

Documento de Trabajo No.49¹**Modelo de simulación de construcción de acueductos****I.- Síntesis**

1.- El **Sistema Estadístico de Costos de la Construcción** es un instrumento que permite elaborar (a) **estadísticas de costos** de construcción de distintos tipos de infraestructura, (b) **proyecciones de costos** bajo distintos supuestos y escenarios, (c) **simulaciones de impacto** de cambios en cualquier factor con incidencia sobre la construcción. **No genera valores de cotización de obras específicas**, sino estadísticas para la realización de los análisis de evolución histórica, proyección y simulación.

2.- La posibilidad de realizar simulaciones permite **fundamentar de manera rigurosa diagnósticos, iniciativas y propuestas de políticas públicas** elaborados para el sector de la construcción, y **generar discusiones conducentes con las distintas instancias del sector público**, de una manera objetiva y propositiva.

3.- El presente documento de trabajo detalla la composición, los parámetros y las series históricas de los **costos de construcción de acueductos**, de 200 mm de diámetro y 100 km de longitud en la provincia de Córdoba.

4.- Los **principales parámetros y supuestos de trabajo** son: producción de 200m por día; 4 operarios categoría 'oficial especial', 2 categoría 'oficial' y 12 categoría 'ayudante'; 8hs diarias de uso de: excavadora sobre oruga (170hph), cargador frontal con retroexcavadora (80hph), camión con caja volcadora (180hph), camión tanque regador (180hph), 2 compactadores manuales (8hph), grupo electrógeno (8hph), 2 camionetas; vida útil de 10,000hs en equipamiento y 400,000km en camionetas, consumo de gasoil de 0.12 litros/hph (equipamiento) y 0.10 litros/km (camionetas); 1.03m de tubos de PVC diámetro 200mm Clase 6 y 0.09m³ de arena por metro de acueducto, entre otros.

5.- Dada la gran **volatilidad de precios relativos habitual en la economía argentina**, la **composición porcentual de los costos en la construcción de acueductos**, al igual que en todos los sectores productivos, **varía fuertemente a través del tiempo**. Por este motivo, no es correcto referirse a 'la composición' de costos, sino a la composición de costo en un momento específico. A abril de 2022, la **composición de los costos** es: 45.3% materiales y combustibles, 8.5% mano de obra, 4.9% maquinarias, 5.8% costos indirectos, 6.5% costos de sede central, 7.1% beneficios y 21.9% costos impositivos.

6.- A modo ilustrativo, este documento de trabajo incluye gráficos con distintos **indicadores de costos** durante los últimos años. En un documento posterior se utilizará el modelo de simulación de costos para estimar distintos **indicadores de huella de carbono de la actividad de construcción de acueductos**.

¹ Documento de Trabajo del Foro de Análisis Económico de la Construcción, mayo de 2022.

II.- La metodología del Sistema Estadístico de Costos de la Construcción

El **Sistema Estadístico de Costos de la Construcción** utiliza una metodología basada en la modelización matemática del funcionamiento de la construcción de distintos tipos de infraestructura, incluyendo la construcción de rutas, de viviendas sociales, de infraestructura eléctrica y de acueductos, objeto este último del presente documento.

La modelización incluye parámetros, que reflejan modos habituales de realizar cada actividad, relaciones técnicas y otros supuestos de trabajo, y variables monetarias, que reflejan los costos unitarios que interactúan con los parámetros para estimar los distintos ítems de costos.

Esta estructura de parámetros y variables monetarias permite (a) manteniendo constantes los parámetros a través del tiempo, **generar estadísticas de costos** a partir de la actualización mensual de las variables monetarias, (b) manteniendo constantes los parámetros a través del tiempo, **elaborar proyecciones de costos** a partir de distintos supuestos acerca de la evolución futura de las variables monetarias, (c) utilizando distintos supuestos acerca de parámetros y variables monetarias, **realizar simulaciones de impacto** de distintos cambios en cualquiera de los factores que inciden sobre los costos.

La **generación de estadísticas de costos** sirve, entre otras cosas, para evaluar eventuales desfases entre los parámetros establecidos en distintos esquemas de redeterminación de costos y los costos reales de distintos tipos de obras de infraestructura.

