

Gestión y Control de Costos del Proyecto

Objetivo del análisis económico

El presente documento tiene como finalidad documentar el análisis económico del proyecto, incluyendo la estimación inicial de costos, el registro de los costos reales incurridos durante el desarrollo, y la comparación entre ambos valores.

La gestión de costos permite evaluar la viabilidad técnica–económica del sistema desarrollado, analizar desviaciones presupuestarias y extraer conclusiones relevantes para futuros desarrollos o escalado industrial.

Metodología de estimación de costos

Previo al inicio de la etapa de construcción, se realizó una estimación preliminar de costos basada en:

- Precios de mercado de componentes electrónicos y mecánicos.
- Presupuestos de proveedores locales.
- Estimación de horas de trabajo de impresión 3D.

La estimación incluyó tanto costos directos (materiales y componentes) como costos indirectos (herramientas, servicios, impresión 3D, etc.).

Para estructurar el análisis, los costos fueron agrupados en las siguientes categorías:

- Componentes mecánicos (perfiles, rodamientos, tornillería, piezas impresas).
- Componentes electrónicos (motores, drivers, microcontroladores, fuentes).
- Sistema de visión.
- Cableado y accesorios.
- Mano de obra 3d.
- Costos imprevistos.

Costos estimados

Los costos estimados fueron calculados antes de la adquisición de los componentes y reflejan la planificación económica del proyecto.

Cada ítem fue presupuestado considerando:

- Cantidad requerida.
- Precio unitario estimado.
- Costo total estimado por ítem.
- Subtotal por categoría.

El total estimado del proyecto corresponde a la suma de todos los subtotales por categoría.

Parte mecanica

- Diseño e impresión 3D - \$120 mil pesos
- 3-Motores paso a paso - \$48 mil pesos
- 4-Servo motores - \$50 mil pesos
- 6-Rodamientos lineales 8mm - 13 mil pesos
- 3-Rodamiento de bolas 8mm - 6 mil pesos
- 2 Varilla lisa y rectificada de 8mm - 30 mil pesos
- 2 Varilla roscada cnc 8mm con tuerca. 32 mil pesos
- Inyectores automotrices - Gratis
- Bomba elevadora de presión – Gratis

Total parte mecanica. \$299 mil pesos

Parte electronica.

- 1 - Arduino Mega - 30 mil pesos
- 1 - Ramps - 9 mil pesos
- 3 - Driver pololus - 18 mil pesos
- 4 - Sensores final de carrera - 12 mil pesos
- 4 - Sensores de corriente - 28 mil pesos
- Fuente 12v - 30 mil pesos
- Fuente 5v - 23 mil pesos

Total electronica \$150 mil pesos.

Total mecanica + electronica.\$449 mil pesos.

Estos precios son estimativos , posiblemente sea mayor el monto final debido a modificaciones/complicaciones. En esta lista está referido lo fundamental ya comprado con su precio final.

Luego poseemos un presupuesto de los elementos faltantes, se estima.

- Impresión 3D de los soportes para los inyectores \$50 mil pesos
- Batea y sistema ultrasonico \$240 mil pesos.
- Perfiles de aluminio \$45 mil pesos.
- Acrilicos para hermetizar \$20 mil pesos.
- Mangueras de alta presión \$15 mil pesos

Aproximadamente al dia de la fecha. \$370 mil pesos.

Costo total estimado del proyecto \$819 mil pesos

Costos reales

Durante la ejecución del proyecto se registraron los costos reales incurridos, incluyendo:

- Reposición de piezas defectuosas.
- Material adicional no previsto inicialmente.
- Costos asociados a iteraciones de diseño e impresión.

Los valores reales pueden diferir de los estimados debido a:

- Errores de estimación inicial.
- Modificaciones en el diseño.

Lavadora de Ecus

Componente/Descripción	Cantidad	Unidad	Precio U	Precio total
Motores Nema 17	2	u	\$ 16,000.00	\$ 32,000.00
Servomotores MG946R	4	u	\$ 9,450.00	\$ 37,800.00
Arduino Mega 2560	1	u	\$ 29,350.00	\$ 29,350.00
Acoples flexibe 8mm	4	u	\$ 5,829.00	\$ 23,316.00
Fuente 5v 20A	1	u	\$ 24,541.00	\$ 24,541.00
Fuente 12v 20A	1	u	\$ 26,964.00	\$ 26,964.00
Varilla Templada Rectificada 8mm 1 metro	2	u	\$ 21,519.00	\$ 43,038.00
Tuerca para Varilla 8mm	2	u	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
Varilla Roscada 8mm	2	u	\$ 18,913.00	\$ 37,826.00
Rodamientos Lineales 8mm	4	u	\$ 2,750.00	\$ 11,000.00
Ramps 1.4	1	u	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Drvies Pololu DRV8825	2	u	\$ 6,300.00	\$ 12,600.00
Cable Motor Nema17 150cm	6	u	\$ 7,000.00	\$ 42,000.00
Finales de Carrera	2	u	\$ 3,000.00	\$ 6,000.00
Placa Acrilico Transparente 60x40x2	6	u	\$ 20,106.00	\$ 120,636.00
Módulo L298N	1	u	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Impresiones 3D	1	u	\$ 80,000.00	\$ 80,000.00
			Subtotal	\$ 547,071.00

