

ANTECEDENTES PROYECTUALES PARA UNA OBRA REPRESENTATIVA EN LA REPUBLICA DEL SIGLO XIX DURANTE EL PROCESO DE MODERNIZACIÓN. ANÁLISIS DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PARTIDAS PRESUPUESTALES DE DOS PROYECTOS PARA UN PUENTE SOBRE EL RÍMAC^[*]

PROJECT BACKGROUND FOR A REPRESENTATIVE 19TH-CENTURY REPUBLICAN WORK DURING THE PROCESS OF MODERNIZATION. ANALYSIS OF THE TECHNICAL SPECIFICATIONS AND BUDGET LINE ITEMS OF TWO BRIDGEPROJECTS OVER RÍMAC

ANDERSON PAREDES CHILQUILLO^[**]

 <https://orcid.org/0000-0001-7284-9589>
andersonparedes77@gmail.com
Universidad Nacional de Ingeniería (Perú)

Fecha de recepción: 10 de abril de 2024
Fecha de aprobación: 7 de marzo de 2025

RESUMEN

El artículo analiza las especificaciones técnicas de dos proyectos realizados en 1858 y 1862 para la construcción de un puente sobre el río Rímac en la ciudad de Lima. Estos fueron los antecesores del proyecto final del puente Balta, construido a partir de 1869. El objetivo es —a través del análisis de las especificaciones y presupuestos— demostrar cómo el contexto influyó en la proyección de una obra pública en el periodo republicano. El artículo es explicativo, recurre a fuentes primarias y establece el siguiente método: estudio del contexto, reconstrucción de los proyectos a partir de la lectura de las especificaciones técnicas y partidas presupuestales; posteriormente, se sintetiza la información en tablas comparativas de los presupuestos y se relacionan según su tipo. Los resultados indican que ambos proyectos respondieron a factores contextuales propios del proceso de modernización del siglo XIX, que se vieron reflejados en sus especificaciones técnicas, geometría, materiales y costos.

PALABRAS CLAVE

Especificaciones técnicas; obra pública; puentes del siglo XIX

ABSTRACT

The article analyses the technical specifications of two projects undertaken in 1858 and 1862 for the construction of a bridge over the Rímac River in the city of Lima. These projects constituted the antecedents of the final design of the Balta Bridge, constructed from 1869 onward. The objective is to demonstrate, through the analysis of technical specifications and budgets, how the context influenced the projection of a public work in the republican period. The article is explanatory, uses primary sources, and establishes the following methodology: a study of the context; a reconstruction of the projects based on technical specifications and budget items; and finally, a summary of the information in comparative tables of budgets and listed according to their type. The results indicate that both projects responded to contextual factors associated with the 19th-century process of modernization, as reflected in their technical specifications, geometry, materials, and costs.

KEYWORDS

Technical specifications; public construction; 19th century bridges

(*) Artículo inédito de iniciativa individual motivado por el interés del autor en la arquitectura y el contexto social, político y económico de la República del siglo XIX previa a la Guerra del Pacífico. Artículo autofinanciado.

(**) Arquitecto y maestro en Ciencias con mención en Arquitectura-Historia, Teoría y Crítica por la Escuela de Posgrado de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes de la Universidad Nacional de Ingeniería (FAUA-UNI). Con interés en la historia de la arquitectura del siglo XIX.

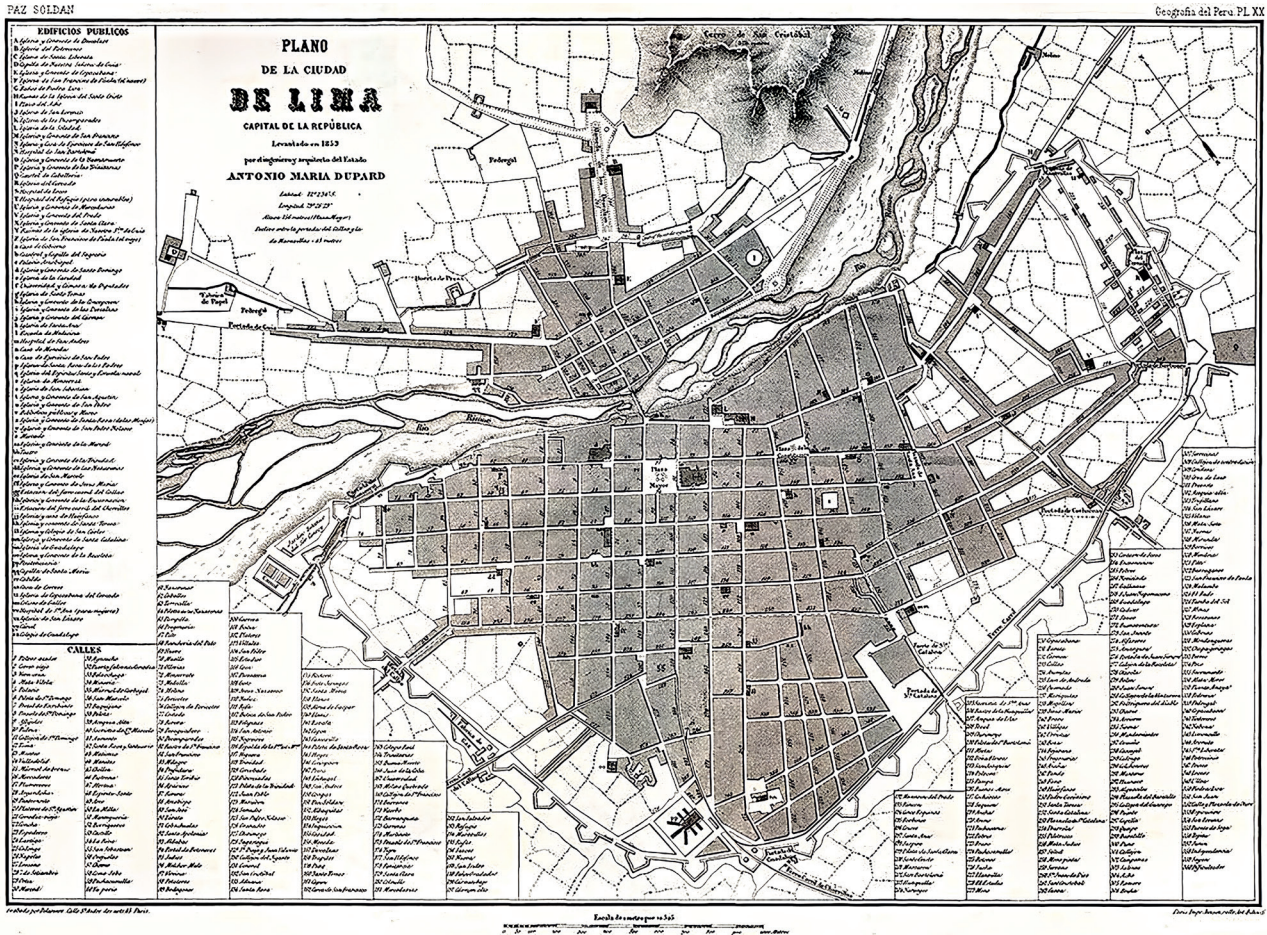


Figura 1. Plano de Lima en 1859. Nota. Plano de la ciudad de Lima por A. M. Dupard (1859). Biblioteca Nacional de Francia (Gallica). <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b53081335n.r=antonio%20maria%20dupard%20Plano%20de%20la%20ciudad%20de%20Lima?rk=21459;2#>. En el dominio público.

Introducción

La primera conexión entre los dos lados del río Rímac fue un puente de madera construido durante el período virreinal hacia 1554. El año 1610, este puente fue remplazado por una estructura de piedra mandada a construir por el virrey Juan de Mendoza y Luna, marqués de Montesclaros, la cual creó un eje que unía la Plaza Mayor con la Alameda de los Descalzos y facilitaba el comercio que venía desde el norte de la ciudad.

Posteriormente, con la construcción de las murallas de Lima (1683-1685), se establecieron una serie de “portadas” para conectar la ciudad con los destinos con los que se comerciaba o desde donde arribaban las materias que el Estado español explotaba. La muralla se construyó con muros y baluartes de adobe y piedra hacia los lados este, oeste y sur; al lado norte, que da al río Rímac, la muralla no tuvo las mismas dimensiones debido a la natural defensa. Durante la República, la única conexión entre la ciudad amurallada y el barrio de San Lázaro (Rímac) seguía siendo el Puente de Piedra virreinal. Esto se evidencia en el plano de Lima elaborado en 1859 por el ingeniero Antonio M. Dupard (ver Figura 1).

Durante el periodo de “auge” (Valega y Basadre, 1963, p. 82), se discutió la necesidad de construir más puentes que comuniquen ambos lados del río. Por ejemplo, Manuel A. Fuentes en la *Estadística General de Lima* (1858) señaló que “el aumento sucesivo de la población y la extensión del territorio, exigen [sic] desde algunos años há [sic] la necesidad de establecer otros puntos de tránsito entre ambas partes de la población” (Fuentes, 1858, p. 663). Luego, indicó que ya se habían “proyectado en varias ocasiones



Vista de Lima desde las Inmediaciones de la Plaza de los Toros.

A. XXXI

la construcción de dos puentes más, uno por el lado de Santa Rosa de los Padres¹ y el otro por la Barranca” (Fuentes, p. 663).

Pero, durante la búsqueda de información se ha encontrado que el requerimiento de más puentes es anterior a 1858. En la ley del 20 de febrero de 1846 se evidenciaron los problemas de circulación del tráfico de mercancías que venían desde el este de la ciudad y debía atravesar obligatoriamente las portadas de Maravillas —o Martinete— y luego llegar al Puente de Piedra para atravesar el río. Fuentes explicó que no solo era un problema de la capital, al indicar que “uno de los mayores obstáculos que se oponen al adelanto del tráfico terrestre, es la falta de puentes en los ríos del interior y de la costa”² (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861, p. 102).

