millones; la doble calzada por el lado del Tolima, 104 000 millones, y la doble calza, por el lado del Quindío, 179 000 millones (*El Espectador*, 2008).

El 14 de abril de 2009 inició el contrato para construcción del túnel de La Línea con 8,5 km de longitud, 26 viaductos, 20 túneles pequeños y 18 km de doble calzada entre Cajamarca —Tolima— y Calarcá —Quindío—. El plazo previsto era de 70 meses —se debía entregar en 2015— y el presupuesto asignado a Carlos Collins y otras compañías era de 647 554 millones de pesos.

3.1 Novedades del proyecto

Posterior a la asignación del proyecto en 2009, se convocaron a la comunidad y a actores cívicos y sociales, institucionales, educativos, políticos y gubernamentales a una jornada de información sobre el Proyecto Túnel de la Línea, en la cual se explicaron los resultados encontrados y los problemas presentados en la fase I del túnel piloto.

El primer año de ejecución del proyecto —2009-2010— trajo consigo la excavación de 240 metros lineales entre el portal Tolima y el portal Quindío, en las galerías internas 1, 2 y 13 del túnel piloto hacia el túnel principal, y la generación de empleo, con 90 personas contratadas del Tolima, 114 del Quindío y 117 foráneos, para un total de 320 empleos en la etapa de ejecución del contrato. Además, la inversión de más de 4000 millones de pesos en obras de plantación y enriquecimiento forestal de 200 hectáreas, reforestación de 530 hectáreas de bosques, obras bioingenieriles y bilógico-forestales, obras de sostenimiento y regulación de caudales, educación ambiental y tratamien-

to de aguas residuales domésticas para proteger los vertimientos realizados en las cuencas de los ríos Navarco y Santo Domingo.

En el mes de julio de 2011, el ministro de Transporte junto con el director general de Invías aseguraron que, aunque los 4 hitos de la obra de acuerdo con el cronograma propuesto se encontraban al día, tal como lo certificaban los informes de la interventoría, era necesario cambiar la forma de pago que en ese momento tenía el contrato, bajo la figura de anticipo y no de pago, ya que los recursos debían ser manejados de forma conjunta con la interventoría y protegidos por una póliza de seguros.

En el mes de agosto del mismo año, fue necesaria la presencia nuevamente del director nacional de Invías y la viceministra de Infraestructura, como respuesta a los accidentes presentados en la obra que dejaron 6 obreros heridos y 2 muertos, para confirmar que el contratista cumplía con los elementos y el personal exigido contractualmente para el programa de seguridad industrial.

En 2012, la resolución 0507 del 26 de junio de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) impuso medida preventiva al contratista Unión Temporal Segundo Centenario, ordenando la suspensión inmediata de las actividades de construcción del viaducto El Salado, la excavación del túnel principal y el tramo denominado «Obras Anexas», situación que obligó al contratista a generar un plan de mitigación de daños ambientales.

En 2013, el director nacional de Invías solicitó al contratista incrementar el personal con el fin de agilizar las obras a cielo abierto de la segunda calzada entre Quindío y Tolima, para ser entregadas en el mes de diciembre de la misma anualidad; anuncio que después fue modificado con una fecha de entrega propuesta para febrero de 2014. No obstante lo anterior, se continuó con la mitigación de los daños ambientales causados.

En el mes de julio de 2014, el director nacional de Invías argumentó que, de acuerdo con los informes de la interventoría, se incumplieron varios hitos pactados en el cronograma inicial de ejecución, que sumaban entre 4 y 5 semanas, razón por la cual no sería posible la terminación de las obras en el mes de noviembre de ese año.

De acuerdo con lo anterior, en el mes de enero de 2015, Invías declaró la caducidad del contrato denominado «Estudios y diseños, gestión social, predial y ambiental, construcción y operación del proyecto Cruce de la Cordillera

Central, Túnel II Centenario - Túnel de la Línea y Segunda Calzada Calarcá-Cajamarca», el cual era ejecutado por la Unión Temporal Segundo Centenario, al informar que, debido a que el Gobierno nacional había girado el 98 % de los recursos, se haría efectiva una cláusula penal pecuniaria a favor de Invías por un valor de 60 350 384 615,07. Seguidamente se estableció un nuevo plazo para culminación del contrato, con fecha de 30 de noviembre de 2016.

