



**Navegación**

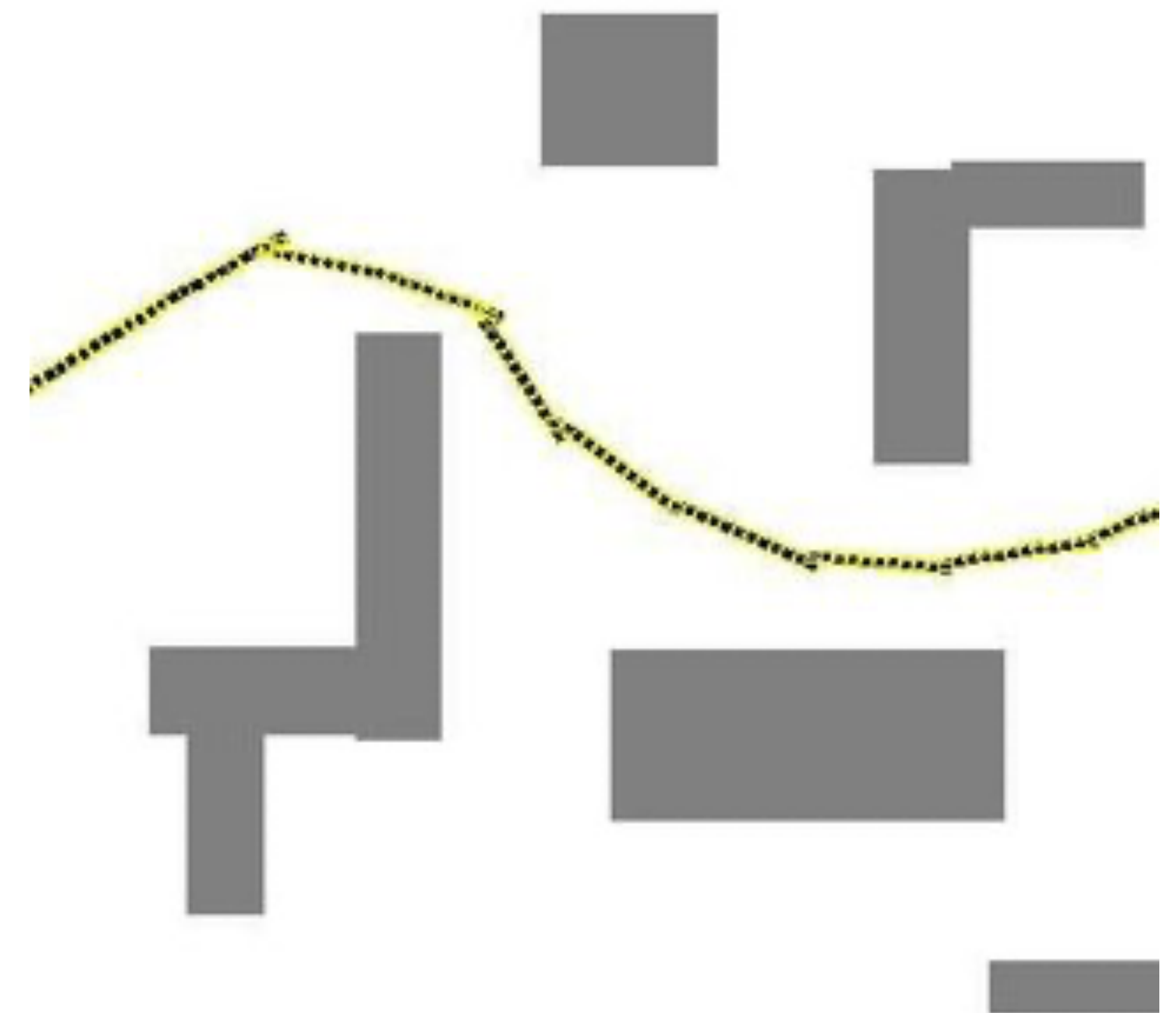
# **Robótica Avanzada**

**M. en C.I. Victor Manuel Montaña Serrano**



## ¿Qué es?

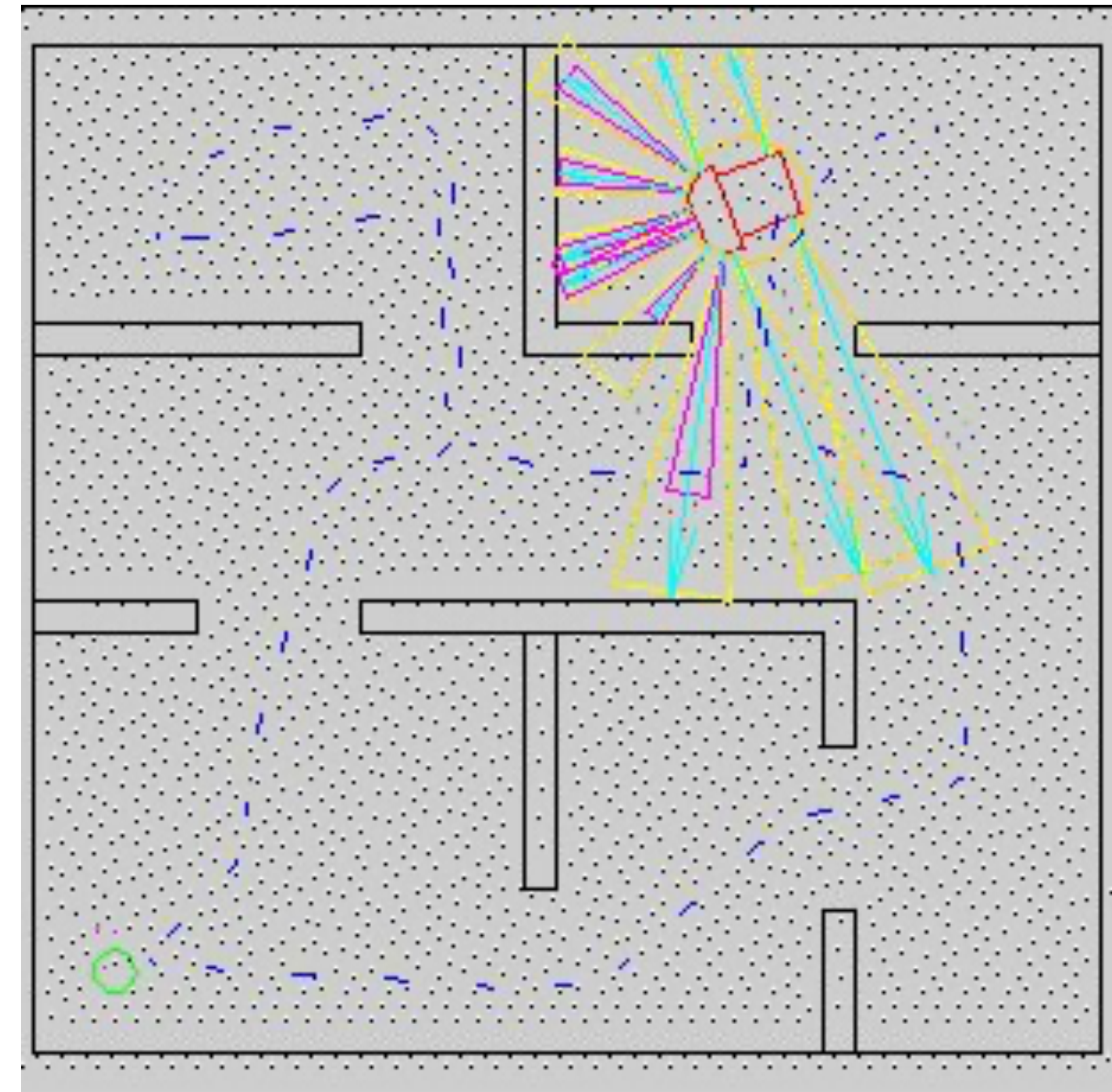
- La metodología que permite guiar el curso de un robot móvil a través de un entorno con obstáculos.
- Existen diversos esquemas:
  - Llevar el robot a su destino de forma segura.
  - La capacidad de reacción ante situaciones inesperadas.