Luego, en una circular del 12 de enero de 1849,³ el Estado reconoció las capacidades técnicas de “los puentes modernos” al promover la construcción en el país de nuevas estructuras “de cadenas o de arcos de fierro” (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861, p. 106) que ya eran usados en Europa. En la circular se indica que se garantizaría a los contratistas “su capital e interés” (p. 106) y se reconocía que en el país los puentes hechos de madera eran costosos en construcción y en mantenimiento.

Posteriormente, el 26 de enero de 1849 se emitió un comunicado indicando las dificultades de los pobladores que habitaban más allá de la portada de Maravillas que en tránsito al “otro lado de abajo el puente emprende rodeo hasta tomar el único que tiene el Rímac” (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861, p. 106). Seguidamente indica: “Antiguamente tuvo otro en la esquina de Vitervo con dirección a Acho, y en los días de toros y concurrencia á [sic] las alamedas, era numerosa la gente que lo

Figura 2. Vista de Lima desde las inmediaciones de la plaza de toros. Fernando Bambilla (1789-1794).
Nota. Se observa el Puente de Piedra y el puente de madera que posiblemente conectaba el sector de Viterbo con el ovalo de Acho. Adaptado de *Vista de Lima desde las inmediaciones de la Plaza de Toros*, por F. Brambila, s. f., Archivo Histórico de la Armada Española Juan Sebastián de Elcano. Recuperado de Google Arts & Culture: <https://artsandculture.google.com/asset/vista-de-lima-desde-las-inmediaciones-de-la-plaza-de-toros-fernando-brambilla/QgF8YMvsit3X9w>.

1. “Santa Rosa de los Padres” es la futura calle Tacna, en el tramo anterior al río Rímac.

2. Ley del 20 de febrero de 1846. Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859. Tomo 6. Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública (1861).

3. Circular del 12 de enero de 1849. Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859. Tomo 6. Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública (1861), página 106.

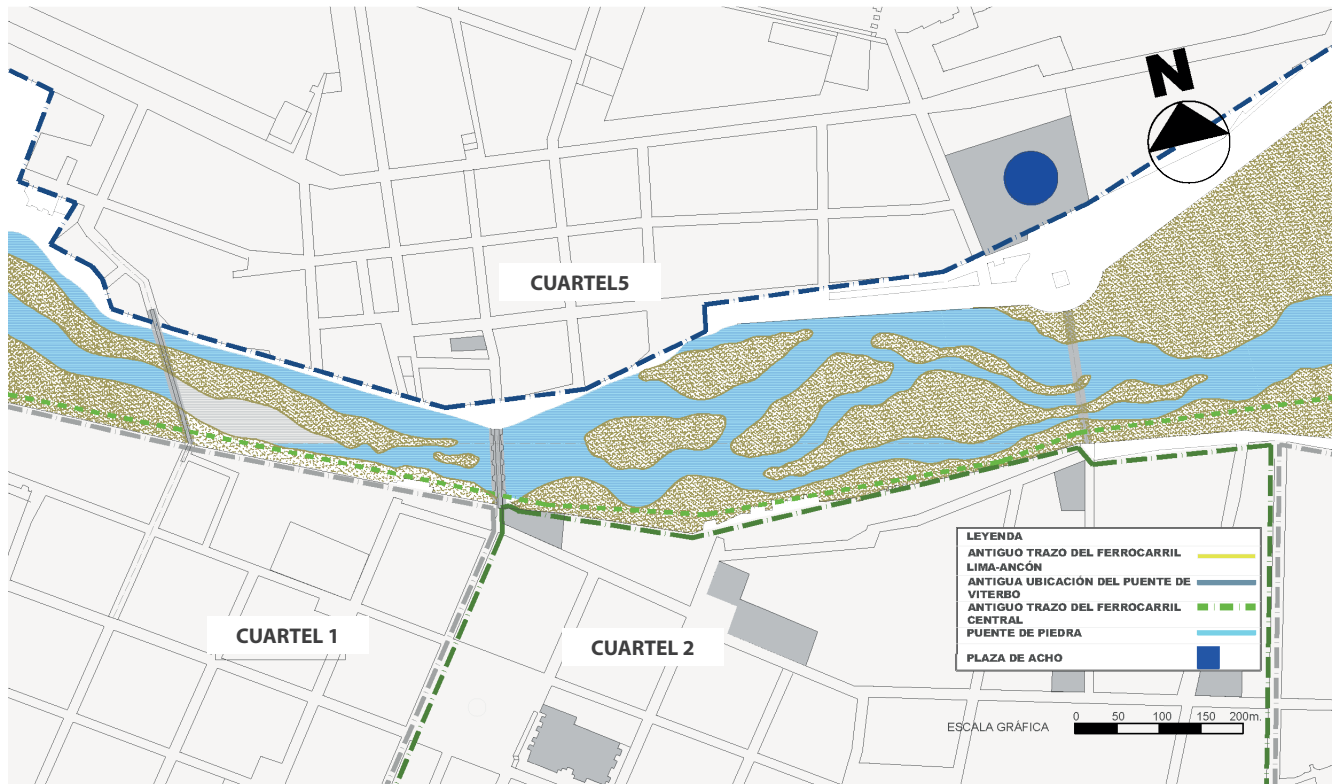


Figura 3. Ubicación de las principales obras públicas en el río Rímac hacia 1872, la vía del antiguo Ferrocarril a Ancón, El Puente de Piedra, la vía del ferrocarril Lima- Huancayo y el trazo del nuevo Puente Balta.
Nota. Plano elaborado sobre la base de la descripción encontrada en el Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública (1861, p. 107).

transitaba” (p. 107). Entonces se evidencia que existió otro puente de madera en la esquina de Viterbo —la esquina de las calles Amazonas y Andahuaylas, donde se ubicaba la antigua Iglesia de Santa Rosa de Viterbo— que conectaba el sector de Martinete con las antiguas alamedas de Acho y de Los Descalzos. Es posible que este puente sea el que se muestra en una acuarela de Fernando Bambilla (ver Figura 2) realizada aproximadamente en 1789 con motivo de la expedición Malaspina (1789-1791).

Este antecedente fue fundamental para continuar promoviendo la construcción del nuevo puente en el mismo lugar donde existió una antigua estructura de madera. Para ello se ordenó lo siguiente: “Por esto pues, dispondrá U.S. que se levante un plano del río para la formación de un puente de fierro en Vitervo, bien para que el gobierno lo pida a Europa, o bien para que por medio de empresarios se forme” (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861, p. 107). Entonces, para el año 1849, ya se había determinado que el primer puente de las República debía ser una estructura metálica y esta tarea recaería en el Cuerpo de Ingenieros del Estado.

En resumen, se ha establecido que, para mediados del siglo XIX, ambos lados de la ciudad de Lima no estaban adecuadamente conectados considerando que había aumentado el tráfico comercial. Permanecía el Puente de Piedra como único conector con el sector del Rímac, que era de tránsito obligado de mercancías desde y hacia el norte y donde se ubicaban los principales espacios de recreación de la época (Plaza de Toros, Alameda de los Descalzos, Alameda de Acho y la Pampa de Amancaes).

El Estado fue el propulsor de la construcción de puentes, inclinándose por las estructuras metálicas, sinónimo de modernidad, y según la organización del aparato estatal debía ser el Cuerpo de Ingenieros el encargado de realizar el proyecto para posteriormente licitarlo. El documento del 12 de enero de 1849 favoreció la importación de la estructura y con ello la participación de otro actor: el contratista (ver Figura 3)

Objetivos del presente artículo

El objetivo del artículo es mostrar cómo el contexto del siglo XIX, durante el proceso de modernización, influyó en la realización de los proyectos de 1858 y 1862 para el puente sobre el río Rímac.

Metodología

La información base del presente artículo son fuentes primarias de la época: compilación de documentos del Ministerio de Gobierno y Obras Públicas, Anales del Cuerpo de Ingenieros y el diario *El Peruano* del siglo XIX. En ellos se buscó lo relacionado a la construcción de puentes en el siglo XIX. Se describirá el contexto en que se desarrollaron los proyectos de los años 1858 y 1862, considerando que se inscribe en el período de “auge” (Valega y Basadre, 1963).

Se estudian las partidas y especificaciones técnicas. Se realizan tablas comparativas de ambos proyectos, donde se evidenciará términos técnicos, materiales, técnicas constructivas, unidades de medida y precios unitarios.

Para el proyecto de 1858 se recurre a la *Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859*, tomo 6 (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861). Para el proyecto de 1862, se recurre a los *Anales del Cuerpo de Ingenieros del Perú* (1874). La lectura de las especificaciones técnicas y presupuesto base servirá para la reconstrucción gráfica de los dos proyectos.

Se realizó la búsqueda de los planos de los proyectos de 1858 y 1862 en el Archivo General de la Nación, pero no se hallaron.

Para cumplir con el objetivo del artículo se realizó la siguiente pregunta: en el proceso de la modernización del país en el siglo XIX, ¿qué aspectos del contexto influyeron en el desarrollo de los proyectos?

El contexto en el que se realizaron los proyectos

La segunda mitad del siglo XIX ha sido definida como el periodo de modernización del país. La modernización se concibe como un proceso que cada sociedad asume para llegar al ideal de modernidad (Beingolea, 2012). El camino de la modernización fue establecido por las elites dominantes (Girola, 2005); en el caso del Perú, fue el grupo político que se enriqueció por la venta del guano de islas.

Una pregunta es necesaria: ¿qué factores definen el proceso de modernización?. Habermas (1989) indicó que la modernización es un grupo de procesos acumulativos, de los cuales el llamado “desarrollo de fuerzas productivas con el incremento de la productividad en el trabajo” se relaciona con la industrialización de un país. Esta relación de fuerzas, que Cohen (1986) define como instrumentos de producción (herramientas, locales, máquinas) no pueden ser considerados por sí solos factores fundamentales de la economía (p. 31). Se hacían necesarias “las relaciones de producción” entre las fuerzas y las personas. Es decir, la nueva obra pública podía impulsar la economía y la industria debía contar con una sociedad cuya mano de obra posea la capacidad técnica para asumir los nuevos encargos, aun estando inmersa en aspectos tradicionales propios del periodo virreinal.