En el mes de julio de 2016, el director de Veedurías Ciudadanas, después de realizar una supervisión a la obra, informó que el rendimiento de los trabajos realizados por parte de la Unión Temporal Segundo Centenario no permitiría la entrega de las obras en la segunda fecha pactada, 30 de noviembre de 2016. Más tarde, el contratista solicitó una prórroga en la fecha pactada de entrega de 3 meses; sin embargo, la veeduría del Quindío y la interventoría informaron que, como mínimo, se requeriría prolongar el contrato hasta el mes de julio de 2017.

En diciembre de 2016 y con el propósito de poner en funcionamiento el Proyecto Cruce de la Cordillera Central – Túnel de la Línea en el primer semestre de 2018, se decidió rechazar la solicitud de prórroga por parte de del contratista Unión Temporal Segundo Centenario, aduciendo que las restricciones del contrato «llave en mano» en las circunstancias del momento hacían que los recursos que tenía el contratista para culminar el 12 % faltante fueran insuficientes. De acuerdo con lo anterior, se abrió una nueva contratación con un plazo de ejecución de 12 meses, en la cual se recibirían las ofertas a inicios de 2017 y en marzo se adjudicaría el proyecto. Sin embargo, este proceso fue declarado desierto.

Los pliegos definitivos fueron modificados y hasta el mes de julio de 2017 se adjudicó al Consorcio La Línea la terminación del 12 % faltante en las obras de construcción del Túnel de la Línea y Segunda Calzada Calarcá-Cajamarca, con un monto de 224 407 millones de pesos; así mismo, al Consorcio Intertúnel, con una oferta de 8999 millones le fue adjudicada la interventoría para la culminación del proyecto en mención.

En noviembre de 2018, el director nacional de Invías anunció que, luego de los análisis patológicos elaborados a las obras, y como medida ante las deficiencias presentadas en los procesos de construcción por el incumplimiento de las normas técnicas, se abrirían nuevos procesos licitatorios por la suma de 620 000 millones de pesos. Por esta razón, se planteó un nuevo cronograma de trabajo, con finales de 2020 como fecha estimada.

A diciembre de 2019, el director nacional de Inviás informó el cumplimiento del último hito del tramo Túnel de La Línea, al quedar pendiente la pavimentación de 700 metros y la instalación de equipos electromecánicos, así como la culminación de otras obras civiles en los frentes Quindío y Tolima.

En términos generales, la construcción del túnel de La Línea del proyecto Cruce de la Cordillera Central, de acuerdo con el contrato 3460 de 2008, por un valor de 325 694 millones de pesos, incumplió su fecha de entrega —13 de febrero de 2015— y superó el monto económico pactado. A diciembre de 2019 no se ha terminado. Según Juan Martín Caicedo Ferrer, presidente de la Cámara Colombiana de Infraestructura, este proyecto, que es tan importante para el comercio exterior, el turismo y el desarrollo del país, fue mal concebido, mal planeado y mal contratado; su construcción le deja al país grandes lecciones sobre las graves consecuencias de las obras mal estructuradas (*Dinero*, 2019).

4. La mala planeación

De acuerdo con lo definido en el CONPES 3084 de 2000, modificado por el CONPES 3150 de 2001, entre los años 2001 y 2002 Inviás desarrolló tres 3 procesos licitatorios para contratar el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento del túnel de La Línea y obras anexas. Por falta de proponentes, los 3 procesos fueron declarados desiertos y argumentaron problemas para conseguir la financiación del proyecto, el alto riesgo país que el proyecto representaba, al no contar con inversores que asumieran su ejecución, además del riesgo por las condiciones geológicas del terreno. El Estado, con el fin de responder a los problemas planteados, decidió disminuir el riesgo geológico, considerando la alternativa «B» y descartando la «A», ya seleccionada. Con esta modificación la construcción del túnel de La Línea se adelantaría en 2 fases: a) construcción del túnel de rescate y b) construcción del túnel principal y sus obras anexas. Es así como nace el CONPES 3396 de 2005, con el objetivo de encargar al Ministerio de Transporte y al Inviás la ejecución de las obras anexas al túnel de La Línea, y con ello establecer una metodología que facilitara la continuación de las actividades definidas en el documento en mención, evaluar los riesgos a partir del análisis de información obtenida en la excavación del túnel piloto, sus implicaciones técnicas y económicas, y formular una estrategia para la correcta planeación y ejecución del proyecto. Más tarde se crea el CONPES 3485 de 2007, que trata sobre la importancia estratégica del proyecto Cruce de la Cordillera Central – Túnel II

Centenario —La Línea—; en él se estimó que la etapa I del proyecto Túnel de La Línea ascendería a 570 000 millones de pesos de 2007 — 270 millones de dólares— y la etapa II a 250 000 millones de pesos de ese mismo año —119 millones de dólares—.