## Simultáneamente

- Percepción
- Localización
- Mapeo
- Planificación
- Locomoción

## Tareas que debe hacer el robot



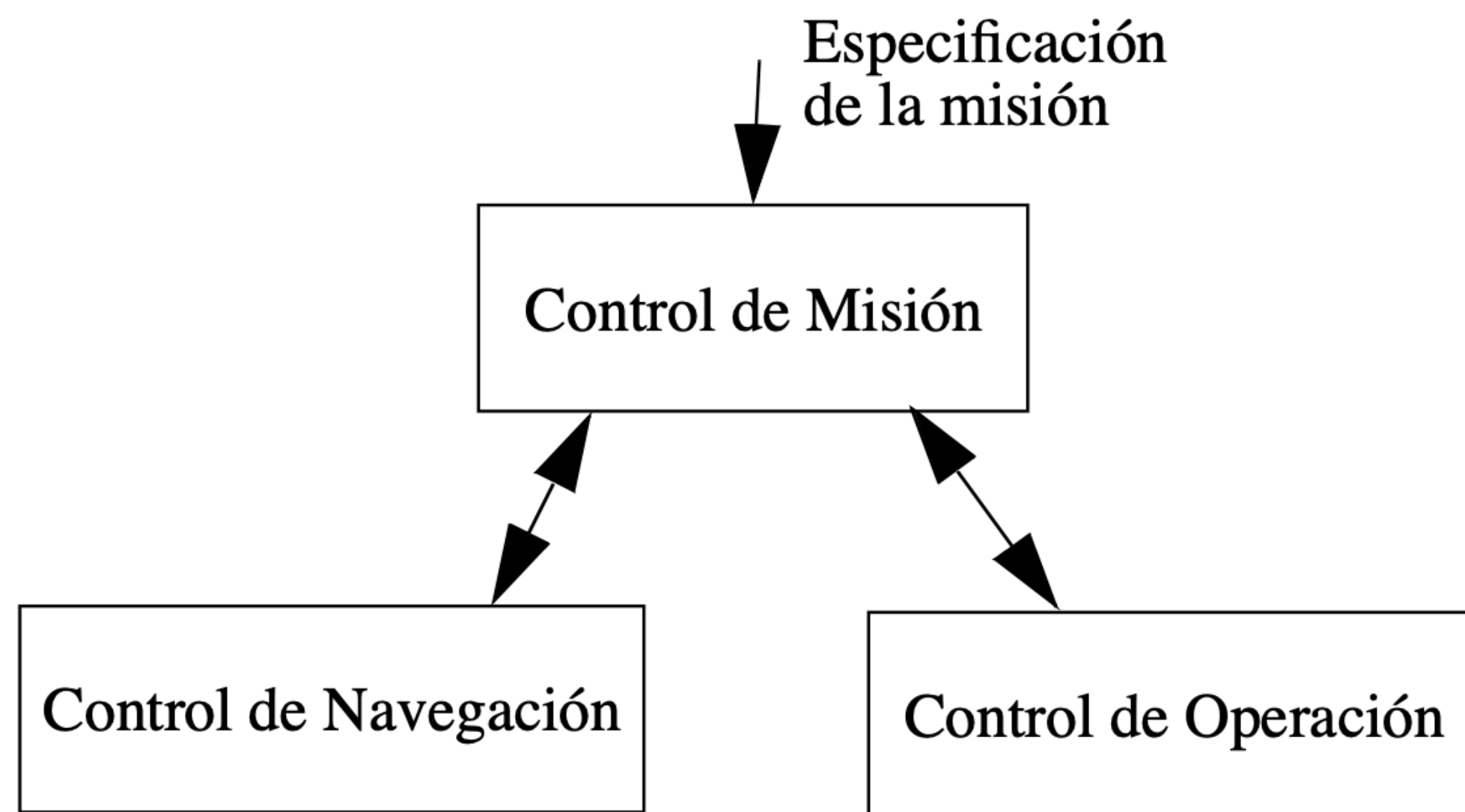


- Transporte automático de materiales y herramientas dentro de una célula de manufactura flexible (FMS)





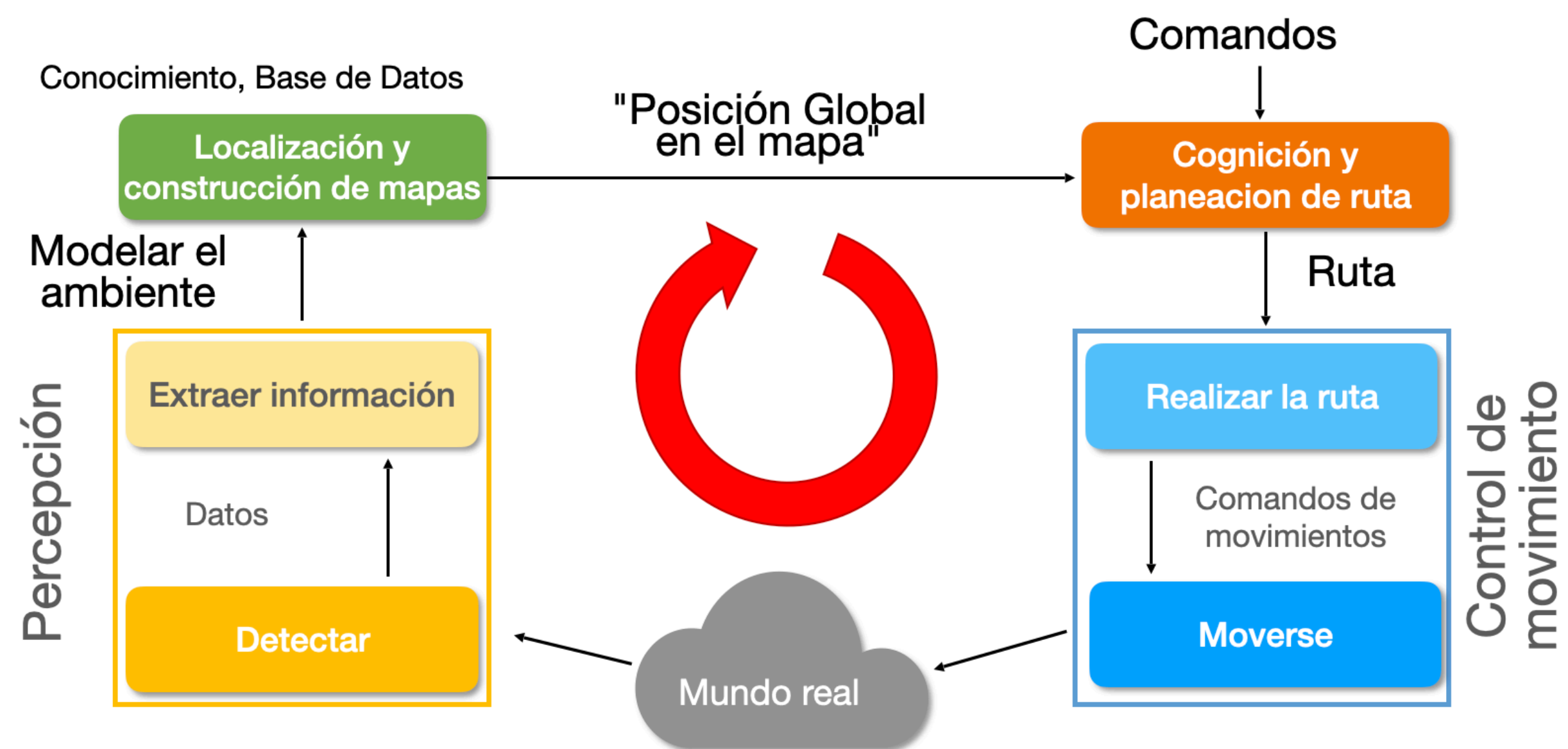
- El robot móvil se caracteriza por realizar una serie de desplazamientos (**navegación**)
- Lleva a cabo una interacción con distintos elementos de su entorno de trabajo (**operación**)
- **Misión** en el ámbito de los robots móviles se define como la realización conjunta de una serie de objetivos de navegación y operación