Los dos proyectos que se estudian, de 1858 y 1862, están dentro del periodo al que Basadre denominó como “auge”. En lo político, culminaron las guerras civiles entre caudillos militares, pero se mantenían pugnas políticas entre conservadores y liberales. Entre los conservadores, Bartolomé Herrera planteaba la permanencia de aspectos que habían mantenido la Iglesia desde el virreinato, como el control de los ingresos de las cofradías, la esclavitud y la preminencia de la Iglesia como rector de la sociedad. Por su parte, liberales como José Gálvez o Manuel Toribio Ureta proponían al Estado y sus leyes como camino para la forja del ciudadano.

Motivado por la aparente calma política y con el redescubrimiento del guano de islas, la economía de este periodo se sustentó en las riquezas obtenidas por la venta del fertilizante utilizándose las ganancias en el pago de la deuda interna originada por la

supresión de la esclavitud, las guerras civiles, la ampliación de la burocracia y por la construcción de los primeros ferrocarriles, como el de Lima a Jauja o el de Pisco a Ica.

Pero si el camino de la modernización del país pasaba por la construcción de la obra pública, de vías e instalación de medios de transporte de mercancías, la estructura del gasto mostraba lo contrario. Tantaleán (2020) explica que en el periodo entre 1847 y 1878 (de auge y crisis) el 53 % de los recursos obtenidos por la venta del fertilizante —muchos de estos recursos eran cobros a cuenta por ventas futuras y con altos intereses a favor de los consignatarios— fue destinado a la burocracia civil y militar. Asimismo, solo el 20 % de la riqueza fue destinada a obra considerada importante en su momento como los ferrocarriles.

Motivada por corrientes liberales se promulgó la constitución de 1852, la cual legislaba “los nuevos códigos de comercio y civil para sentar principios liberales básicos y moderados en el comercio” (Quiroz, 2013, p. 193). El Estado moderno buscó desmontar la estructura social vigente desde el periodo virreinal suprimiendo los gremios de artesanos el año 1862. Los gremios de artesanos eran los principales ejecutores de la mercancía, tenían peso político debido a que apoyaban toda causa revolucionaria y a cada caudillo que se presentase con el fin de ganar sus favores e incluso llegaron a obtener la protección del Estado al colocarse aranceles altos a los productos importados que entraban en competencia con la poca manufactura que se hacía localmente, por ejemplo: carpinterías, muebles, vestidos, entre otros.

La economía liberal fomentaba el individualismo como base para el crecimiento comercial y la formación de un ciudadano moderno; por ello, los gremios eran considerados una traba al desarrollo de la economía, se oponían a la importación de suministros realizados en el exterior por comerciantes extranjeros y locales y que eran demandados por la nueva élite nacional. Cabe indicar que para las obras públicas se importaron carpinterías, vigas de madera, estructuras metálicas, cerrajerías, entre otros suministros, que implicaban la fabricación estandarizada y en serie.

La obra pública —una representación de la modernización— debía ser realizada por especialistas en los diversos proyectos. Al no haber otros con capacidad técnica suficiente, se recurrió a la contratación de expertos extranjeros; esto es, el conjunto de profesionales a los que Giddens (2011) llamó “los sistemas expertos”, a los cuales el Estado encargó los diversos proyectos que el Perú necesitaba para alcanzar la modernidad. Los sistemas expertos, como ingenieros, arquitectos, contratistas, fueron reemplazando gradualmente a los albañiles o maestros mayores en las fases de gestión (enlace entre el requerimiento del cliente y la ejecución de la obra), proyección y ejecución de la obra pública. Toma importancia un grupo de profesionales contratados durante el gobierno del presidente José R. Echenique por ley del 30 de diciembre de 1852, para la formación de la Comisión Central de Ingenieros Civiles, colocándola bajo la dirección de los ingenieros D. Emilio Chevalier, D. Carlos Faraguet y D. Ernesto Malinowski,⁴ cuyas labores fueron ratificadas según decreto publicado en *El Peruano* el 7 de marzo de 1860.

Desde el punto de vista tecnológico es importante destacar que en este periodo se tenía conocimiento de nuevas técnicas de construcción de puentes. En Europa no solo se hacían puentes de piedra, se construían puentes con arcos metálicos e incluso puentes colgantes. Este conocimiento lo manifestó Dupard en la memoria del proyecto de 1858, donde describió que se podían construir tres clases de puentes: “1. Puentes colgantes de madera con cables del alambre, 2. Puentes con arcos de fierro y piso de madera y 3. Puentes de piedra” (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861, p. 121).

Otra iniciativa económica estatal que impactó en la sociedad fue la promulgación —en 1859— de la obligatoriedad del uso del nuevo sistema métrico decimal en reem-

4. Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859. Tomo 6. Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública (1861).

Tabla 1. Costo de los dos proyectos del puente sobre el río Rímac

Año	1857	1858	1862	1863	1897	1913	1931	1985	1991	2015	2025	
Moneda vigente	Pesos		Sol		Libra peruana		Sol de oro		Inti	Nuevo sol	US\$	Sol
	Por la ley del 2 de octubre de 1857 se realiza la conversión de la moneda corriente al sol. 1 Sol equivale a 20 pesos plata. Este cambio no se aplica hasta 1863. (1)				cambio de moneda: 1 libra peruana equivale a 10 soles de 1897 (2)		equivalencia: 1 libra peruana = USD 4.76 de 1913 (3)		evolución: USD 1.00 (1913) equivale a USD 32.20 (2025). (4)			
Costo del proyecto de 1858	400,000		S/ 20,000.00		2,000	USD 9,520.00					USD 306,734.40	S/ 1,165,590.72
Costo del proyecto de 1862		150,000	S/ 7,500.00		750	USD 3,570.00					USD 115,025.40	S/ 437,096.52

Nota. Realizado para obtener un costo estimado actual de los proyectos se ha elaborado el cuadro de conversión de la moneda peruana desde 1863 a la actualidad. Debido al continuo cambio de moneda nacional durante el siglo XX se ha recurrido al dólar USA desde 1913 hasta la actualidad. Fuente: (1) Diario *El Peruano*. La Convención Nacional. Fecha 3 de octubre de 1857. (2) Historia BCRP, p. 15. (3) Historia BCRP, p. 16. (4) US Bureau of Labor Statistics. https://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm

plazo del sistema de medidas local, herencia del virreinato, que se basaba en la “vara castellana”. Ueda (2007) explica que para la población aún arraigada en la tradición española las palabras kilogramo, metro, kilómetro, litro, etc., pudieron resultar extrañas y difíciles de entender. Además, el mayor problema fue definir y establecer las equivalencias entre las antiguas y las nuevas unidades de medidas.

Para el caso de la obra pública, existen proyectos de alrededor de 1850 cuyo sistema de medidas está expresado completamente en este sistema local. Por ejemplo, el proyecto del Mercado de la Concepción (1852) tiene sus cimentaciones y muros con dimensiones expresadas en múltiplos y submúltiplos de la vara. En la obra del Manicomio del Cercado (1859) se utilizó la vara como unidad de medida debido a que las partidas más abundantes fueron muros de adobes y empedrados, ambas partidas con mano de obra local. En otras obras se utilizó un sistema mixto de medidas como el muelle de Pisco (1855), donde se utilizó la vara para partidas cuyo insumo era la piedra y unidades inglesas (pulgadas) para los suministros importados como maderas, vigas y pernos. En los Almacenes de aduanas del Callao (1872) se utilizó la vara para dimensionar las cimentaciones y alturas de muros y el sistema métrico decimal para dimensionar coberturas metálicas que se iban a importar. El uso del sistema métrico decimal es más notorio en los proyectos y especificaciones de ferrocarriles al tratarse casi enteramente de suministros importados o proyectados por especialistas extranjeros. La permanencia de una unidad de medida como la vara en obras tan tardías como las de 1872 está respaldada por la permanencia de sistemas constructivos locales: cimentaciones de piedra y muros de adobes.

Para un mejor entendimiento de las dimensiones donde la vara ha sido la unidad de medida se utilizará la conversión indicada en el cuadro 2.1 del libro *La introducción del Sistema Métrico Decimal en el Perú* (Ueda, 2007) donde se indica que 1 vara = 0.8359 m.

Respecto de la moneda, en 1857 se ordenó el reemplazo del peso por el sol debido a la devaluación del primero. El tipo de cambio se fijó en un sol por cada 20 pesos y si bien entró en vigor hacia 1863 ya el segundo proyecto del puente asumió la nueva moneda. Para tener un aproximado del costo de los puentes se ha realizado en la Tabla 1 la conversión desde el sol de 1863 al sol actual, pasando por la libra peruana y el dólar como moneda mundial estable en el siglo XX. Del cuadro y según las conversiones el proyecto del puente del año 1858 tendría un costo de S/ 1,165,590.72 y el proyecto del año 1862 tendría un costo de S/ 437,096.52. Es decir, el proyecto en piedra tenía un costo de casi el triple del proyecto de 1862. No se ha analizado la evolución del costo de las partidas específicas como el hierro como insumo, lo que sí podría modificar los resultados.

El primer proyecto del año 1858⁵

El 4 de diciembre de 1858, el ingeniero de Estado Antonio María Dupard realizó un expediente para la obra del puente sobre el río Rímac. Constó de una memoria, especificaciones técnicas, presupuesto base por partidas y planos de desarrollo. El proyecto se estableció sobre cinco conceptos que consideró necesarios para la proyección del puente. Estos son: la elección del sitio, el paso o espacio que debe dejar al agua del río, la forma de los arcos, magnitud de los arcos y ancho del puente.

