

UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL EN COMPUTACIÓN E
INFORMÁTICA**



Informe de plan de proyecto

“Claw-ty”

**Alumnos: Juan-Daniel Castillo
Javier Echeverría
Alexander Pinto
José Terrazas**

Asignatura: Proyecto I

Profesor: Baris Klobertanz



Tabla 1. Historial de cambios

Fecha	Versión	Descripción	Autor(es)
26/09/2025	1.0	Formulación del Proyecto	Juan-Daniel Castillo Javier Echeverría Alexander Pinto José Terrazas
02/10/25	1.1	Elaboración Panorama General y Especificación del Problema	Juan-Daniel Castillo
03/10/25	1.2	Se añadieron Objetivos, Restricciones y se definió la Organización del Personal	Javier Echeverría Alexander Pinto
09/10/25	1.3	Definición de Actividades y actualización Carta Gantt	Juan-Daniel Castillo
10/10/25	1.4	Finalización del encabezado 2	Juan-Daniel Castillo
12/10/25	1.5	Elaboración completa del encabezado 4 y de finalización de Entregables	Alexander Pinto Juan-Daniel Castillo
15/10/25	1.6	Elaboración Gestión de Riesgos	José Terrazas
17/10/25	1.7	Elaboración de conclusión y revisión del documento	Juan-Daniel Castillo Alexander Pinto
28/11/25	1.8	Revisión del informe.	Todo el grupo



Tabla de Contenidos

1. Panorama General	6
1.1. Especificación del Problema	6
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	7
1.3. Restricciones	8
1.4. Entregables	8
2. Organización del Personal	9
2.1. Descripción de los Roles	9
2.2. Personal que cumplirá los Roles	9
2.3. Mecanismos de comunicación	10
3. Planificación del proyecto	11
3.1. Actividades	11
3.2. Carta Gantt	13
3.3. Gestión de Riesgos	14
4. Planificación de los Recursos	16
4.1 Hardware	16
4.2 Software	16
5. Conclusión	19
6. Referencias	20



Índice de Tablas

Tabla 1. Historial de cambios	2
Tabla 2. Restricciones del proyecto	7
Tabla 3. Organización del personal	8
Tabla 4. Planificación de actividades	10
Tabla 5. Riesgos del proyecto	14
Tabla 6. Costo de hardware	16
Tabla 7. Costo de software	16
Tabla 8. Costo de personal de trabajo	17
Tabla 9. Costos totales	17

Índice de figuras

Figura 1. Carta Gantt.	12
------------------------	----



1. Panorama General

En la actualidad la industria minera es una de las principales fuentes económicas de Chile. Según datos del Banco Central de Chile (2024), la minería representó un 11.7% del PIB nacional, por lo que resulta vital para el país mantenerla competitiva a nivel global, para esto es necesario cumplir con los estándares contemporáneos de productividad, costos y seguridad.

El medio para afrontar este desafío es transicionar a la Minería 4.0, un modelo que se caracteriza por la digitalización y automatización de procesos.

1.1. Especificación del Problema

Durante este proyecto, estudiantes de Ingeniería Civil en Computación e Informática, experimentaran una aproximación al escenario real planteado en el panorama general.

Específicamente se implementará una garra robótica capaz de cargar el material fragmentado hacia los vehículos de transporte y controlada a través de una interfaz gráfica, con el fin de mejorar la seguridad y optimizar la eficiencia del proceso.

Para la construcción del prototipo se utilizará el kit Lego Spike Prime, este ofrece las herramientas necesarias para el ensamblaje, ya que cuenta con piezas para construir la estructura de la garra y motores que se encargan de generar los movimientos de apertura, cierre, elevación y desplazamiento lateral. Además cuenta con una API que permite programar los componentes del prototipo para controlar su funcionamiento para conectarlo a una interfaz gráfica.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Implementar un prototipo de garra robótica con el kit Lego Education: Spike Prime, capaz de cargar el material minero hasta el vehículo transportador. Se debe controlar con una interfaz gráfica y contar con capacidad para realizar apertura, cierre, ajuste de altura y desplazamientos laterales.