- El robot móvil debe poseer una arquitectura que coordine los distintos elementos a bordo.
- El diseño de esta arquitectura depende mucho de su aplicación.

# Navegación

## Completamos la arquitectura



Planificar rutas

Generación de caminos

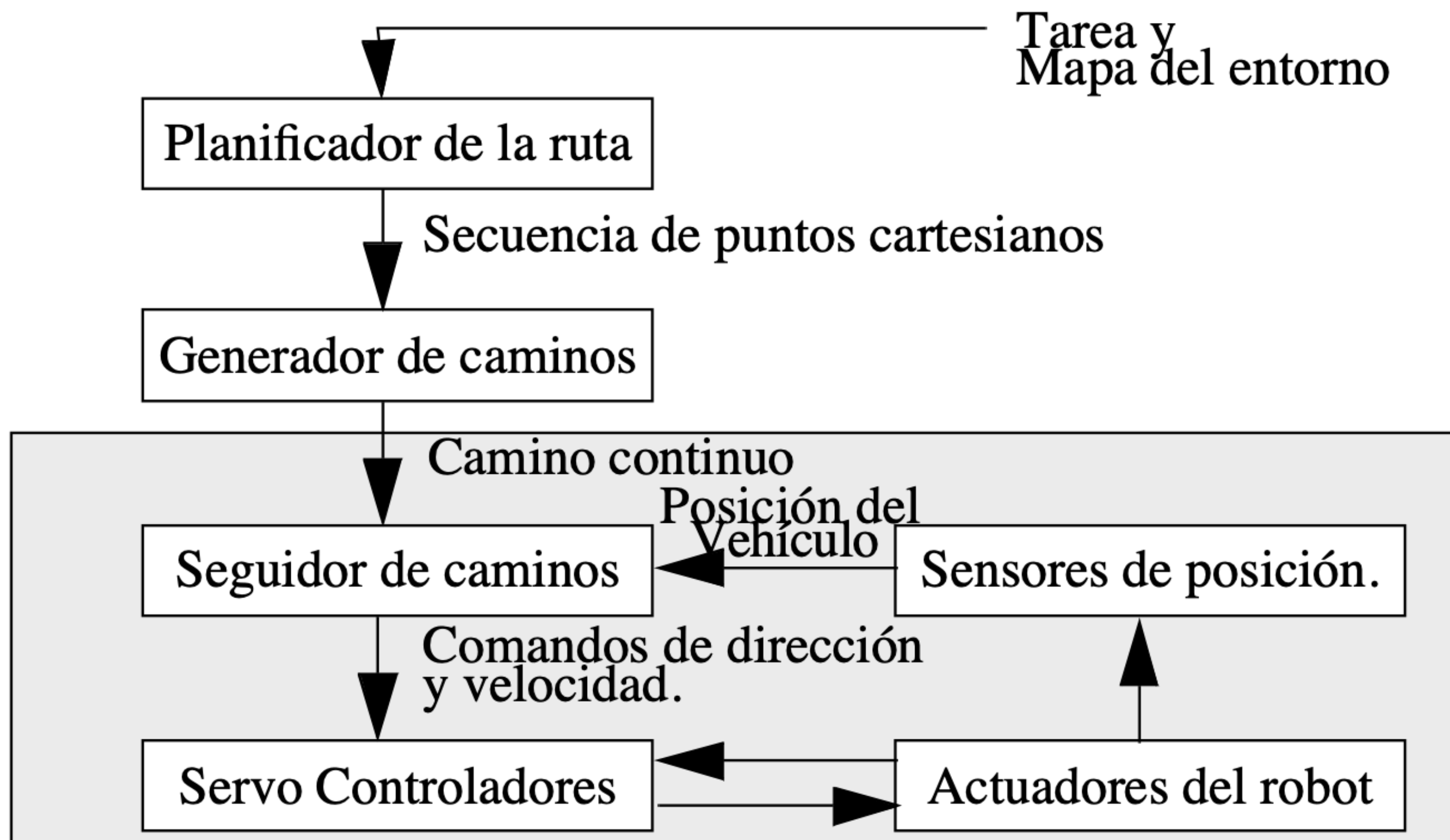
Seguimiento de caminos



# Navegación

## Algoritmo básico

- Hay que partir de un mapa
- Desplazarse de manera controlada
- Entorno de trabajo (sensores)
  - Interiores
  - Exteriores





# Planificación de rutas

## ¿Qué es? Y ¿Para qué sirve?

- Global y local
- Encontrar una ruta segura capaz de llevar al vehículo desde la posición actual hasta la especificada de destino.
- Cálculo de un camino al menos continuo en posición, que sea libre de obstáculos.
- El generador construirá las referencias que se le entregan al control de movimientos.