Es así como en el mes de septiembre de 2007 se abre el nuevo proceso licitatorio SGT-GGP-092 de 2007, el cual también es declarado desierto por presupuesto deficiente. En respuesta a esto se crea el CONPES 3511 de 2008, el cual modifica el plan de inversión del CONPES 3485 de 2007 por 671 millones de pesos de 2008 para la primera etapa.

5. El cumplimiento del plazo

De acuerdo con la Cámara Colombiana de Infraestructura (2011), el 24 de diciembre de 2008 se suscribió el contrato 3460 de 2008 de objeto «Estudios y diseños, gestión social, predial y ambiental, construcción y operación del proyecto Cruce de la Cordillera Central: Túneles del II Centenario - Túnel de La Línea y Segunda Calzada Calarcá-Cajamarca» con la Unión Temporal Segundo Centenario, con un plazo de ejecución de 70 meses, que inició el 14 de abril de 2009, cuando el contratista cumplió con el lleno de requisitos solicitados para las pólizas, plazo que debía culminar el 13 de febrero de 2015.

Durante el proceso de ejecución del contrato, la Unión Temporal Segundo Centenario, justificando tropiezos por la ola invernal y la aparición de fallas geológicas no previstas, solicitó una primera prórroga de cuatro meses en marzo de 2012; tres meses en octubre de 2012; 12 meses en septiembre de 2013, y 20 meses en abril de 2015. Esta última no fue aprobada, por lo que la Nación tomó la decisión de no renovar el contrato. El nuevo plazo previsto por el Gobierno colombiano para entrega del túnel de La Línea es diciembre de 2020.

6. La ejecución presupuestal

El presupuesto asignado en el contrato inicial para la construcción del túnel de La Línea ascendía a 325 694 millones de pesos de 2008. A la fecha, las inversiones ascienden a 942 992 millones de pesos, lo que representa un incremento del 190 % sobre el valor inicial previsto.

Tabla 3. Inversiones del túnel de La Línea: L=8,6 km/ 3 carriles/Sección=100 m²/Ancho calzada 12,3 m.

Contrato	Descripción	Ejecución	Valor contratado —en millones de pesos—
Túnel de La Línea	Contrato inicial «llave en mano»	2008 a 2016	\$325.694
	Riesgo geológico	2014 a 2016	\$292.899
	Reconocimiento de revestimiento	2015	\$36.288
	Contrato 806-2017	2017 a 2018	\$160.630
	Adición contrato	2018 a 2019	\$127.481
Total			\$942.992

Fuente. Elaboración propia a partir de la información tomada de la revista *Dinero* (2019).

7. La gestión de los riesgos

7.1. Ambiental

El municipio de Calarcá abastecía su acueducto de las fuentes hídricas: río Santo Domingo y quebradas El Salado, San Rafael y Naranjal, siendo la principal fuente El Salado. En 2015 la empresa operadora del acueducto de Calarcá, llamada Multipropósito S. A. E. S. P., informó la suspensión de la captación del agua de la quebrada en mención por la contaminación de los vertimientos industriales del proyecto Túnel de La Línea sobre la quebrada La Gata, afluente de El Salado y de San Rafael.

7.2. Legal

De acuerdo con Sepúlveda (2014), en busca de evitar la vulneración de los derechos colectivos y del medio ambiente de los habitantes de Calarcá, la defensora del Pueblo en el Quindío, Piedad Correal Rubiano, instauró una acción popular que el Tribunal Administrativo del Quindío admitió, y falló en 2012 en contra del Invías y del contratista de las obras del túnel, Unión Temporal Segundo Centenario, por la contaminación generada en las quebradas.

Adicional a lo anterior, la Unión Temporal Segundo Centenario ganó tres 3 demandas en contra del Invías por sobrecostos en el revestimiento del túnel en análisis, riesgo geológico y ola invernal; demandas que ascendieron

a más de 50 000 millones de pesos. Así mismo, el Consorcio Conlínea Tres, seleccionado en diciembre de 2014 para la terminación de las obras del túnel piloto de La Línea, ganó una demanda por más de 9000 millones de pesos instaurada en contra del Invías por sobrecostos administrativos generados por el plazo de ejecución.