La **proyección de costos** sirve, entre otras cosas, para adelantar impactos sobre costos y ganar tiempo en el análisis y la consecuente necesidad de toma de decisiones, por ejemplo, ante negociaciones salariales o ante impactos financieros de esquemas de redeterminación de costos.

La **simulación de impactos** permite que posibles acciones sectoriales o propuestas de políticas públicas estén basadas en estimaciones rigurosas sobre los impactos sobre costos de todo lo que se discuta. Esto es muy útil para cambiar el eje de las discusiones entre el sector privado y el sector público.

III.- La estructura de los costos de construcción de acueductos

El modelo de construcción de acueductos contempla los siguientes bloques e ítems de costos:

Bloque I.- Materiales

Tubos de PVC, arena, gasoil, lubricantes.

Bloque II.- Mano de obra

Sueldo bruto básico de operarios categoría 'oficial especializado', sueldo bruto básico de operarios categoría 'oficial', sueldo bruto básico de operarios categoría 'ayudante', adicionales remunerativos, sueldo anual complementario proporcional, vacaciones proporcionales, contribuciones patronales, régimen de asignaciones familiares, Fondo Nacional de Desempleo, Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados, Obra Social, contribución por tarea diferencial, Fondo de Desempleo, Instituto de Estadísticas y Registro de la Industria de la Construcción (IERIC), Fondo para el Desarrollo de la Construcción (FODECO), Fondo de Investigación, Capacitación y Seguridad.

Bloque III.- Maquinarias

Reposición de excavadora sobre oruga, reposición de cargador frontal con retroexcavadora, reposición de camión con caja volcadora, reposición de camión tanque regador, reposición de compactadores manuales, reposición de grupo electrógeno, reposición de herramientas y equipos menores, reposición de camionetas.

Bloque IV.- Costos indirectos

Costos indirectos de obra.

Bloque V.- Costos de Sede Central

Costos de sede central.

Bloque VI. - Beneficios

Beneficios.

Bloque VII.- Costos impositivos

Impuesto sobre los Ingresos Brutos, Contribución por Comercio e Industria, IVA, Impuesto a los Créditos y Débitos Bancarios.

IV.- Los parámetros del modelo de acueducto

A continuación, se presentan los principales parámetros del modelo.

Longitud del proyecto: 100 km

Producción diaria: 200 m

Horas diarias: 8

Cantidad de operarios categoría 'oficial especializado': 4 operarios

Productividad de oficiales especializados: cantidad x horas diarias / producción diaria

Cantidad de operarios categoría 'oficial': 2 operarios

Productividad de oficiales: cantidad x horas diarias / producción diaria
 Cantidad de operarios categoría 'ayudante: 12 operarios
 Productividad de ayudantes: cantidad x horas diarias / producción diaria
 Adicionales remunerativos (presentismo, productividad, otros) (%): 20.00
 SAC (%): 4.17
 Vacaciones (días): 14.00
 Contribuciones patronales (%): 11.00
 Régimen de asignaciones familiares (%): 4.44
 Fondo Nacional de Desempleo (%): 12.00
 Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados (%): 4.00
 Obra Social (%): 6.00
 Contribución tarea diferencial (%): 5.00
 Fondo de Desempleo (%): 3.00
 Instituto de Estadísticas y Registro de la Industria de la Construcción (IERIC) (%): 1.00
 Fondo para el Desarrollo de la Construcción (FODECO) (%): 2.00
 Fondo de Investigación, Capacitación y Seguridad (%): 2.00
 Costos de gestión y administración (% sobre costos): 10.00
 Impuesto sobre los Ingresos Brutos (%): 4.00
 Contribución por Comercio e Industria (%): 0.76
 IVA (%): 21.00
 Impuesto a los Créditos y Débitos Bancarios (%): 1.00
 Costos de Sede Central (%): 10.00
 Mark up (%): 10.00
 Rendimiento de excavadora sobre oruga Cat 312: 8/200 hs/metro
 Rendimiento de cargador frontal con retroexcavadora Cat 416: 8/200 hs/metro
 Rendimiento de camión con caja volcadora VW 330: 8/200 hs/metro
 Rendimiento de camión tanque regador: 8/200 hs/metro
 Rendimiento de grupo electrógeno: 8/200 hs/metro
 Rendimiento de herramientas y equipos menores: 8/200 hs/metro
 Camionetas: 2