Concepto 1: Elección del sitio. Dupard realizó un “reconocimiento científico” (Dupard, 1858, p. 120) o levantamiento de las condiciones del sector del río y sus riberas entre el antiguo Puente de Piedra y el sector de Piedra Liza (cercano a la Portada de Maravillas) con la finalidad de estudiar la mejor ubicación de la nueva obra, el cauce, su velocidad y las condiciones del terreno. Cabe indicar que el Ministerio de Gobierno ya había establecido la ubicación tentativa de la estructura: “desde el beaterío de Vitervo ó [sic] la Barranca hasta el óvalo [sic] de la Plaza de Acho” (Dupard, 1858, p. 120).

Dupard logró determinar la orientación de las calles del margen izquierdo del río, la calle Tigre (actual jirón Ayacucho) y la calle San Idelfonso (actual jirón Andahuaylas) en relación con el óvalo de la Plaza de Acho en el margen derecho del río. Esto le ayudó a determinar que la construcción de un puente en línea recta uniendo la calle Tigre con el óvalo de Acho tenía “el gran inconveniente de cortar el cauce del río de un modo oblicuo o sesgado” (Dupard, 1858, p. 122), lo que produciría demasiada resistencia al cauce del río, y porque “produce un muy desagradable efecto a la vista” (Dupard, 1858, p. 122) considerando que el puente más cercano y único era el Puente de Piedra, construido de manera perpendicular a los márgenes del río. Estas consideraciones funcionales y formales lo llevaron a elegir la orientación del nuevo puente proyectando la calle San Idelfonso hacia el Óvalo de la Plaza de Acho (ver Figura 4). Con ello, el puente tendría una estructura perpendicular a los márgenes y al curso de las aguas del río:

lo que efectué, tomando por pié [sic] la perpendicular al centro de la calle San Idelfonso, una vez rectificada, ó [sic] lo que es lo mismo una distancia de siete varas de la esquina del beaterío de Vitervo, coincidiendo dicha perpendicular con el centro de la Plaza de Acho. (Dupard, 1858, p. 122)

Se evidencia que en el trazo del nuevo puente a parte del aspecto técnico (oblicuidad respecto del cauce) tuvo mucha importancia el aspecto formal de la nueva estructura. Pero Dupard también evidencia un aspecto del tipo comercial, y es que la construcción del puente en la dirección de la calle San Idelfonso formaría un eje comercial desde la Plaza de Acho hasta el Mercado Central, mediante la demolición de las manzanas donde actualmente se ubica el Congreso, la prolongación de la calle San Idelfonso: “a fin de que la circulación fuese directa entre el puente y el mercado nuevo, lo cual no dejaría de ser de mucha importancia” (Dupard, 1858, p. 122), conexión que no se realizó hasta muchos años después, lo que se visualiza en el plano panorámico de Lima (1824-1924) realizado por el cartógrafo Luis Berrocal.⁶

Concepto 2: paso que se debe dejar al agua del río. Esto está referido al espacio que debía dejar la nueva estructura para el pase del agua, teniendo en cuenta que el cauce o la concavidad natural del río está relacionada con la resistencia del terreno y la velocidad del agua. Para la proyección del nuevo puente, Dupard usó como referencia al antiguo Puente de Piedra considerando su número de arcos y dimensiones, las cuales pasa a describir:

5. Según lo descrito en el documento *Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859*, tomo 6 (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861).

6. Ver Gunther, J. (1983). *Planos de Lima, 1613-1983*.

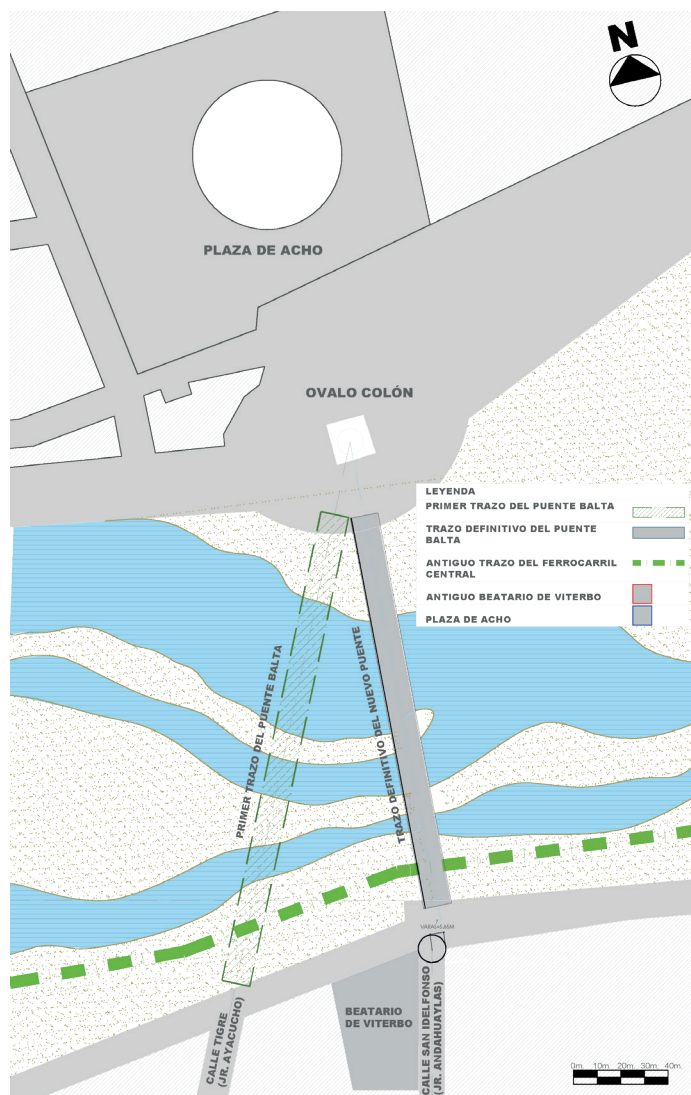


Figura 4. Reconstrucción gráfica del estudio realizado por Dupard (1858) sobre la orientación del nuevo puente. Nota. Plano elaborado sobre la base de la lectura del documento *Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859*, tomo 6 (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861).

para determinar la luz o superficie de salida que había de dar al puente proyectado, tome por norma el actual, que consta de 6 arcos de medio punto, establecidos sobre machones de 1/5 de altura. Los cuatro primeros arcos tienen 12 varas (10.03m) de diámetro cada uno, el quinto 10/8 y el sexto 6.9 varas, la superficie de salida es pues 405 varas. (Dupard, 1858, p. 122)

Dupard consideró para el proyecto los informes locales sobre las crecidas históricas del río, tomando nota de una serie de aumentos excepcionales del caudal, lo que lo indujo a considerar mayores dimensiones en su proyecto: “lo cual determino a dar una luz mucho mayor al que se proyectaba, á [sic] fin de evitar que no fuese arrastrado por alguna de aquellas inundaciones extraordinarias” (Dupard, 1858, p. 122). Es decir, que en caso de una crecida del río el nivel del agua no supere el nivel de la calzada del puente.

Posteriormente, Dupard realizó una serie de cálculos con las fórmulas de Mr. de Prony, Eytelwein y Vallejo, las cuales se usaban para calcular la velocidad del agua como resultado de la fricción con otros elementos. Estas fórmulas utilizadas en el diseño de puentes durante

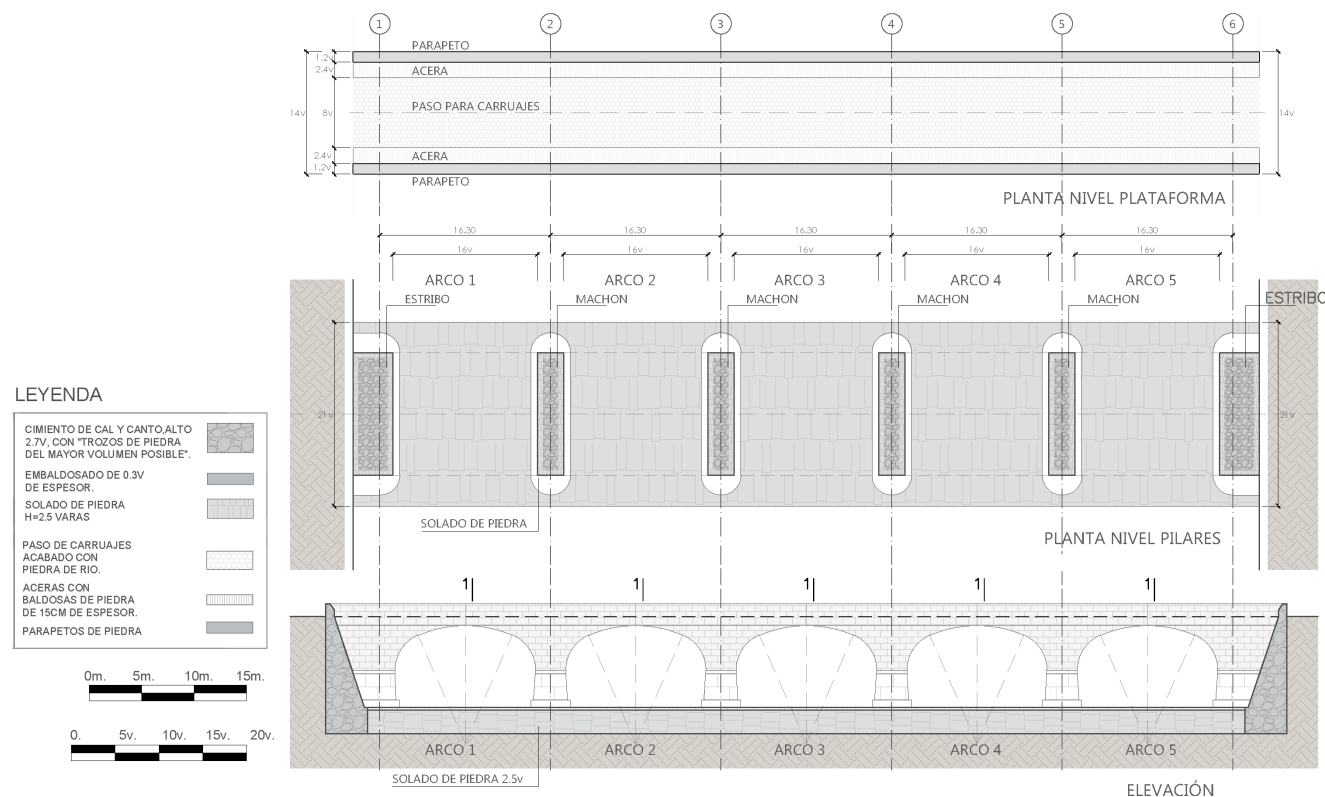


Figura 5. Esquema del puente según el proyecto del año 1858. Nota. Elaborada sobre la base de la descripción del proyecto de Dupard en la *Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859*, tomo 6 (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861).

el siglo XVIII y XIX servían para determinar los espacios libres que debía dejar la estructura al paso de las aguas, teniendo como resultado que el nuevo puente tendría una “superficie de salida de 600 varas cuadradas” (Dupard, 1858, p. 123) entre machones y estribos sobre el cauce del río. El nuevo puente tendría 1.5 veces la “dimensión libre” del Puente de Piedra.

