



ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA | LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION | ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA | ORGANISATION LATINO-AMERICAINE D'ENERGIE

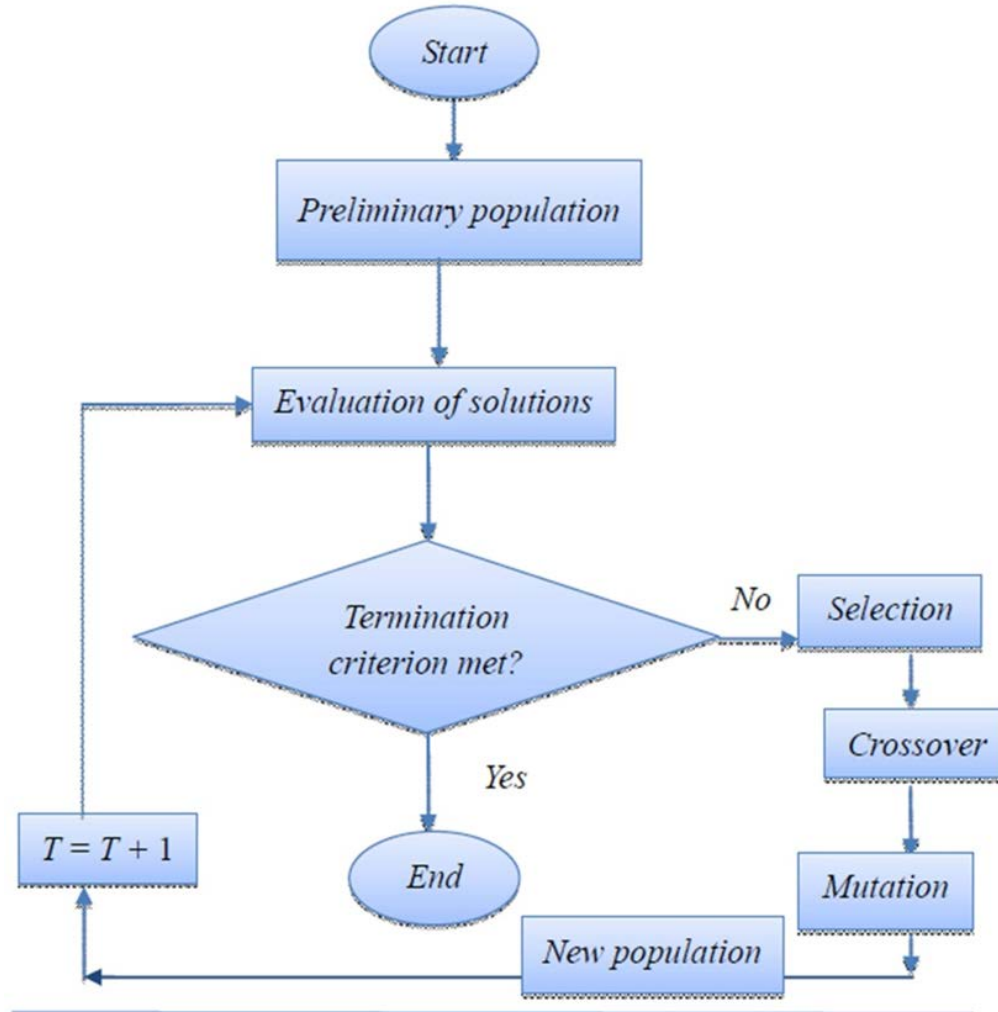
# Aplicaciones de *Soft computing*

PhD. Ing. Juan Pablo Fossati (MCT-ESCO)