No obstante lo anterior, el Invías explicó que en el mandato del presidente Juan Manuel Santos se cambió la modalidad del tipo de contrato «llave en mano», fijado en el documento inicial n.º 3460 de 2008 (Invías, 2014), a «pago por actividades», lo que permitió que el contratista cobrara en su momento por construcciones no concluidas.

7.3. Social

La Defensoría del Pueblo del Quindío ha informado que obreros contratados para el proyecto Túnel de La Línea han instaurado demandas por la vulneración de sus condiciones laborales, como exposición a contaminación, falta de seguridad en la obra, retrasos en el pago de los salarios, despidos injustificados, etc.

De acuerdo con la Universidad La Gran Colombiana (2014), la obra ha presentado grandes impactos socioambientales que registran problemáticas asociadas a la degradación del ambiente, la erosión de la tierra, la sequía y la contaminación de las fuentes hídricas, por efectos de los movimientos en la tierra y los vertimientos de residuos producto de la obra. Dichas problemáticas han generado desplazamientos de personas que, a causa de los impactos medioambientales, se han visto afectadas no solo en la prestación del servicio público, como el agua, sino en sus actividades productivas, como la agricultura y la ganadería. Estos eventos de afectación incrementan la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático, sobre todo en lo relacionado con el recurso hídrico, las amenazas de avalanchas y deslizamientos, y, por ende, la población desplazada.

7.4. Geológico

De acuerdo con el Invías, se detectaron 8 fallas geológicas en el proyecto Túnel de La Línea, entre las que se encuentran: La Vaca, El Viento, La Gata, Campanario y La Soledad, siendo esta última la de mayor complejidad y la

segunda más grande del mundo. El tratamiento y revestimiento de estas fallas, según la entidad en mención, puede ser hasta 10 veces más costoso de lo presupuestado a nivel de excavación y soporte.

8. Conclusiones

La construcción del túnel de La Línea reviste todas las características de un megaproyecto, en consecuencia, se equipara a sistemas complejos en su estructuralidad y dinamismo, y su ejecución entraña una elevada competencia técnica y un acervo cognitivo que no es liviano. Estos deben estar representados en un cúmulo de experiencias de éxito por parte del equipo ejecutor, de tal suerte que los gerentes de proyectos y sus equipos no sean rebasados por la complejidad de las interacciones entre las diferentes instancias del proyecto, que a menudo plantean desafíos que solo pueden ser conjurados cuando son encarados por equipos de proyectos con probada capacidad de manejo. En el megaproyecto Túnel de La Línea aconteció un conjunto de eventos interconectados, en una temporalidad cambiante, determinada por las necesidades de las partes interesadas que, junto a factores naturales evaluados de manera inexacta, falta de gobernanza y de cálculo político, ineficiente planificación, desastrosa ejecución y continua corrupción, convirtieron al Cruce de la Cordillera Central en la antítesis de la gerencia eficiente de proyectos.

Los continuos cambios en las alternativas de concepción y ejecución, como el paso de alternativa «A» a la alternativa «B» de los trayectos; los sobrecostos económicos en 617 298 millones de pesos; el incumplimiento de casi 5 años en los plazos para la entrega de la obra, y los incalculables impactos negativos ambientales, sociales y legales, entre otros, hacen del proyecto Túnel de La Línea una pieza clásica del museo de malas prácticas de gestión de proyectos, donde los industriales y académicos siempre encontrarán un referente para abordar y enriquecer los aprendizajes sobre el tema.

9. Preguntas para análisis

¿Considera usted que existió estimación incorrecta en la planificación del tramo Túnel de La Línea del proyecto Cruce de la Cordillera Central?

¿Qué estrategias hubiese establecido usted para eliminar el problema de incumplimiento en el cronograma pactado y realizar una adecuada gestión de riesgos?

¿Cree usted que en el tramo Túnel de La Línea del proyecto Cruce de la Cordillera Central se llevó a cabo una buena gestión de los interesados?

¿Existió responsabilidad en la gestión ambiental del tramo Túnel de La Línea del proyecto Cruce de la Cordillera Central por parte del contratista Unión Temporal Segundo Centenario?

De acuerdo con el PMBOK (2017), la gestión de costos incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. ¿Considera usted que existió gestión de costos en el tramo Túnel de La Línea del proyecto Cruce de la Cordillera Central?

El control de calidad del proyecto consiste en verificar y medir que los entregables cumplan con los requisitos de calidad aceptables, y que se han completado y finalizado correctamente (ISO, 2014). ¿Considera usted que existió un control de calidad en el proyecto que satisfaga los objetivos de los interesados?