Concepto 3: forma de los arcos. Dupard explicó que debido a los desniveles existentes en las calles y terraplenes de ambos márgenes —sobre todo contra el óvalo de la Alameda de Acho—, para el nuevo puente no debían hacerse arcos con mucha altura —se refería a arcos de medio punto—. Por ello, adoptó la forma de arco carpanel (*ansa de panier*) con cinco centros: “con la condición de que los arcos de sus arranques contendrían la curva de la elipse trazada sobre los mismos ejes, y que el radio del arco mayor o de la cúspide tendría menos del duplo del diámetro de la bóveda” (Dupard, 1858, p. 123). El arco carpanel tiene la característica de tener mayor desarrollo horizontal y menor desarrollo vertical en comparación con un arco de medio punto.

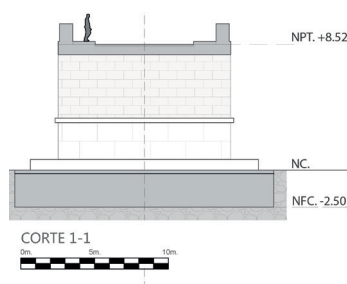


Figura 6. Corte del puente según el proyecto del año 1858. Nota. Elaborada sobre la base de la descripción del proyecto de Dupard en la *Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859*, tomo 6 (Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública, 1861).

Concepto 4: magnitud de los arcos. El área libre que debía dejar el puente era de 600 varas cuadradas (419.33 m²). Considerando que la altura de los arcos no debería ser excesiva como para rebasar los niveles de arranque y llegada en las orillas, estos debían ser alargados; para ello, se proyectaron del tipo carpanel. Dupard indica que proyectó 5 arcos de 16 varas (13.37 m) de diámetro cada uno y 5.33 varas (4.45 m) de sagita, que es la cuerda desde la horizontal hasta el fondo del arco.

Concepto 5: anchura del puente. El nuevo puente fue proyectado con 14 varas (11.70 m) de ancho “incluidos los parapetos”: 8 varas para paso de “los rodados y personas a caballo”, 4.8 varas “para dos veredas o aceras, destinadas a transeúntes” y 1.2 varas para los parapetos de piedra. Este es un aspecto donde se evidencia que el Estado, mediante la obra pública, buscaba ordenar un aspecto como el tránsito al destinar un espacio para cada tipo de tráfico (ver Figuras 5 y 6).

Tabla 3. Presupuesto del proyecto del año 1858

Designación de los trabajos	
Gastos de establecimiento	
Por 3000 varas de ferrocarril	10,200
Por compra de útiles y bestias	16,410
	26,610
Trabajos para los cimientos	
Por 21,351 varas cúbicas de excavación	7,840
Por 400 estacas de 4 varas de largo de madera de Chile para la represa, colocadas	1,325
Por 16,200 pies de tabla pino de 1.5 pulgadas de grueso a razón de 70 pesos millar	1,134
Por 1,200 varas cúbicas de tierra arcillosa desmontadas	1,000
Colocación de tablas	360
Agotamiento de las aguas para los cimientos del puente	400
	12,059
Albañilería de cal y canto	
Por 35,415 varas cúbicas de albañilería: por su extracción (sic)	46,350
Por su transporte	21,000
Por la argamasa necesaria 12,000 varas cúbicas	93,200
Fábrica de albañilería	56,68
	255,899
Piedras de sillería	
Importe de la piedra en el taller	24,960
Labrado de la piedra	241,060
	266,020
Movimiento y colocación de la piedra	
Movimiento	11,985
Colocación	34,149
	46,044
Albañilería de cal y ladrillo, 354 varas	3,965
Capa impermeable sobre las bóvedas, 134 varas	1,265
Empedrado del piso	
Por 790 varas de empedrado	600
Aceras	
Por 435 varas cuadradas.	3,045
Cimbras para las bóvedas	
Importe de la madera	24,030
Confección de las cimbras	2,500
Por cimbrar y descimbrar	1,500
	28,030
Terraplenes	
Por 220,000 varas cúbicas de terraplén	72,000
Imprevistos	23,132
Importe total del puente y de los trabajos de canalización del Rímac	700,000
Los setecientos mil pesos, importe del presente presupuesto se reparten del modo siguiente:	
Para el puente	400,000
Para muros y demás trabajos	300,000

Nota. Transcripción de las partidas del proyecto del año 1858. Fuente: Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859. Tomo 6. Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública (1861).

El presupuesto del proyecto del año 1858 (ver Tabla 3) alcanzaba las obras exclusivas al puente (trabajos en el cauce del río, cimentaciones, machones, estribos, arcos y losas) y las obras complementarias (muros para delimitar el cauce del río y terraplenes para ganar suelo utilizable). El costo del puente alcanzó la suma de 400,000 pesos (1,165,590.72 soles actuales) y el del encauzamiento del río 300,000 pesos (874,193.04 soles actuales). Sumado todo ello, el presupuesto base alcanzó la suma de 700,000 pesos del año 1858 (2,039,783.76 soles actuales).

El segundo proyecto del año 1862⁷

En vista de que no se ejecutó el proyecto de 1858, Dupard realizó un segundo proyecto considerando lo siguiente:

Sobre la posición del puente, permaneció el eje de conexión desde la calle San Idelfonso hasta la Plaza Colón (nombrada así en el plano de Lima de 1862 y llamada anteriormente "óvalo de la Plaza de Acho"). Así mismo, tomó datos de los desniveles existentes y en el proyecto consideró tramos empedrados y con pendientes para conectar el nivel de la plataforma del puente con ambas calles en los extremos.

Sobre la forma y dimensión del puente, señaló que el nuevo proyecto tendría "3 arcos de círculo de 20.00m de cuerda o luz entre los arranques y 2.00m de flecha o montea" (p. 34). Esto indica que posiblemente el material a utilizarse en la construcción de los arcos no fuese pétreo pues la experiencia en el Puente de Piedra daba una flecha de 6 varas (4.80 m aproximadamente) y no se quería que el nivel de la rasante del nuevo puente se eleve demasiado de las rasantes de las calles en ambos lados del río.

Luego, indicó que "las bóvedas serán huecas y de fierro fundido" (Dupard, 1862, p. 34.). En este caso es necesario aclarar que utiliza el término "bóvedas" para describir una estructura compuesta de nueve vigas metálicas (ver Figuras 7 y 8) con perfil inferior en arco y un perfil superior recto y horizontal. Las vigas metálicas o "cerchas" estarían unidas y arriostradas entre sí mediante piezas metálicas de fierro fundido que las arriostrarían y formarían la base de la calzada. Los arcos metálicos de fierro fundido tendrían la capacidad elástica para abarcar grandes luces sin producir flechas amplias para no ocasionar desniveles importantes en cada extremo.

Con esta propuesta, Dupard logró proyectar un área de paso de aguas de 301 m², lo cual supera el paso libre de aguas del Puente de Piedra de 284 m² (405 varas²). Luego, proyectó el paso del puente con un ancho de 12 m, manteniendo el ancho del proyecto anterior (el proyecto de 1858 consideraba un ancho de 14 varas-11.70 m).

El nuevo proyecto (1862) se expresó enteramente en el nuevo sistema métrico decimal promulgado durante el gobierno del presidente Miguel de San Román (1863). Incluso partidas que implicarían mano de obra local como los trabajos en piedra se medían con el sistema métrico decimal como por ejemplo: 1810 metros cúbicos de mampostería para los cimientos o 425 metros lineales de piedra de granito, entre otras partidas.

El costo de este nuevo proyecto según las partidas mostradas alcanzó el monto de 150,000 pesos al mes de marzo del año 1862 (ver Tabla 4). Aún se utiliza el peso como moneda porque la orden de cambio al sol se dio en 1863. Las futuras obras públicas como el Ferrocarril Mineral de Cerro de Pasco⁸, las obras de empedrado y canalización en Lima (1865) y la carretera que uniría Lima y el Callao (1869) son presupuestadas en soles.