Nos une la **energía**  
Energy joins us

# Aplicaciones de algoritmos genéticos



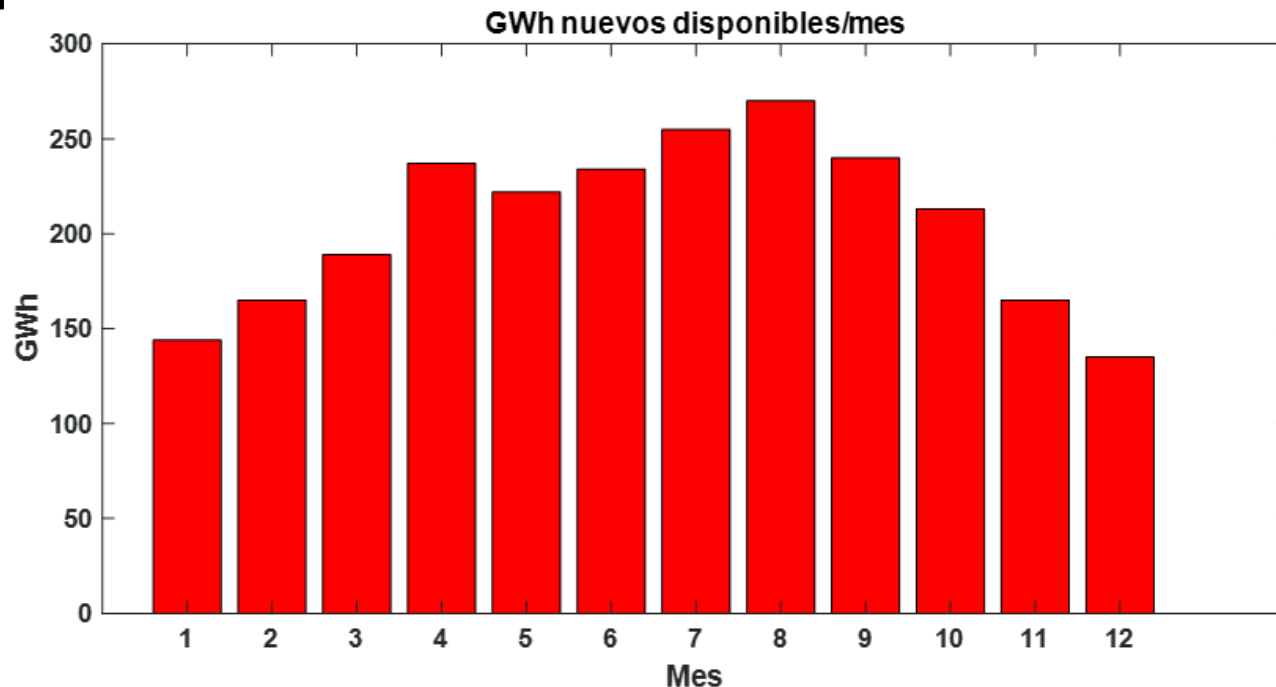
## Aplicaciones de algoritmos genéticos

Problema: Se tiene una represa que con capacidad de venta de energía eléctrica a los países vecinos. El objetivo del problema es maximizar las ganancias producto de dichas ventas realizando una adecuada gestión de los recursos. A continuación se mencionan los supuestos empleados en el planteamiento del problema:

- Los modelos empleados se basan en simplificaciones con el fin de entender la aplicabilidad de los algoritmos genéticos
- El ejemplo es aplicable a la gestión de cualquier otro recurso energético que se pueda almacenar