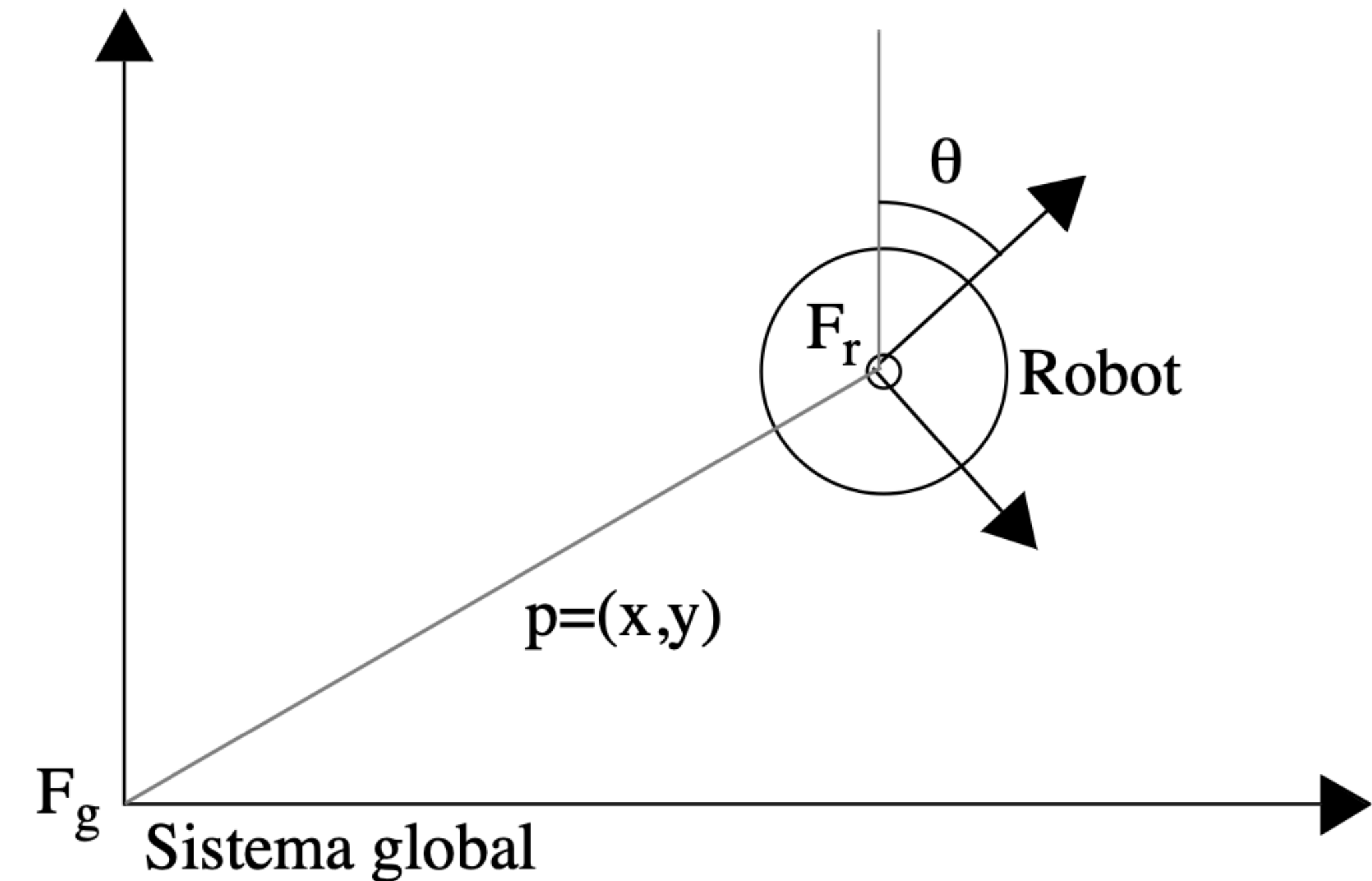


# Planificación de rutas

## ¿Cómo se puede hacer?

- El entorno de trabajo en el cual un robot móvil realizará su tarea, puede considerarse como un conjunto de configuraciones en las cuales puede encontrarse el robot en un determinado instante de tiempo.

$$q = (p, \theta) = (x, y, \theta)$$





# Planificación de rutas

## Formalización

- Se denomina espacio de configuraciones  $C$  del robot  $R$  a todas las configuraciones  $q$  que puede tomar el robot en su entorno de trabajo.
- Si el robot se modela de forma circular con radio  $\rho$ ,  $R(q)$  se define como:

$$R(q) = \{q_i \in C / q, q_i \leq \rho\}$$

- En el espacio de trabajo, donde el robot realizará su tarea, se encuentran distribuidos una serie de obstáculos definidos como un conjunto de objetos rígidos  $B$

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_q\}$$



# Planificación de rutas

## Formalización

- El conjunto de configuraciones del espacio  $C$  ocupadas por un obstáculo se define por  $b_i(q)$
- El subconjunto de configuraciones de  $C$ , que especifican el espacio libre de obstáculos viene dado por:

$$C_l = \{ q \in C \mid R(q) \cap \left( \bigcup_{i=1}^q b_i(q) \right) = \emptyset \}$$