No se ha encontrado más información sobre el proyecto del puente metálico. Se ha corroborado que hacia 1864 este proyecto no se había ejecutado, tal como lo menciona

7. El nuevo proyecto de Dupard se encuentra descrito en los *Anales del Cuerpo de Ingenieros* (1874), tomo 1, p. 34.

8. Según lectura del presupuesto realizado el año 1965. *Anales del Cuerpo de Ingenieros del Perú*, tomo 1.

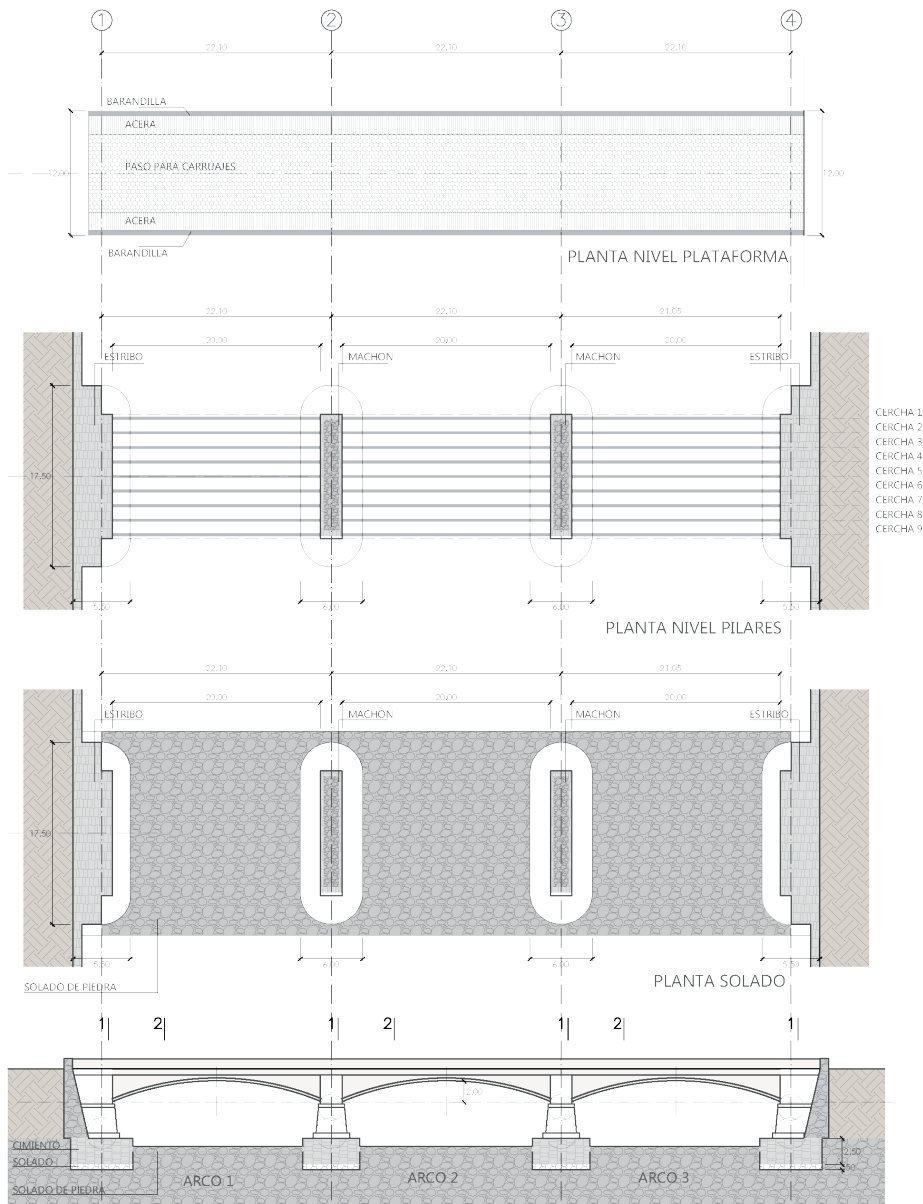


Figura 7. Corte del puente según el proyecto del año 1858. Nota. Elaborada sobre la base de la descripción del proyecto de Dupard que se encuentra en los *Anales del Cuerpo de Ingenieros*, tomo 1 (1874).

Paz Soldán en un comunicado al Ministerio de Gobierno y Obras Públicas. Luego, en 1869 se realizó un concurso donde el alcance de los ingenieros de Estado fue determinar las bases concursales y revisar las propuestas y no para el diseño del proyecto. Se presentaron ofertas de dos contratistas, siendo el ganador el Sr. Enrique Armero (*Anales Cuerpo de Ingenieros*, 1874, p. 311). Según lo que se describe en los *Anales*, el concurso fue de precios e incluía la realización del expediente y la ejecución de la obra. Es posible que el expediente del contratista Armero se haya basado en el proyecto de arcos de 1862 con variaciones en el número de arcos y la cantidad de cerchas que forman los arcos.

Discusión

Para entender el impacto del contexto en la realización de ambos proyectos, realizaremos un análisis de las partidas del presupuesto base. La Tabla 2 muestra la transcripción resumida de las partidas de los presupuestos base para los proyectos de 1858 y 1862. Se evidencia la diferencia en el número de partidas y en el detalle de las mismas.

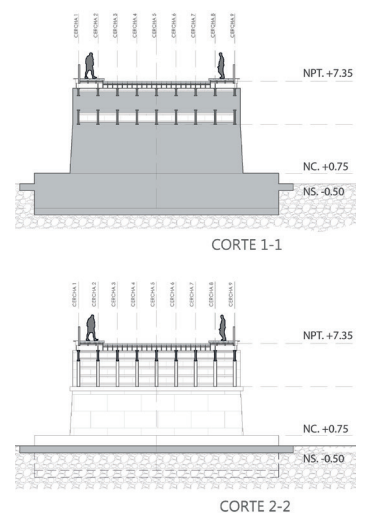


Figura 8. Cortes del puente según el proyecto del año 1862. Nota. Elaborada sobre la base de la descripción del proyecto de Dupard que se encuentra en los *Anales del Cuerpo de Ingenieros*, tomo 1 (1874).

Tabla 4. Presupuesto del proyecto del año 1862

3,200 metros cúbicos de excavación para los cimientos a 2\$	\$ 6,400
1,810 metros cúbicos de mampostería para los mismos a \$15	\$ 27,150
109 metros cúbicos para los zócalos de estribos y machones a 15\$	\$ 1,635
1,065 metros cúbicos de cal y ladrillo para la parte superior de estos a 17\$	\$ 18,105
1,625 metros cúbicos para los muros de refuerzo a 17\$	\$ 27,625
585 metros cúbicos de piedra de granito en trozos de media tonelada, mínimo, para el zócalo de los arcos a 4\$	\$ 2,340
425 metros lineales sillar de piedra de granito, de las canteras de Piedra Liza, para revestimiento de zócalos y demás partes indicadas en los diseños a 20\$	\$ 8,500
330 metros más, cuyo paramento solo será a medio labrar a 16\$	\$ 5,280
3,200 metros cúbicos, terraplén con los desmontes de las excavaciones a 0.50\$	\$ 1,600
8,800 metros sacados del cauce del río a 0.70\$	\$ 6,160
10,500 quintales fierro fundido para los arcos y demás partes del puente, a 3\$ quintal puesto en Lima	\$ 31,500
108 quintales fierro dulce para pernos y cuñas a 7\$	\$ 756
Betún de limaduras de fierro para llenar las puntas de varias piezas	\$ 540
Colocación de todo por 700\$ por arco	\$ 2,100
Pintura.	\$ 1,500
640 metros cuadrados, enlozado de primera clase para las aceras a 5.70\$	\$ 3,682
1,460 metros cuadrados empedrado sencillo a 0.50\$	\$ 730
	\$145,603
Para imprevistos	\$4,397
Importe total	\$150,000

Nota. Transcripción de las partidas del proyecto de 1862. Fuente: Anales del Cuerpo de Ingenieros del Perú, tomo 1, página 37. En el presupuesto se lee que la obra costará ciento cincuenta mil pesos, a pesar que la nomenclatura indica otra moneda..

El presupuesto de 1858 está referido a un proyecto diseñado enteramente en piedra. La idea era hacer un nuevo puente a semejanza del existente porque tenía carácter monumental, una larga duración y poco mantenimiento. Además —explica Dupard—, la construcción de este puente sería factible debido a la existencia de buenos obreros en trabajos con la piedra y buen material pétreo en granito existente en las canteras de Piedra Lisa —a solo 600 varas de la Plaza de Acho—. Por ello, se consideró un ferrocarril en el presupuesto base.

Se ha mostrado que los montos de inversión indicados en cada uno de los presupuestos son distantes. Para las partidas exclusivas relacionadas al puente el presupuesto base del proyecto de 1858 alcanzaba la suma de 400,000 pesos (1,165,590.72 soles actuales) y el presupuesto base del proyecto de 1862 alcanzaba el monto de 150,000 pesos (437,096.52 soles actuales; incluida la estructura metálica).

¿Entonces cabe preguntarse qué hechos contextuales influyeron en los proyectos de 1858 y 1862? Para responder la pregunta realicemos las siguientes observaciones a los presupuestos base:

Observación 1. El presupuesto de 1858 tiene mayor desarrollo de partidas respecto del presupuesto de 1862.

Esto se debe a que el proyecto de 1858 abarcaba obras del puente como de los muros de contención y terraplenes. El puente como requerimiento principal para la conexión de ambos márgenes del río; los muros de contención que fueron necesarios para el encausamiento de las riberas, mientras que los terraplenes tenían el fin de ganar terrenos firmes al río para, posteriormente, venderlos o usarlos como paseos públicos.

También, al ser un proyecto cuyo material principal era la piedra, las partidas fueron subdivididas en varias subpartidas. Por ejemplo, la partida n.º 4 referida a piedra de sillaría para los cimientos, machones, estribos, arcos y piso del puente contempla sub-

partidas de extracción, transporte, trabajo en taller, acarreo, colocación y la mano de obra en cada una de ellas. A esto se sumaron la construcción de un ferrocarril, el suministro de cal y la fabricación de argamasas; procesos que no solo significan el suministro de materiales sino también la mano de obra para la fabricación.

Caso contrario el presupuesto de 1862. La partidas referentes al trabajo de piedra se describen como:

109 metros cúbicos para los zócalos de estribos y machones [...] 1065 metros cúbicos de cal y ladrillo para la parte superior de estos [...] 585 metros cúbicos piedra de granito en trozos de media tonelada, minimum, para el zócalos de los arcos. (Anales del Cuerpo de Ingenieros, 1874, p. 34)

En este caso, la descripción de las partidas es general, no entran al detalle de la cantidad de jornales en mano de obra o los metrados de los suministros como cal y argamasas.