1.2.2. Objetivos Específicos

- Investigar al menos tres diseños para el robot en las primeras dos semanas de proyecto y compararlos en términos de resistencia estructural, movilidad y tamaño.
- Investigar y seleccionar al menos una biblioteca que sea compatible con el kit Lego Spike Prime, para codificar el movimiento de los motores del robot en las primeras dos semanas.
- Seleccionar y ensamblar un diseño funcional durante el primer mes, debe contar con una estructura que le permita abrir y cerrar la garra, elevarse y desplazarse horizontalmente.
- Codificar los movimientos de apertura y cierre de garra, elevación y desplazamiento lateral de la estructura, hasta la mitad del segundo mes del proyecto.
- Realizar pruebas de compatibilidad de la estructura del robot con la codificación de los movimientos, se deben poder realizar los movimientos principales de la garra. Este objetivo se desarrollará las dos semanas siguientes después de tener listo un prototipo funcional.
- Definir y ensamblar el diseño final para el robot, ajustando los problemas encontrados en las pruebas de compatibilidad, asegurándose de que funcione correctamente, durante el segundo mes del proyecto.
- Realizar ajustes en la codificación de los movimientos del robot, después de definir el diseño final, debe ser capaz de realizar la apertura y cierre de la garra, movimiento de la base, brazo y codo sin romperse, este objetivo debe estar completo al menos 2 semanas antes de la fecha final del proyecto.
- Investigar y seleccionar bibliotecas para codificar la interfaz de usuario de control del robot, durante el primer mes y medio. Este objetivo se debe iniciar después de contar con un prototipo funcional tanto de la estructura como de los movimientos.
- Desarrollar una interfaz gráfica que permita a un usuario controlar los movimientos del brazo, codo, garra y base del robot, se debe tener un prototipo funcional al menos 3 semanas antes de fecha final del proyecto.



1.3. Restricciones

Tabla 2. Restricciones del proyecto

Restricción	Detalle
Limite de tiempo	3 meses.
Material	kit Lego Spike Prime.
Personal	5 personas.
Software	Se debe programar con librerías compatibles con el kit de Lego.
Ubicación	El kit de lego solo se puede usar en la universidad.
Registro	El registro del proyecto se debe realizar en Redmine.

1.4. Entregables

- Informe inicial:** Documento que proyecta la fase de planificación como el alcance y los objetivos que se tiene como expectativa, los roles asignados y los primeros registros de desarrollo que se tuvieron como propuesta inicial.
- Informe final:** Documento que mostrará los resultados y describirá los objetivos completados, servirá para analizar el desempeño y los riesgos que se enfrentaron y así mismo cómo lo afrontaron.
- Presentación oral:** Presentación integral del proyecto, basándose en el informe final del proyecto propiamente tal, junto a puntos claves determinados en su desarrollo. Se concluirá con una demostración del robot, demostrando así todas sus capacidades y un rendimiento satisfactorio.
- Código base del cliente y servidor:** Archivos del código utilizado en el proyecto.
- Página en redmine del proyecto:** Página donde se registra y visualiza la organización de actividades del proyecto mediante la Carta Gantt.
- Bitácora:** Informe semanal que describe el avance del proyecto y los desafíos encontrados, asimismo la distribución de las tareas asignadas y desafíos futuros.



2. Organización del Personal

La organización dentro de un grupo es fundamental para llevar a cabo un trabajo de manera efectiva. Es importante distribuir las tareas de forma adecuada, de modo que cada integrante contribuya al cumplimiento de los objetivos. Los roles fueron elegidos en una reunión, centrándose principalmente en que cada integrante esté en un rol en el que tenga habilidades y se sienta cómodo realizando.

2.1. Descripción de los Roles

- **Jefe de Proyecto:** Es el encargado de la representación del equipo de trabajo, y tiene la responsabilidad de planificar, organizar y supervisar todas aquellas etapas en las que fue desarrollado el proyecto. Asimismo, es quien coordina las tareas que tratará cada integrante y vela por el cumplimiento de los objetivos y los plazos previamente establecidos.
- **Ensamblador:** Es quien se encarga del montaje y armado de las piezas del robot, asegurando la eficiencia de cada componente. Por otro lado, contribuye con el programador para verificar el cumplimiento de las funcionalidades y el rendimiento del sistema.
- **Programador:** Tiene la responsabilidad del desarrollo de codificación y programación del robot, velando por su óptimo rendimiento. Cooperar con el ensamblador para todos aquellos ajustes y optimizaciones del robot.
- **Documentador:** Tiene a su cargo el registro de avances del proyecto, por ejemplo: elaborar las bitácoras semanales y realizar los informes finales.