## Aplicaciones de algoritmos genéticos

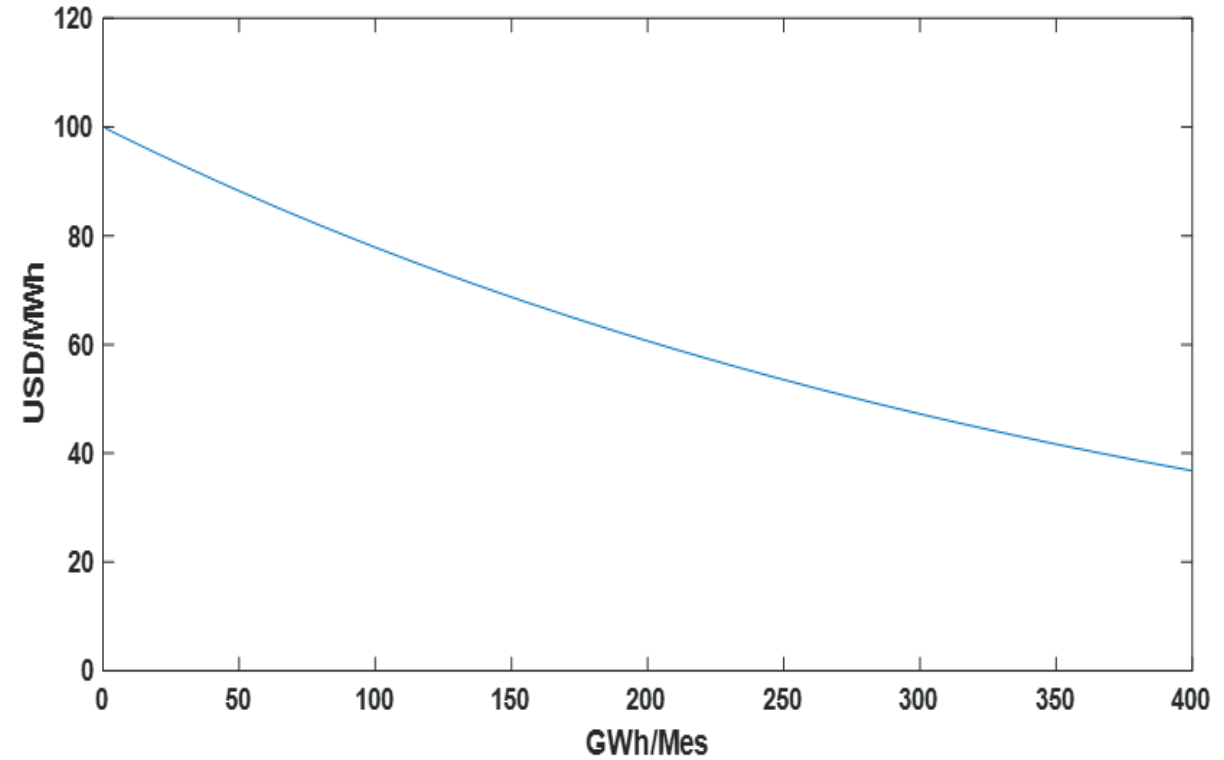
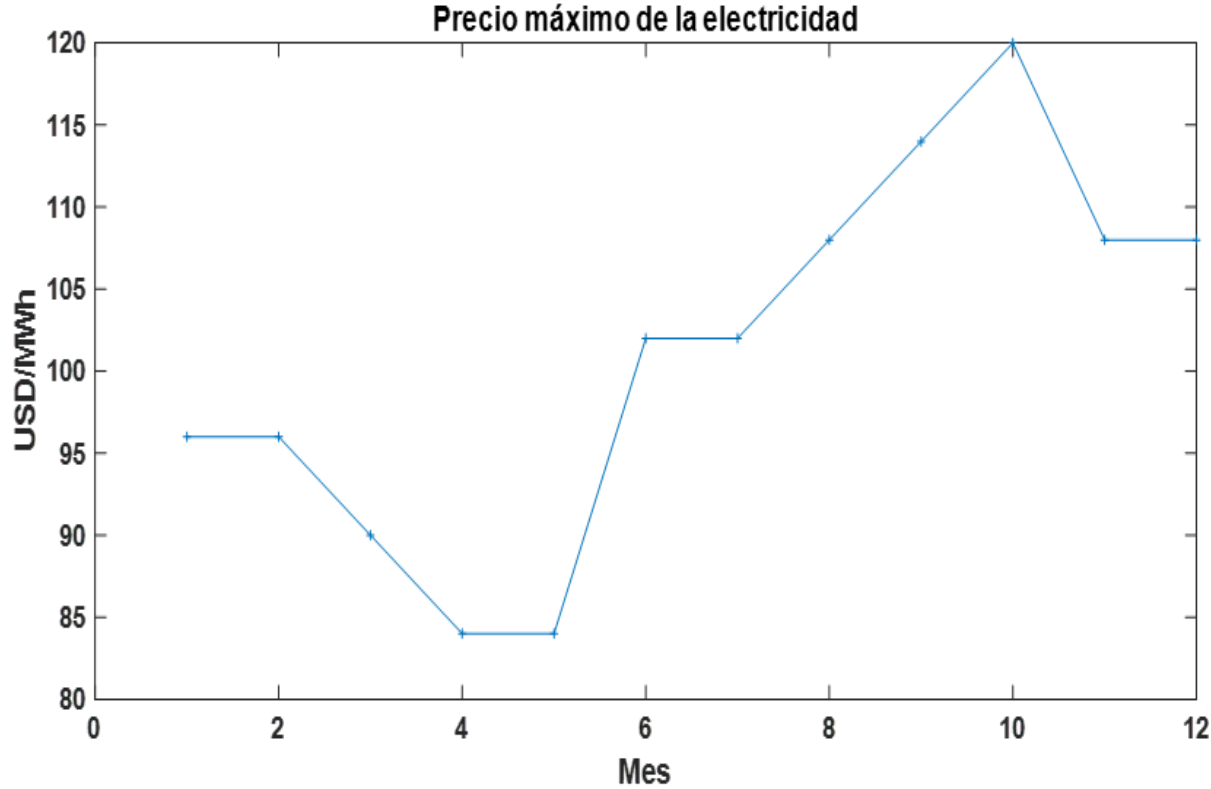
- No existe limite superior para la cantidad de energía almacenada disponible para la venta (GWh)
- Todo los meses la energía almacenada disponible para la venta aumenta una cantidad conocida (Por ejemplo: saldo entre las lluvias y el consumo interno) ejemplo. Dicha energía no tiene un costo asociado. Se considera solo la venta como variable del problema