Esta manera de detallar las partidas en el presupuesto de 1862 puede deberse a que la obra se iba a entregar entera o parcialmente a uno o más contratistas. Por ejemplo, podría entregarse a un solo contratista los trabajos que impliquen el uso de la piedra como son las cimentaciones, estribos y machones, y a un segundo contratista las partidas de estructuras metálicas, lo que implicaba conocimiento en fabricación de estructuras de hierro fundido y contratación de mano de obra especializada en izado, instalación, anclaje y acabado e inclusive la gestión en la importación del insumo. La consideración de estructuras metálicas en el proyecto de 1862 reemplazó varias partidas de explotación, suministro, transporte y mano de obra referidos al trabajo en piedra, especificados en el proyecto de 1858.

Estos cambios demuestran que contextualmente en este periodo hace su aparición un nuevo participante: el contratista. Ya existen desde las primeras obras civiles — como el Mercado de la Concepción— la participación de los contratistas a cargo de la ejecución de la obra y en algunos casos también la realización de los expedientes. La aparición de los contratistas es un fenómeno ligado a la economía liberal asumida por el Estado del siglo XIX.

Observación 2. El presupuesto de 1858 tiene mayor costo en sus partidas de piedra que el de 1862.

Al revisar las partidas relacionadas a las estructuras del puente en el presupuesto de 1858, se puede ver que todas las referidas al uso de la piedra han sido subdivididas en suministro, extracción y mano de obra. La descripción de partidas importantes como muros, cimentaciones, machones, estribos y arcos —con sus respectivas dimensiones y volúmenes de piedra y el establecimiento de los costos de la mano de obra por jornal— en cada una de las partidas puede significar que esta obra se iba a entregar por partes a los gremios de artesanos relacionados con la construcción, siendo el gremio de albañiles el más importante y con las partidas de trabajo en piedra más numerosas, en comparación con las partidas de trabajo en madera, solo usada en los encofrados.

Si se asume que la obra podría haber sido entregada a los gremios, el establecimiento de precios unitarios, costos de jornal y plazos de ejecución de partida fijos pudo haber sido un método de control por parte del Estado. El presupuesto de 1858 establece que un maestro picapedrero ganaría 4 pesos por jornal, un albañil 3 pesos, un carpintero 3.5 pesos, un aparejador 5 pesos, un peón para cualquier tarea 1 peso y un acarreador 2 pesos. Por ejemplo, la "Partida 2: Trabajos de fundaciones" se estructura de la siguiente manera: definición de los jornales de mano de obra por partidas de excavación, de eliminación de desmonte y de trabajos preliminares como la construcción de una represa de madera; partida previa y necesaria para la ejecución posterior de los muros, machones y estribos.

- Para su desmonte 5,340 jornales de peón a 1 peso, son 5340.

Tabla 2. Comparativo de partidas del presupuesto contractual de los proyectos de 1858 y 1862

Proyecto de 1858		Proyecto de 1862	
Partida	Subpartida	Partida	Subpartida
1.0 Gastos de establecimiento	Construcción de ferrocarril para el transporte de piedra desde la cantera de Piedra Liza Rieles de madera revestidos de fierro Durmientes de madera Planchas de fierro Colocación de durmientes y rieles		
2.0 Trabajos para las fundaciones de muros y puente	Excavaciones Desmontes Suministro de tablas de pino Suministro de estacas de madera de Chile Fabricación de represa Suministro de tierra arcillosa Transporte Acarreo en obra en altura Agotamiento de aguas para fundación del puente y los muros	Excavaciones y muros	Excavación para los cimientos Muros de refuerzo
3.0 Albañilería de cal y canto para puente y muros	Transporte de la piedra desde la cantera al taller Acarreo de la piedra trabajada desde el taller al pie de obra Suministro de pólvora Extracción y carga de arena de río para fabricación de argamasa Suministro de cal viva Mano de obra para el apagado de la cal		
4.0 Piedra de sillera	Extracción de la piedra Transporte por ferrocarril Suministro de pólvora Labrado de las piedras según clase: primera clase, segunda clase y tercera clase Movimiento al pie de la obra Elevación por medio de pescantes Colocación de la piedra Armamasa para las juntas	Trabajos en piedra	Piedra de sillar de granito para revestimiento de zócalos Mampostería para las cimentaciones Mampostería para zócalos de estribos y machones
5.0 Albañilería de cal y canto	Suministro de ladrillos Transporte de ladrillos Argamasa para los ladrillos Mano de obra	Albañilería de cal y canto	Cal y canto para la parte superior de estribos y machones Piedra de granito para zócalo de arcos
6.0 Capa impermeable sobre las bóvedas	Suministro de argamasa Mano de obra para la instalación		
7.0 Empedrado del piso del puente	Mano de obra de peones y de maestro empedrador Suministro de arena		
8.0 Aceras	Instalación de piedra en aceras		
9.0 Cimbras para las bóvedas	Suministro de madera de roble en diferentes dimensiones Mano de obra para aserrar maderas y formar ensambladuras Mano de obra para cimbrar y descimbrar		

Nota. Realizado sobre la base de la lectura de las especificaciones técnicas del proyecto, donde se muestran que partidas implican mano de obra y técnicas locales-tradicionales y nuevas.

Tabla 2. Comparativo de partidas del presupuesto contractual de los proyectos de 1858 y 1862

Proyecto de 1858		Proyecto de 1862	
Partida	Sub partida	Partida	Sub partida
10.0 Terraplenes	Mano de obra para carga y descarga Mano de obra para el transporte	Terraplenes	Fabricación de terraplén con los desmontes de las excavaciones
11.0 Gastos varios	Empleados, vigilantes herramientas, herreros, gastos no contemplados.	Carpintería metálica	Fierro fundido en quintales para los arcos y demás partes Fierro dulce en quintales para pernos y cuñas Betún de limaduras de fierro para rellenar las juntas
		Pintura	Pintura con mezcla de arena, coltar y cal

Nota. Realizado sobre la base de la lectura de las especificaciones técnicas del proyecto, donde se muestran que partidas implican mano de obra y técnicas locales-tradicionales y nuevas.

- Para subirlas de la excavación 2,500 jornales de peón a 1 peso, son 2,500.
- 400 estacas de 4 varas de largo en madera de Chile, para la represa, a 2 pesos c.u., son 800.
- Para clavarlas con martinete, se emplearan 70 jornales de maestro carpintero a 3 pesos y de 3 peones a 15 reales c.u., lo que hace 7 ½ pesos diarios, son para 7 días: 525.

Los altos costos en las partidas del presupuesto de 1858 se deben también a los mayores metrados de los trabajos en piedra, el mayor tiempo de ejecución de las partidas y al mayor costo del jornal de un trabajador de la piedra. Un maestro aparejador de los bloques de piedra podía ganar hasta 5 pesos por jornal, mientras que un maestro carpintero ganaba hasta 3 pesos y medio por jornal en la fabricación de las cimbras (encofrados).

- El movimiento hasta el pie de la obra para las 5840 varas cúbicas empleará 730 jornales, de un arrimador a 2 ½ pesos y de 4 peones a 1 peso, o sea 6 ½ pesos diarios: 4,745.
- La colocación necesitara 2000 jornales de un taller compuesto de un maestro aparejador a 5 pesos, dos contra maestros a 4 pesos y un peón a 1 pesos, o sea 14 pesos diarios: 28,000.

La “Partida 4: Labrados de piedras” del presupuesto de 1858 indica que se consideraron tres clases de labrado de piedra, según su ubicación en la estructura del puente. De la descripción de los metrados y del precio unitario de la mano de obra se da cuenta de que el costo de la mano de obra que trabaja la piedra fue mayor al suministro del propio material (extracción, transporte y trabajo). Según el presupuesto, la extracción, el uso de la pólvora y el transporte de la piedra desde la cantera hasta el pie de obra —es decir, el suministro del material— tenía un costo de 24,960 pesos, mientras que el costo total de la mano de obra para el trabajo de la piedra en sus tres clases alcanzaba la suma de 241,060 pesos. Esto es, el costo del suministro del material (explotación en la cantera) era aproximadamente la décima parte de la mano de obra y se explica porque realmente no hubo un costo de la piedra como material debido a que las canteras pertenecían al Estado.

- Las 1550 varas cúbicas de piedra labrada de primera clase (para el piso del puente) presentan una superficie de paramento de 2460 varas cuadradas; necesitarán —tanto a causa de la tenacidad del granito como de la sujeción de aparejo— 3100 jornales de maestro picapedrero a razón de 4 pesos cada uno: 12,400.
- Las 2300 varas cúbicas de piedra a medio labrar (para las bóvedas del puente) tienen una superficie de paramento visto de 4605 varas cuadradas, las cuales emplearán en su labranza 5760 jornales de picapedreros a razón de 4 pesos cada uno: 23,040.
- Las piedras de 1ª y 2ª clase (usadas en el piso y las bóvedas, respectivamente) tienen, además, una superficie de juntas y lechos de 28,810 varas cuadradas, de las cuales emplearán 43,2154 jornales de picapedrero a 4 pesos cada uno: 172,860.

- Las 1990 varas de piedra de sillería de 3ª clase o a la rústica (para estribos y machones) tienen una longitud de sillares de 16,380 pies lineales, los cuales necesitarán para las cinceladuras del paramento, juntas y lechos: 8190 jornales a 4 pesos cada uno: 32,760.