Rendimiento de camionetas: 60 km/día
 Vida útil del equipamiento: 10,000 hs de uso
 Vida útil de camionetas: 400,000 km
 Vida útil herramientas y equipos menores = se consumen en la obra
 Vida útil grupo electrógeno = se amortiza en la obra
 Reparaciones y repuestos: 70 % sobre amortización
 Potencia de excavadora sobre oruga: 170 hp
 Potencia de cargador frontal con retroexcavadora: 80 hp
 Potencia de camión con caja volcadora: 180 hp
 Potencia de camión tanque regador: 180 hp
 Potencia de compactador manual: 16 hp (dos compactadores de 8hp cada uno)
 Potencia de grupo electrógeno: 8 hp
 Potencia de equipos menores: 32 hp
 Consumo de gasoil equipamiento: 0.12 litros por hp
 Consumo de gasoil camionetas: 0.10 litros por km
 Consumo de lubricantes: 30% del costo del gasoil consumido
 Tubo PVC diámetro 200 mm Clase 6: 1.030 metros de tubo por metro de acueducto
 Arena Río Segundo: 0.090 m³ por metro de acueducto

V.- Las principales variables monetarias del modelo

Los valores salariales provienen de las escalas salariales de UOCRA y UECARA del Interior para la provincia de Córdoba.

Los valores de los materiales provienen de información de las empresas que participaron del diseño del Sistema Estadístico de Costos de la Construcción, y se actualizan mensualmente de acuerdo a las estadísticas de costos de materiales de la construcción relevadas por la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba².

² Alternativamente, se está trabajando en un proyecto para relevamiento propio de precios de materiales de la construcción a partir de la información publicada en sitios web de comercialización de materiales. Esto permitirá discriminar cuánto de las eventuales diferencias entre las estadísticas de costos del Sistema y las estadísticas oficiales se debe a cuestiones de ponderación (la estructura del modelo) y cuánto es consecuencia de diferencias en los precios considerados.

Los precios de gasoil provienen de las estadísticas generadas por la Secretaría de Energía de la Nación, a través del reporte de las estaciones de servicio de todo el país según Resolución 1104/2004, considerando los precios en la provincia de Córdoba.

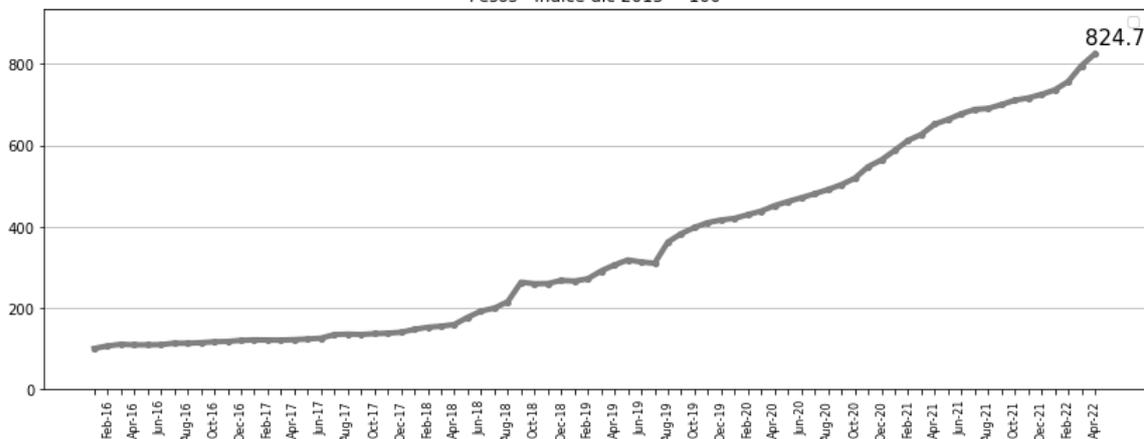
Para los ítems con precios en dólares, como el equipamiento, se utilizan las estadísticas de tipo de cambio oficial publicadas por el Banco Central de la República Argentina.