2.2. Personal que cumplirá los Roles

Tabla 3. Organización del personal

Rol	Responsable
Jefe de proyecto	Alexander Pinto
Programador	Javier Echeverria
Ensamblador	José Terrazas
Documentador	Juan-Daniel Castillo



2.3. Mecanismos de comunicación

Los principales medios de comunicación que utilizaremos son los siguientes:

- **WhatsApp:** Mensajería y coordinación rápida entre los integrantes del grupo
- **Discord:** Para realizar reuniones personales y grupales, aprovechando sus canales de voz y texto para una mejor organización y comunicación en tiempo real.
- **Reuniones presenciales:** Útiles para una comunicación más directa que aprovecharemos para tomar decisiones, registrar avances y ajustar el progreso del proyecto.



3. Planificación del proyecto

La planificación del proyecto es una parte fundamental para asegurar la correcta ejecución y cumplimiento de los objetivos. En esta sección se presenta como se planificó el proyecto por medio de objetivos específicos y los integrantes que son responsables de este, junto con que se busca realizar por medio de este mismo, además, se mostrará el cumplimiento de las actividades propuestas por medio de la carta Gantt.

3.1. Actividades

Tabla 4. Planificación de actividades

Nombre	Descripción	Responsables	Producto
Experimentación con el kit de LEGO	Se realiza la inducción al kit de LEGO	Todo el grupo.	Familiarización con la construcción y codificación del kit.
Identificación del problema	Análisis del panorama general.	Todo el grupo.	Comprender qué problema debe resolver el proyecto.
Objetivos del proyecto	Se definen objetivos generales y específicos.	Juan-Daniel Castillo.	Claridad sobre qué tareas realizar.
Investigación de modelos	Se buscan modelos útiles para	José Terrazas. Alexander Pinto.	Obtener referencias que sirvan de base para el desarrollo del prototipo.
Construcción del prototipo	Se construye la base y brazo del prototipo	José Terrazas.	Ensamblar las piezas del kit y asegurar la estabilidad del modelo y diseño del prototipo de manera eficiente.
Pruebas con el código	Se experimenta con el uso de motores	Javier Echeverría. Juan-Daniel Castillo	Probar y optimizar el código para lograr un funcionamiento correcto del prototipo.



Tabla 3. Planificación de actividades (Continuación)

Nombre	Descripción	Responsables	Producto
Construcción del prototipo	Se construye la garra	Alexander Pinto.	Establecer la estructura base sobre la cual se desarrollarán las siguientes etapas del prototipo .
Ensamblado del prototipo	Se unen las partes construidas para tener el prototipo funcional	José Terrazas.	Asegurar que todas las piezas estén correctamente conectadas y que el sistema funcione de manera estable.
Codificación de movimientos	Se codifican los movimientos del brazo y garra	Javier Echeverría.	Desarrollar la lógica programando las acciones planificadas.
Pruebas iniciales	Pruebas para corregir y ajustar el funcionamiento del robot	Todo el grupo.	Detectar posibles fallas y realizar ajustes en la programación o en el prototipo.
Bitácoras semanales	Registro de avance, problemas, solucionar y tareas a realizar.	Juan-Daniel Castillo	Tener un seguimiento claro del progreso del proyecto.