Para el caso del presupuesto de 1862. La partidas referentes al trabajo de piedra (explotación, acarreo, trabajo de la piedra e izado) para la estructura del puente que se describen como

109 metros cúbicos para los zócalos de estribos y machones [...] 1065 metros cúbicos de cal y ladrillo para la parte superior de estos [...] 585 metros cúbicos piedra de granito en trozos de media tonelada, minimum, para el zócalos de los arcos [...] 425 metros lineales de piedra de granito, de las canteras de Piedra Liza, para revestimiento de zócalos y demás partes indicados en los diseños a 20\$ [...] 646m metros cuadrados de enlizado de primera clase para las aceras [...] 1460 metros cuadrados empedrado sencillo alcanzan la suma total de 34,992 pesos. (Anales del Cuerpo de Ingenieros, 1874, p. 37)

Se evidencia que el costo de las partidas de trabajos en piedra del proyecto de 1862 es mucho menor al costo de las mismas partidas según el proyecto de 1858. En ambos casos se han considerado explotación, acarreo, trabajo de la piedra, puesta en obra, izado y colocación. Nuevamente es posible que la descripción general de las partidas en piedra del proyecto de 1862 signifique que la obra se iba a licitar con contratistas especialistas en este tipo de obras, a quienes se encargaba una obra a todo costo, solo con precios parciales y especificaciones generales.

Observación 3. El cambio de las especificaciones de materiales y sistemas en los proyectos del puente influyó en el costo de la obra.

El proyecto de 1858 indicaba que los arcos y calzada del puente debían ser de piedra y el proyecto de 1862 ordenaba un puente con arcos metálicos y una calzada de piedra. Es probable que el cambio de las especificaciones de los arcos haya significado la disminución de los volúmenes de piedra para las cimentaciones, estribos y machones, que conforman los cuerpos que reciben el empuje de los arcos, al tener cada tipo de arco masas diferentes.

En esta parte analizaremos las partidas en piedra solamente de lo usado en las cimentaciones, en los estribos y machones. Para uniformizar la lectura de las dimensiones, utilizaremos el sistema métrico decimal para ambos proyectos.

Los arcos de los puentes están sostenidos por los estribos (columnas anchas en los laterales) y los machones (columnas centrales) y estos sobre sus respectivas cimentaciones. De la lectura de las especificaciones, observamos que en el proyecto de 1858 los machones tenían 2.92 m (3.5v) en la parte superior, antes del arranque de las bóvedas y 3.29 m (3.9v) en sus bases, contra el cimientado. Se proyectaron los estribos con un ancho de 4.01 m (4.8v) en el arranque de las bóvedas y 4.18 m (5v) en su base, sobre el cimientado. Es decir, los estribos (estructuras en los extremos del puente) iban a ser más anchos que los machones, posiblemente porque iban a responder a un solo empuje lateral, mientras que los machones respondían al empuje de los arcos en dos sentidos.

La cimentación proyectada fue una sola, con un área de 87.11 m² (104,2 v²) y 2.50 m (3v) de profundidad. Esto es una gran masa de piedra debajo del puente que Dupard proyectó para equilibrar "las presiones cuando los temblores de tierra" y para que la obra "estuviese al abrigo de las excavaciones o socavamientos que se producen siempre en terrenos compuestos de piedras" (Dupard, 1858, p. 124). Hoy en día, esto sería considerado como una gran losa o platea de cimentación.

Para el proyecto de 1862 se consideró las mismas dimensiones para los estribos y machones. El ancho superior de 2.50 m antes del arranque de las bóvedas, el ancho inferior sobre el cimientado de 3.0 m y una altura de 3.50 m desde la cimentación hasta el arranque de las bóvedas. En este caso no fue proyectada una sola losa de cimentación. Más bien, cada es-

tribo y machón tenía su cimentación independiente de 5.50 m y 6.00 m, respectivamente, y con una profundidad de 2.50 m sobre un solado mínimo de piedra de 0.50 m. Este tipo de cimentación independiente con mínimo solado pudo haber sido proyectado debido al menor empuje de la masa que tenía el puente metálico. Para evitar el socavamiento de las cimentaciones por el cauce del río se proyectó un solado de 0.50 m con piedras pesadas en los espacios entre las cimentaciones. La gran diferencia en la estructura se evidencia al ser el proyecto de 1858 enteramente en piedra y debía garantizar que el suelo del río no se deformase por el peso propio de la estructura, por movimientos sísmicos y por ataque del río, para lo cual se proyectó la platea de 2.50 m de profundidad, lo que aumentó el costo de la partida. Así mismo, existe una diferencia de las dimensiones de los estribos y machones, siendo más robustos los del proyecto de 1858, lo que explica el mayor costo del suministro del material y de la mano de obra sobre el proyecto de 1862.

¿Qué características de los proyectos indican si estos impulsarían la industria en el país; si se establecieron relaciones de producción entre una industria y una mano de obra local?

Recurrimos a lo que Cohen (1986) determinó como relaciones de producción como factor fundamental para fomentar el proceso de modernización. Esto es, la relación de producción es la relación entre las fuerzas de producción (instrumentos de producción: industria; materias primas y fuerzas de trabajo: fortaleza, habilidad, conocimiento, inventiva, etc.) y las personas (capacidad técnica). Si los proyectos se pensaron para impulsar la industria del país en el siglo XIX se podrá evidenciar en las partidas presupuestales.

El proyecto de 1858, al ser completamente diseñado en piedra, apelaba a la mano de obra local, cuyo trabajo en piedra era reconocido. Así mismo, el material pétreo solo necesitaba explotarse de la cantera, trasladarse al pie de obra y trabajarse con herramientas sencillas como el cincel y el martillo. Debido a esto podemos decir que el proyecto de 1858 no impulsó el desarrollo industrial el país, solo por el hecho de considerar aspectos constructivos y mano de obra locales.

El proyecto de 1862 tiene una partida de suministro e instalación de arcos metálicos. De la lectura de las partidas, estas son tan generales que se ha establecido que posiblemente se armó el presupuesto base para concursar la ejecución del puente entre contratistas especializados, quienes se encargarían de las importaciones de las estructuras metálicas y la subcontratación de los trabajos con mano de obra local.

Como resultante se obtiene que las diferencias entre los proyectos se manifiestan en su forma y estructura, alcance y especificación, metrados y precios unitarios de las partidas, dimensiones de elementos y unidades de medida. Se mantienen grandes partidas que utilizan mano de obra local, lo cual podría indicar que el contexto en que se desarrollaron los proyectos estuvo marcado por la permanencia de los gremios de constructores y que la modificación del proyecto a uno con estructuras metálicas no favoreció necesariamente la industrialización al requerirse partidas importadas.

Conclusiones

El contexto político, económico y social en que se desarrollan los proyectos del nuevo puente se caracteriza por la calma política, la economía liberal y el reemplazo de las instituciones locales. La calma política permitió que el aparato estatal destinara sus fuerzas a la modernización del país, para lo cual la obra pública fue importante. La economía liberal arraigada en el siglo XIX exigió la apertura del país a los nuevos mercados y facilitó la importación de nuevos insumos, entre ellos las estructuras metálicas de grandes dimensiones, las cuales no se fabricaban en el país. Pero estos cambios no iban a funcionar si la sociedad no se transformaba. Para ello, se reemplazó a quienes realizaban las obras (gremios y maestros mayores) por nuevos actores (arquitectos, ingenieros, contratistas e importadores). Por ello, los dos proyectos para el puente sobre el río Rímac son ejemplos de cómo el contexto social, político y económico influyó en

la proyección de una obra pública y esto se evidencia no solo en su forma geométrica, sino también en sus especificaciones técnicas, materialidad dimensiones y costos.

Referencias

- Anales del Cuerpo de Ingenieros del Perú*, Tomo 1. (1874). Imprenta del Estado.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2023). *Historia del Banco Central de Reserva y la Política Monetaria del Perú*. Tomo 1. Ed. Banco Central de Reserva del Perú.
- Beingolea, J. (2012). *Procesos Activos y Pasivos en la Modernización de la Arquitectura Peruana (1895-1945)* (Tesis para optar al grado académico de maestro en Ciencias con Mención en Arquitectura-Historia, Teoría y Crítica). FAUA-UNI.
- Brambila, F. (s. f.). *Vista de Lima desde las inmediaciones de la Plaza de Toros* [Pintura]. Archivo Histórico de la Armada Española Juan Sebastián de Elcano, Madrid. Google Arts & Culture. <https://artsandculture.google.com/asset/vista-de-lima-desde-las-inmediaciones-de-la-plaza-de-toros-fernando-brambila/QgF8YMvslt3X9w>
- Cohen, G. (1986). *La teoría de la Historia de Karl Marx. Una defensa*. Editorial Pablo Iglesias.
- Diario El Peruano. (1857, 3 de octubre). *La Convención Nacional*. Biblioteca César Vallejo del Congreso de la República.
- Fuentes, M. (1858). *Estadística General de Lima*. Tipografía Nacional de M.N. Corpancho.
- Giddens, A. (1993). *Consecuencias de la Modernidad*. Alianza Editorial.
- Girola, L. (2005). Tiempo, tradición y modernidad: la necesaria re-semantización de los conceptos. *Sociológica*, 20(58), 13-52.
- Gunther, J. (1983). *Planos de Lima, 1613-1983*. Municipalidad de Lima Metropolitana, Petróleos del Perú.
- Habermas, J. (1989). *El discurso filosófico de la modernidad*. Taurus Humanidades.
- Ministerio de Gobierno, Culto y Obra Pública. (1861). *Colección de Leyes, Decretos y Órdenes publicadas en el Perú desde el año 1821 hasta el 31 de diciembre de 1859*. Tomo 6. Felipe Bailly Editor.
- Quiroz, A. (2013). *Historia de la corrupción en el Perú*. Instituto de Estudios Peruanos.
- Tantaleán, J. (2020). *La gobernabilidad y el leviatán guanero. Desarrollo, crisis y guerra con Chile*. Banco central de Reserva del Perú.
- Ueda, A. (2007). *Introducción del Sistema Métrico Decimal en el Perú. Proyecto historia UNI*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Valega, J., y Basadre, J. (1963). *El Perú republicano y los fundamentos de su emancipación*. Sociedad Académica de Estudios Americanos.