VI.- Serie histórica de costos de construcción de acueductos

Los siguientes gráficos muestran la evolución de distintos indicadores de costos de la construcción de acueductos entre enero de 2016 y abril de 2022:

Costo de construcción de acueductos

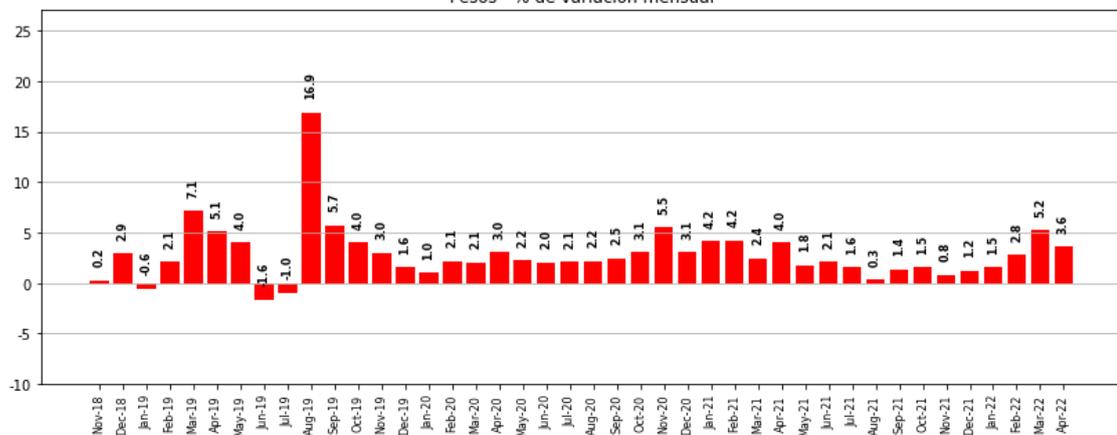
Pesos - índice dic 2015 = 100



Fuente: Economic Trends S.A - Sistema Estadístico de Costos de la Construcción

Costo de construcción de acueductos

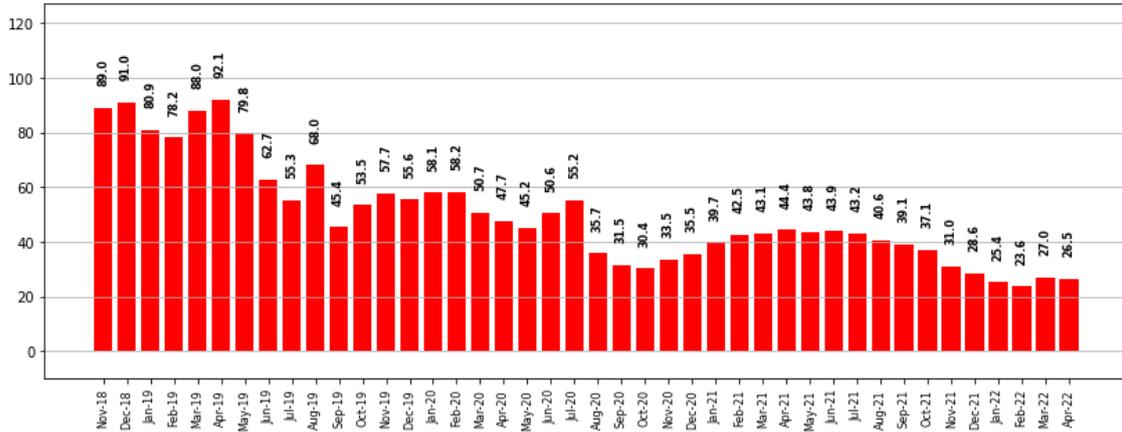
Pesos - % de variación mensual



Fuente: Economic Trends - Sistema Estadístico de Costos de la Construcción

Costo de construcción de acueductos

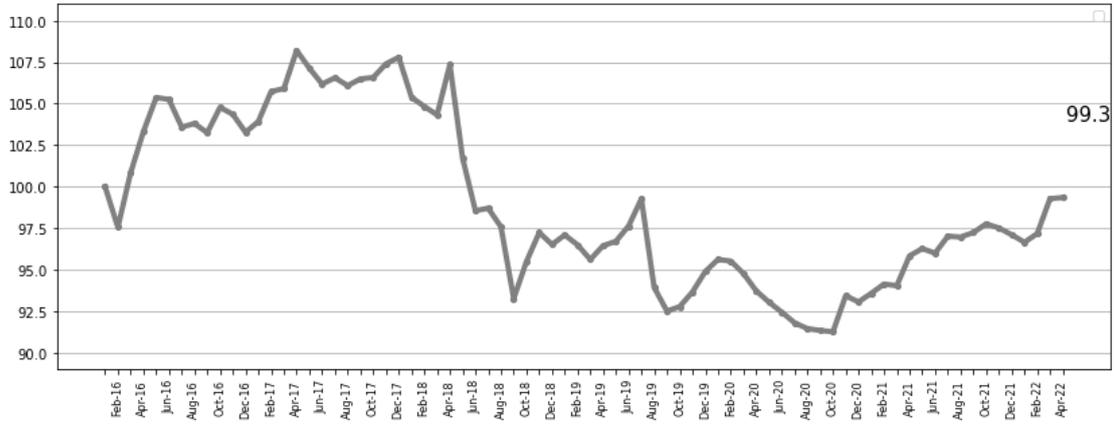
Pesos - % de variación interanual



Fuente: Economic Trends - Sistema Estadístico de Costos de la Construcción

Costo de construcción de acueductos

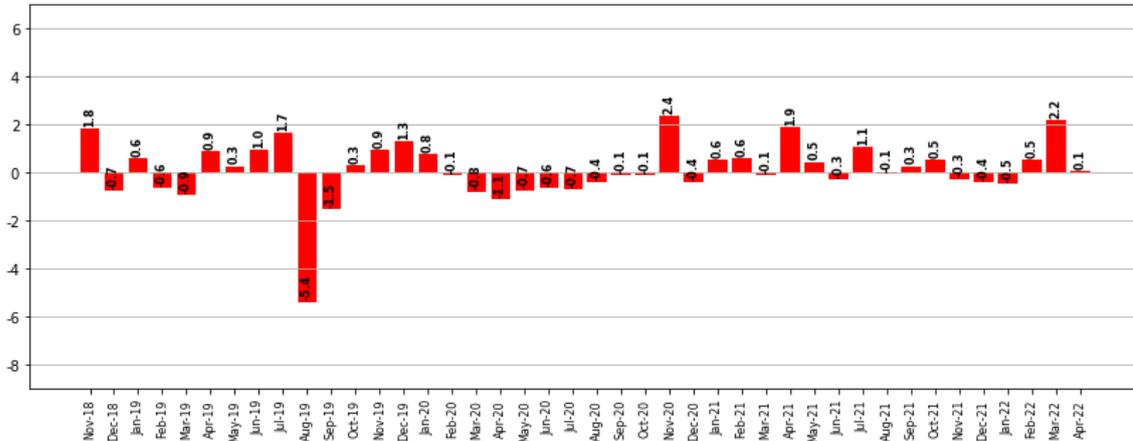
Dólares - índice dic 2015 = 100



Fuente: Economic Trends S.A. - Sistema Estadístico de Costos de la Construcción

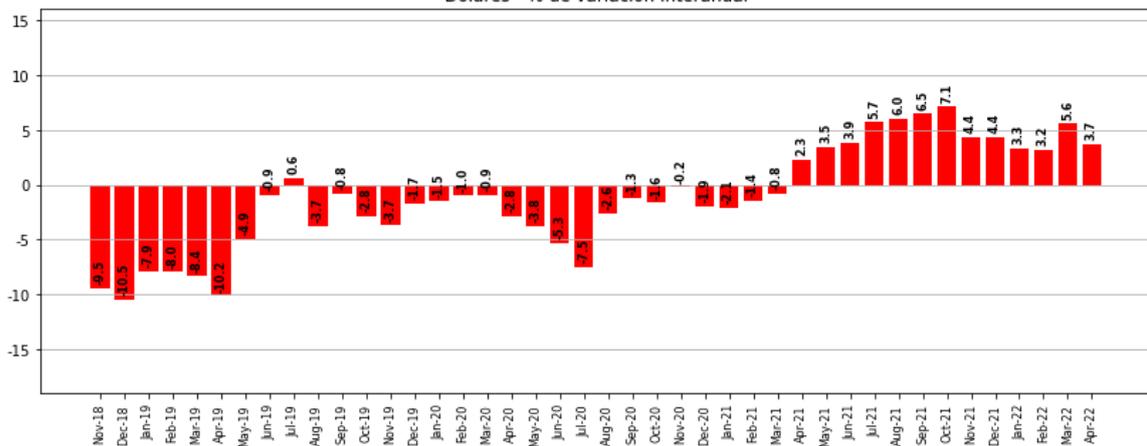
Costo de construcción de acueductos

Dólares - % de variación mensual



Fuente: Economic Trends - Sistema Estadístico de Costos de la Construcción

Costo de construcción de acueductos
Dolares - % de variación interanual



Fuente: Economic Trends - Sistema Estadístico de Costos de la Construcción

VII.- Notas metodológicas