# Planificación de rutas

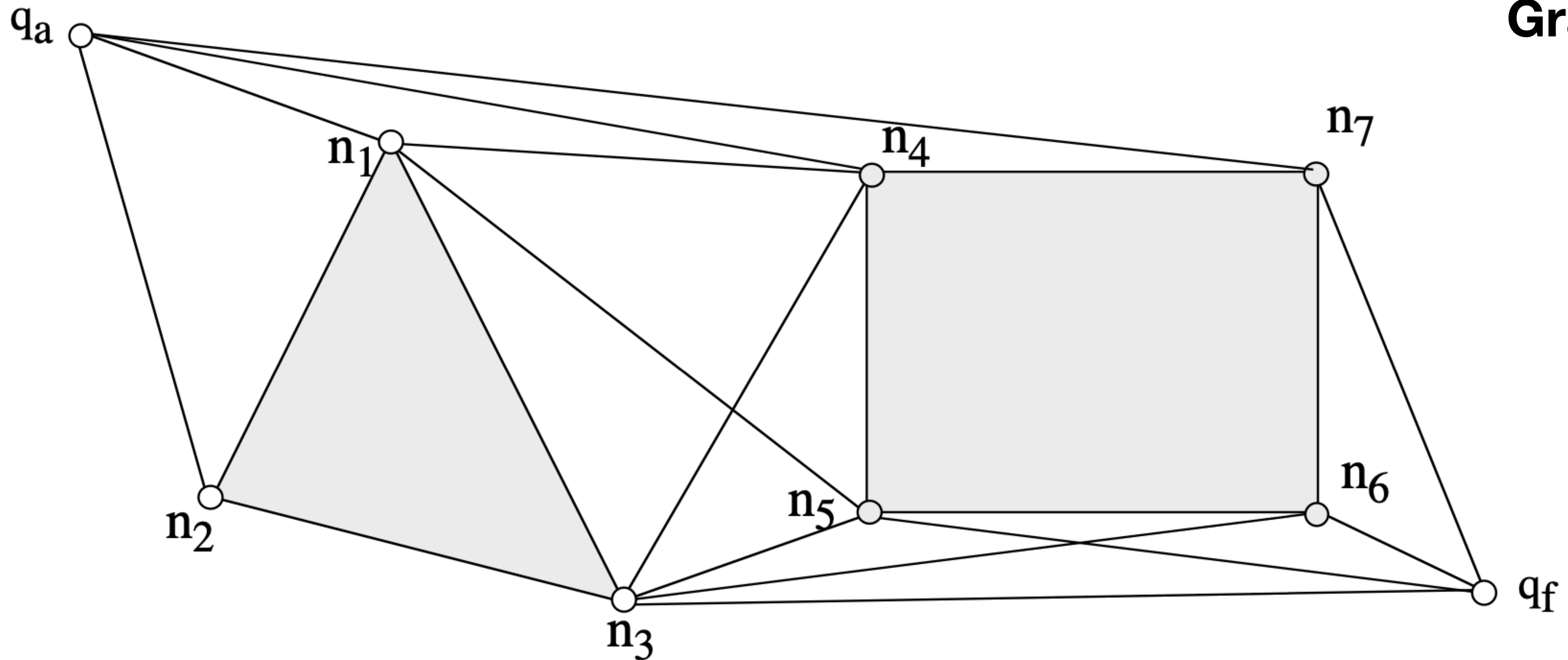
## Formalización

- El problema de la planificación, queda transformado en la búsqueda de una sucesión de posturas  $q$  tal que la primera de ellas sea la postura actual del robot  $q_a$  y la última de esta sucesión la postura objetivo  $q_f$
- Todas las posturas de la serie deben pertenecer al subconjunto  $C_l$
- Una ruta  $Q_r$  que conecta la postura inicial  $q_a$  con la final  $q_f$  es:

$$Q_r = \{q_a, \dots, q_f \mid q_i \in C_l\}$$

# Métodos clásicos de planificación

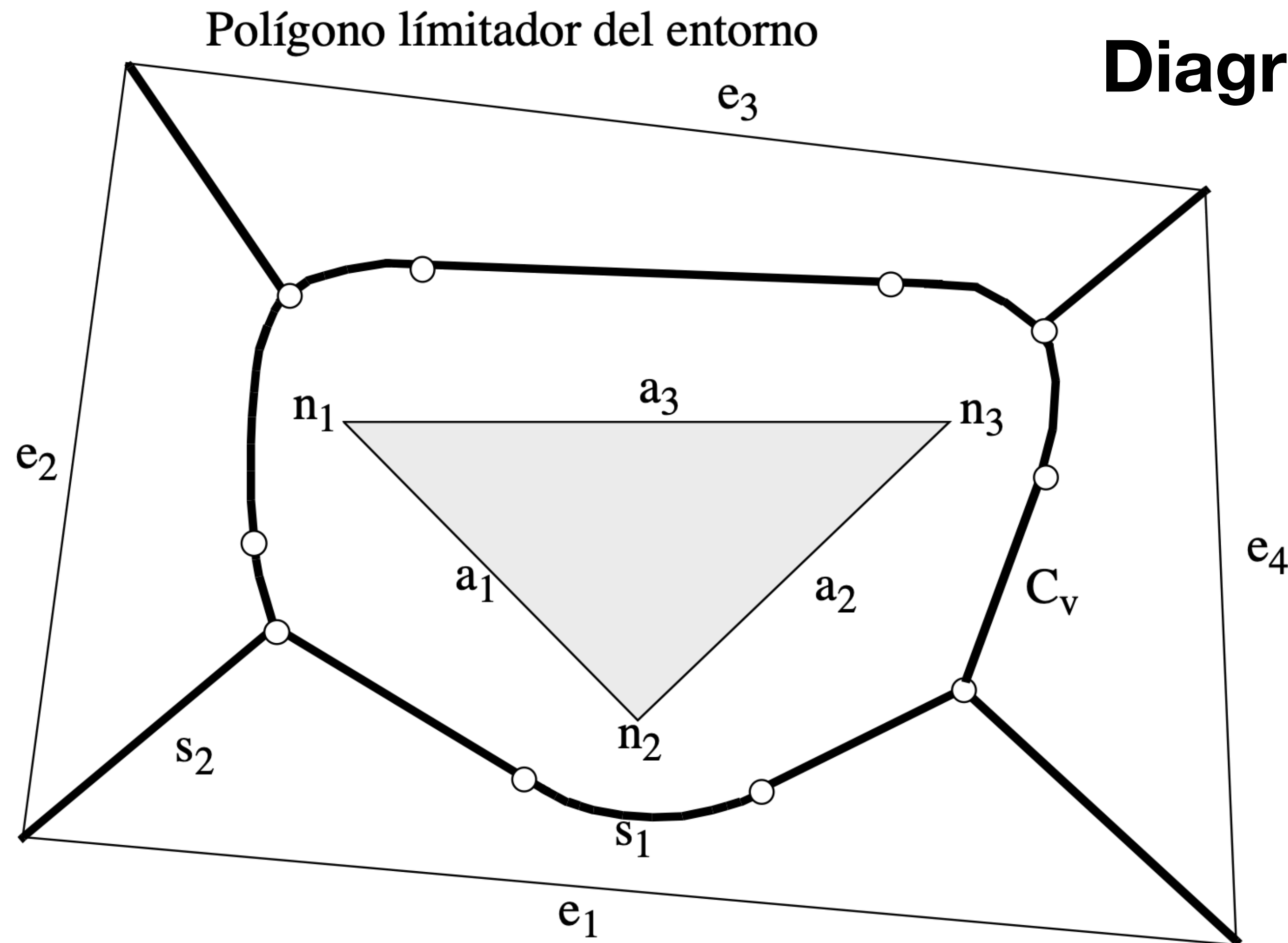
## Grafos





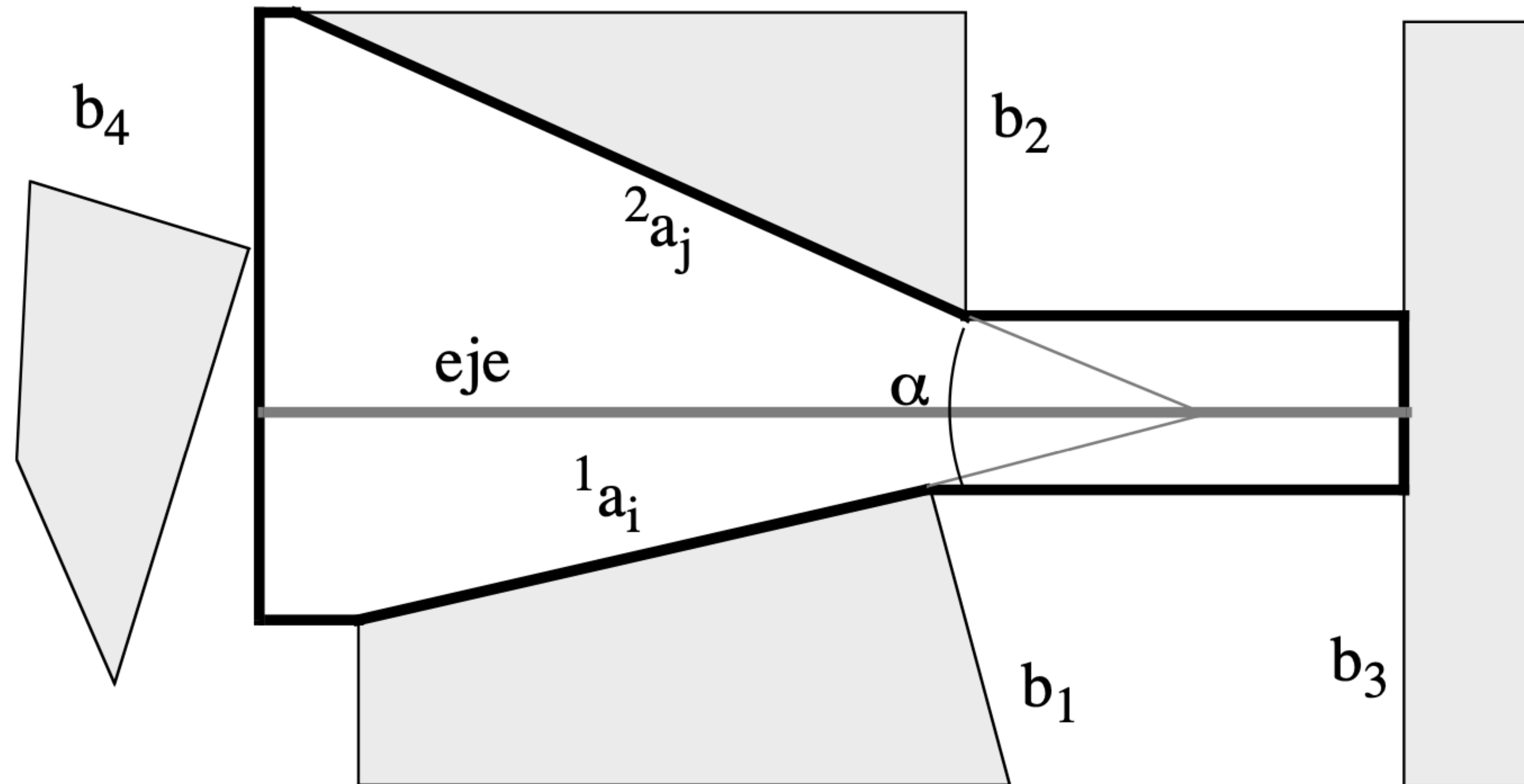
# Métodos clásicos de planificación

## Diagramas de Voronoi



# Métodos clásicos de planificación

## Modelado del espacio libre





# Generar caminos

## No es suficiente una sola ruta

- Se construye en función de la la ruta definida por la tarea de planificación y debe estar libre de obstáculos.
- La importancia de la definición de un camino con buenas propiedades reside en la capacidad del seguidor para realizar una ejecución del camino con el menor error posible.
- Construir una sucesión de configuraciones que lleve al vehículo de la posición inicial a la final.

# Generar caminos

## Propiedades deseables de un camino

- Poseer continuidad en posición, orientación y curvatura
- Acotación de los valores que puede tomar la curvatura
- Variación lineal de la curvatura