3.2. Carta Gantt

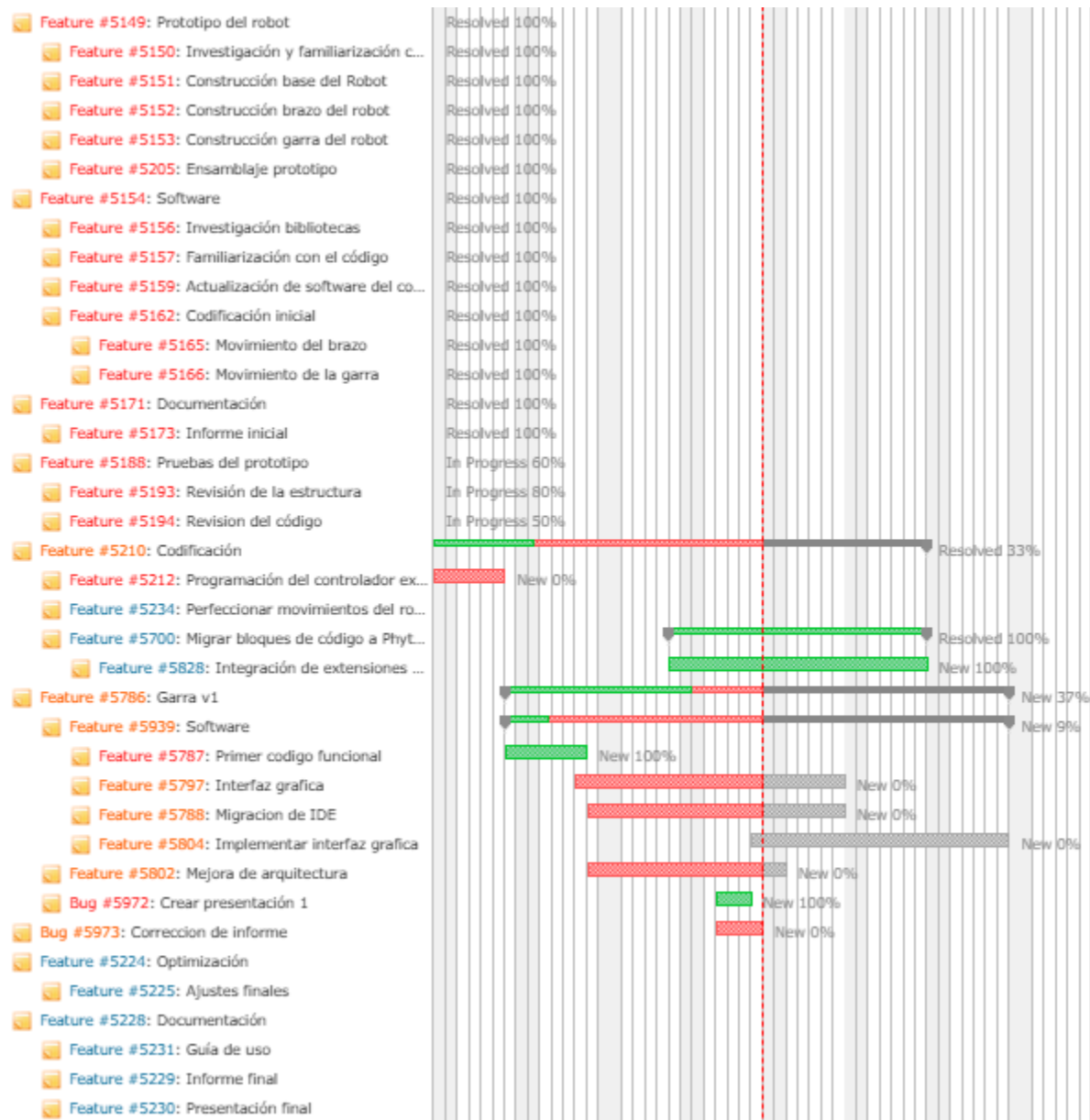


Figura 1. Carta Gantt.



3.3. Gestión de Riesgos

A continuación, se expondrá una tabla que desglosa los problemas que se han presentado en esta primera fase del proyecto. La tabla será un resumen del impacto de los desafíos que estarán clasificados en cinco niveles distintos. Cada nivel será asociado al tipo de daño.

1. Daño catastrófico: Las medidas que se tomarán en este caso serán de manera inmediata, puede provocar que el proyecto se detenga y retrase de forma considerable, teniendo que empezar desde cero.
2. Daño crítico: Se necesita tomar medidas que resuelvan el riesgo, puesto que puede producir retrasos en varias fases del proyecto.
3. Daño circunstancial: El riesgo, amerita que se solucione de inmediato, debido a que puede perjudicar en el desarrollo en una etapa base del proyecto.
4. Daño irrelevante: El problema no es esencial, puede ser una situación imprevista que puede solucionarse en cualquier momento.
5. Daño recurrente: El riesgo no es significativo, simplemente es reiterativo, puede retrasar en algunas tareas, pero no en etapas.



Tabla 5. Riesgos del proyecto

Riesgos	Nivel de impacto	Acción remedial
Abandono de personal	1	Reestructurar la gestión de tareas y recortar labores con menor importancia, para no sacrificar la eficacia del proyecto.
Pérdida de robot	1	Comprar un nuevo kit de lego spike prime con el dinero en conjunto del grupo y poner una nueva custodia al robot.
Atraso en el cumplimiento de tareas	2	Instaurar límites de tiempo y organizar las tareas parecidas para mejorar la eficiencia y reajustar los horarios para encontrar mayor tiempo en los encargos críticos en caso de atraso.
Ausencia repentina por fuerza mayor	2	Llenar ese rol con un integrante que tenga las capacidades que se requieren o retrasar tareas que se puedan postergar.
Rotura de piezas	3	Solicitar un reemplazo de las piezas rotas o comprar nuevas.
Inestabilidad del diseño del robot	3	Investigar un prototipo de mayor estabilidad o hacerle ajustes al mismo diseñado y repartir el peso a los puntos que provocan la inestabilidad.
Fallo en la programación del robot	4	Depurar el código para enmendar el fallo.
Problemas con la señal de internet	5	Probar con otras señales de la universidad, cambiar a una conexión privada o por vía cable ethernet.