- 1.- El modelo de simulación de costos de acueductos es uno de los componentes del Sistema Estadístico de Costos de la Construcción, diseñado y ejecutado por Economic Trends, con metodología propia, para el Foro de Análisis de la Construcción.
- 2.- Se trata de una metodología ya aplicada por Economic Trends en los Sistemas Estadísticos de Costos de distintos sectores, como los de la Cámara Empresaria del Autotransporte de Cargas de Córdoba, la Asociación de Propietarios de Camiones de Mendoza, la Cámara Argentina de Centros de Contacto, la Cámara de Turismo de Córdoba, la Asociación de Clínicas, Sanatorios y Hospitales Privados de la Provincia de Córdoba, las asociaciones de clínicas de Mendoza, San Juan y Entre Ríos, entre otras.
- 3.- El modelo está desarrollado en lenguaje de programación PYTHON, y permite (a) generar estadísticas de costos, (b) realizar proyecciones de costos bajo diferentes escenarios, (c) realizar simulaciones de impacto de cambios en cualquier factor con incidencia sobre los costos de construcción de rutas.
- 4.- Todos los supuestos de trabajo son parámetros que se mantienen fijos a los fines de la generación de estadísticas, pero son modificables para la realización de simulaciones.
- 5.- La metodología utilizada no sufre la distorsión que, en una economía volátil como lo es la economía argentina, se produce cuando se modifican abruptamente los precios relativos y se utilizan metodologías tradicionales de generación de estadísticas de costos, basadas en promediar variaciones porcentuales de costos de distintos items con ponderadores fijos en el tiempo, que suponen participaciones constantes cuando éstas se modifican mientras cambian los precios relativos.

6.- El Sistema Estadístico de Costos de la Construcción no genera valores de cotización de obras específicas, sino un modelo para evaluar la evolución de los costos, la proyección de los mismos bajo distintos supuestos y la simulación de impactos de distintos factores con incidencia sobre los costos.

7.- El modelo utilizado no incluye análisis de costos financieros y de redeterminaciones de costos, para lo cual el Foro de Análisis Económico de la Construcción desarrolló un modelo complementario para simular dichos costos bajo distintos supuestos de trabajo³.

Informe elaborado por
el **Comité de Análisis del Foro de Análisis Económico de la Construcción**,
con la asistencia técnica de **Economic Trends S.A.**

El **Foro de Análisis Económico de la Construcción** es un espacio de **investigación continua** (cada análisis genera inquietudes que realimentan el proceso), **integrada** (integra a economistas y empresarios de la construcción en un Comité de Análisis) y **focalizada** (pretende la rigurosidad propia de la actividad académica, pero con foco en temas específicos de interés para el sector).

³ Ver Documento de Trabajo No.17: “Incidencia de inflación, esquemas de redeterminación y plazos de pago sobre los costos de construcción”, Foro de Análisis Económico de la Construcción, octubre de 2018.