Bibliografía

Caicedo, Juan. (2016). Los pecados del túnel de la línea. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/historia-de-la-construccion-del-tunel-de-la-linea-28313>.

Cámara Colombiana de la Infraestructura (2011). *Corredor de Comercio Exterior Bogotá – Buenaventura: cruce de la cordillera central: túneles II centenario – túnel de la línea y segunda calzada Calarcá – Cajamarca. Construcción doble calzada Buga – Buenaventura: tramos Loboguerrero - Citronela*. Recuperado de https://www.infraestructura.org.co/bibliotecas/VPT/Seguimientoproyectos/tunel_calzada_calarca.pdf.

Departamento Nacional de Planeación. (2000). *Autorización a la Nación para contratar créditos externos hasta por US\$218.2 millones, destinados a financiar el proyecto Túnel de la Línea*. Documento Conpes 3084.

Departamento Nacional de Planeación. (2009). *Concepto favorable a la nación para contratar empréstitos externos con la banca multilateral y organismos multilaterales hasta por la suma de \$245 millones, o su equivalencia en otras monedas,*

- para la financiación de la etapa I del proyecto Cruce de la Cordillera Central – Túnel del II Centenario (Túnel de la Línea)*. Documento Conpes 3599.
- Díaz, S., Mendoza, V. y Porras, C. (2011). Una guía para la elaboración. *Razón y Palabra*, 75. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199518706040.pdf>
- Eisenhardt, K. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14, 532-555.
- Estos son los 4 pecados capitales del túnel de la línea. (2019). *Dinero*. Recuperado de <https://www.dinero.com/pais/articulo/que-fallo-en-la-construccion-del-tunel-de-la-linea/266436>.
- Hernández, A. (01 de octubre de 2000). Túnel de rescate para la línea. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1222906>.
- Instituto Nacional de Vías (2013). *Túnel de la Línea*. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/123-seguimiento-a-la-inversion/proyectos INVÍAS /73-tunel-de-la-linea>.
- Interés en túnel de La Línea. (27 de agosto de 2008). *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/impreso/negocios/articuloimpreso-interes-tunel-de-linea>.
- Instituto Nacional de Vías. (2014). *Cruce de la Cordillera Central: Túneles del II Centenario-Túnel de la Línea y Segunda Calzada Calarcá – Cajamarca*. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/servicios-al-ciudadano/proyectos-invias/grandes-proyectos/2329-cruce-de-la-cordillera-central-a-mayo/file>.
- Instituto Nacional de Vías (2019). *INVÍAS concluye revestimiento del Túnel de La Línea*. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/sala/noticias/3617-invias-concluye-revestimiento-del-tunel-de-la-linea>.
- Meredith, J. (1998). Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management*, 16, 441-454
- Pettigrew, A. (1990). Longitudinal field research on change: theory and practice. *Organization Science*, 1, 267-291.

- Proponen comenzar de cero procesos licitatorios en túnel de La Línea. (12 de febrero de 2008). *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/articulo-proponen-comenzar-de-cero-proceso-licitatorio-tunel-de-linea>.
- PMBOK. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Sexta edición. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.
- Rozas P. y Sánchez R. (2004). *De infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual*. CEPAL - División de Recursos Naturales e Infraestructura.
- Suescún Casallas, L. (2017). *Modelación analítica y numérica para predicción y calibración de caudales de infiltración en obras subterráneas – Túneles. Casos de estudio: Colombia, Francia/Italia y España*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/55471/>.
- Sepúlveda, Laura. (2014). Los tropiezos del túnel de la línea. *El Tiempo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14568019>.
- Superintendencia de Puertos y Transporte. (2019). *Tráfico portuario marítimo en Colombia 2016 a septiembre de 2019*. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Transporte/Trafico-Portuario-Mar-timo-En-Colombia-2016-a-sept/5r3g-zv5z/data>.
- Túnel de la Línea: una década de fallas. (2019). *Dinero*. Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/conozca-los-errores-de-construccion-del-tunel-de-la-linea/266411>.
- Universidad La Gran Colombia. (2014). *Cambio Climático y Desplazamiento Ambiental Forzado: Estudio de Caso en la Ecoregión Eje Cafetero en Colombia*. Primera edición. Armenia.
- World Economic Forum. (2019). *The Global competitiveness reports*. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf



ean[®] Ediciones