Robot SCARA

Componente/Descripción	Cantidad	Unidad	Precio U.	Precio total
Mecanica:				
Perfil Aluminio 2040	1	metro	\$ 26,950.00	\$ 26,950.00
V Slots 5mm	13	u	\$ 1,896.62	\$24,656.06
Poleta GT2 16 Dientes	4	u	\$ 3,747.50	\$14,990.00
Correas GT2 6mm	9	u	\$ 5,180.00	\$46,620.00
Tornilleria: Bulones Arandelas Tuercas	-	-	-	\$98,366.77
Cable piel de serpiente por metro (3mm 5mm 8mm 12mm)	4	u	\$ 7,635.75	\$30,543.00
Termocontraible (6mm 8mm 12mm 14mm)	4	u	\$ 2,239.75	\$8,959.00
Rodamientos 625	9	u		↓
Rodamientos 6805	2	u		↓
Rodamientos 290	2	u		\$171,000.00
Electronica:	1			
Arduino Mega 2560	1	u	\$ 29,799.00	\$29,799.00
Ramps 1.4	2	u	\$ 6,944.00	\$13,888.00
Fuente 12v 15A	1	u	\$ 18,685.00	\$18,685.00
Motores Nema 17 Alto torque 4.3 kgcm	3	u	\$ 17,900.00	\$53,700.00
Motor Nema 17 Pancake 1.8 kgcm	1	u	\$ 15,320.00	\$15,320.00
Driver pololu DRV8825	6	u	\$ 3,648.33	\$21,889.98
Servomotor SG90	1	u	\$ 3,499.00	\$3,499.00
Finales de carrera microswitch	5	u	\$ 2,991.00	\$14,955.00
Cable motor para motores Nema x 1 metro	9	u	\$ 3,200.00	\$28,800.00
Impresión 3D				
Filamento PETG Ambar 1 kg	2	u	\$ 20,199.00	\$40,398.00
Insertos 3D para rosca M3 X 100u	1	u	\$ 63,809.00	\$63,809.00
Costo de Impresión piezas pequeñas	-	-		\$78,800.00
Costo de Impresión piezas grandes	-	-		\$35,000.00
			Subtotal	\$ 840,627.81

Visión Artificial

Componente/Descripción	Cantidad	Unidad	Precio U	Precio total
Camara Logitech 270 (720p)	1	u	\$ 41,998.00	\$ 41,998.00
			Subtotal	\$ 41,998.00

Costo total del proyecto	\$ 1,429,696.81
--------------------------	-----------------

Análisis de desviaciones

Las principales causas de desviación detectadas fueron:

- Sobre compra de componentes para poseer repuestos
- Componentes mecánicos como rodamientos cuyo precio real superó el estimado.
- Incremento en la cantidad de material de impresión 3D debido a iteraciones de diseño.
- Inclusión de elementos de mejora no contemplados inicialmente.
- Costos de logística no considerados en la estimación preliminar.

Costo total del proyecto y conclusiones

El costo total final del sistema se determinó como la suma de los costos materiales de los 3 sistemas.

La estimación inicial del proyecto fue de **\$819.000 ARS**. El costo real final ascendió a **\$1.429.696,81 ARS**, lo que representa una desviación absoluta de **\$610.696,81 ARS** y un incremento relativo aproximado del **74,6 %** respecto del presupuesto inicial.

Causas principales de la desviación

La variación entre presupuesto y gasto efectivo se explicó fundamentalmente por:

- **Precio real de componentes críticos:** los rodamientos y otros elementos mecánicos de precisión resultaron más caros de lo estimado.
- **Subestimaciones puntuales:** ciertas piezas electrónicas y estructurales tuvieron un costo unitario superior al previsto.
- **Reemplazo de piezas por daños en pruebas:** durante la fase de integración y puesta a punto se requirieron reposiciones que no habían sido previstas en la estimación inicial.
- **Compra de repuestos en exceso:** se adquirieron unidades adicionales (por ejemplo drivers Pololu y otros repuestos) para asegurar disponibilidad y reducir tiempos de paro, lo que aumentó el desembolso inicial.

Desde el punto de vista económico, el proyecto superó ampliamente el presupuesto original; no obstante, el desvío se encuentra debidamente identificado y documentado. El costo real obtenido constituye ahora el valor de referencia válido para cualquier análisis posterior de replicación, escalabilidad o evaluación de viabilidad productiva. En consecuencia, los montos efectivamente ejecutados deberán considerarse como línea base económica consolidada del sistema desarrollado.