4. Planificación de los Recursos

Para el desarrollo adecuado del proyecto es fundamental identificar.

Estos recursos se dividen en tres categorías principales: hardware, software y costos estimados.

En primer lugar, el hardware corresponde a todos los componentes físicos utilizados para llevar a cabo las actividades, como los Set Lego SPIKE Prime y equipos de computación utilizados para la programación y el control del sistema.

En segundo lugar, el software incluye las herramientas digitales y plataformas requeridas para programar, gestionar y operar, abarcando desde entornos de desarrollo hasta aplicaciones específicas de LEGO y VS Code.

Finalmente, la estimación de costos permite proyectar el presupuesto necesario para adquirir estos recursos, ofreciendo una visión clara del gasto asociado al desarrollo del proyecto y facilitando una correcta planificación económica.

4.1 Hardware

- Set Lego SPIKE Prime.
- Expansión de lego SPIKE Prime.
- Computador con el sistema operativo necesario para poder programar las instrucciones para el robot.
- Mandos de ps4.

4.2 Software

- Licencia Microsoft Office .
- VS Code.
- Lego Mindstorms.
- Lego Spike.



4.3 Estimación de Costos

Tabla 6. Costo de hardware

Producto	Precio (CLP)
Set “LEGO EDUCATION: Juego Spike Prime	\$500.000
LEGO Education SPIKE Prime Expansion	\$460.000
Notebook Samsung Essential Windows 11	\$500.000
Notebook Lenovo ThinkPad T14	\$320.000
Notebook HP 15-fc0004la AMD Ryzen 3 8GB 512GB SSD 15,6"	\$349.999
Mandos de PS4	\$60.000
Precio total	\$2.189.999

Tabla 7. Costo de software

Producto	Precio (CLP)
Licencia Microsoft Office	\$10.000
Precio total	\$10.000



Tabla 8. Costo de personal de trabajo

Rol	Horas	Horas extra	Precio/Hora (CLP)
Jefe de proyecto	16 horas	7 horas	\$50.000
Programador	16 horas	7 horas	\$40.000
Ensamblador	16 horas	8 horas	\$20.000
Documentador	16 horas	10 horas	\$30.000
Total :	-	-	\$3.330.000

La contabilización de horas comienza cuando se forma el grupo de trabajo, considerando como fecha de inicio el 09-12-2025. Las horas se registran según el tiempo dedicado en clases, mientras que las horas extras corresponden al trabajo realizado fuera del horario de clases dentro del mismo departamento de informática.

Tabla 9. Costos totales

Total de costos (CLP)	
Costo Hardware	\$2.189.999
Costo Software	\$10.000
Costo Empleados	\$3.274.000
Total	\$5.473.99



5. Conclusión

Durante la etapa inicial del proyecto, se consiguió familiarizarse con la construcción de bloques LEGO, conocer bibliotecas para codificar los motores que controlan los movimientos de agarre, cierre, ajuste de altura y desplazamiento horizontal del robot se probó su eficiencia manipulando bloques de lego (que simulan minerales). Con las pruebas determinamos que se logró un prototipo funcional tanto de la estructura como de la codificación.

Para la siguiente etapa del proyecto se debe implementar una interfaz gráfica que permita al usuario controlar los movimientos de la garra.



6. Referencias

Banco Central de Chile. (2024). *Cuentas Nacionales: Participación sectorial del PIB*.
[Base de Datos Estadísticos \(BDE\)](#)

Ebay. (s.f.). *Página de compra de LEGO Education SPIKE Prime*.

Líder. (s.f.). *Página de compra de LEGO Education SPIKE Prime Expansión*.

Abc. (s.f.). *Página de compra de Notebook Samsung Essential Windows 11*.
<https://www.abc.cl/notebook>

Tecnoboss. (s.f.). *Página de compra de Notebook Lenovo ThinkPad T14*.
<https://tecnoboss.cl/notebook>

Abc. (s.f.). *Página de compra de Notebook HP 15-fc0004la AMD Ryzen 3 8GB 512GB SSD 15,6*. <https://tecnoboss.cl/notebook-lenovo-thinkpad>

Paris. (s.f.). *Página de compra de mandos PS4*. <https://www.paris.cl/control-ps4>

Softpro. (s.f.). *Página de compra de licencia Office 2024 Professional*.
<https://softpro.cl/producto/office-2024-professional>