## Aplicaciones de algoritmos genéticos

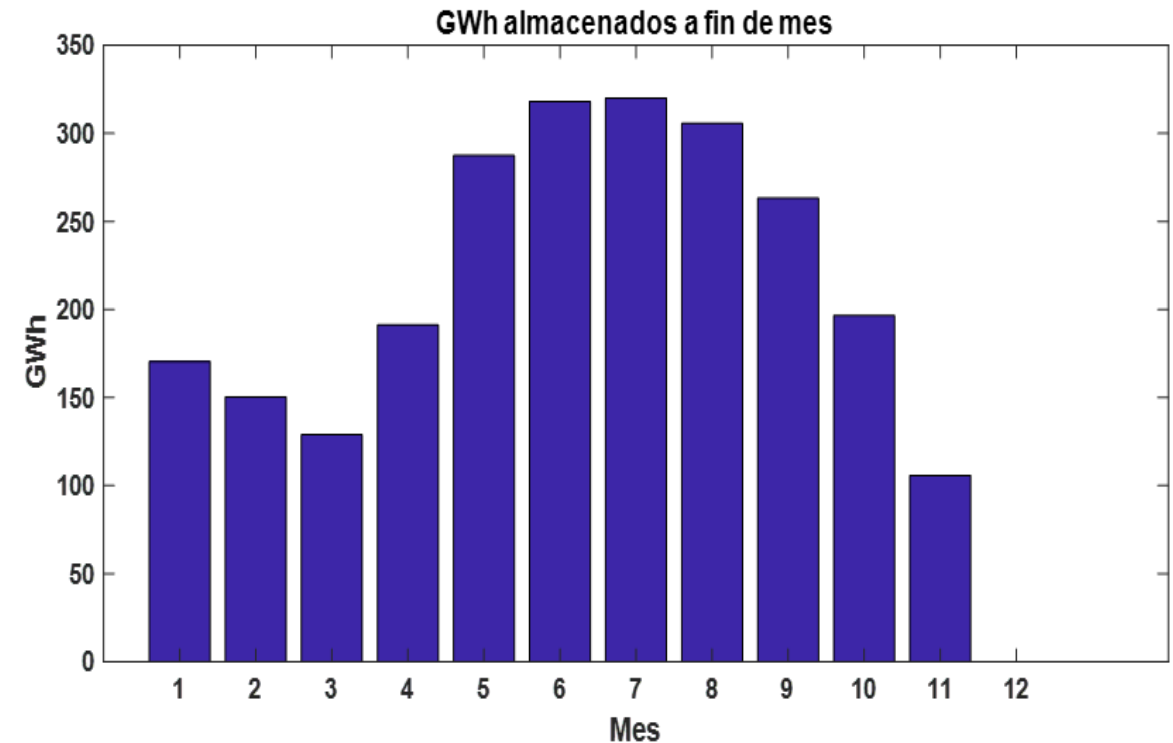
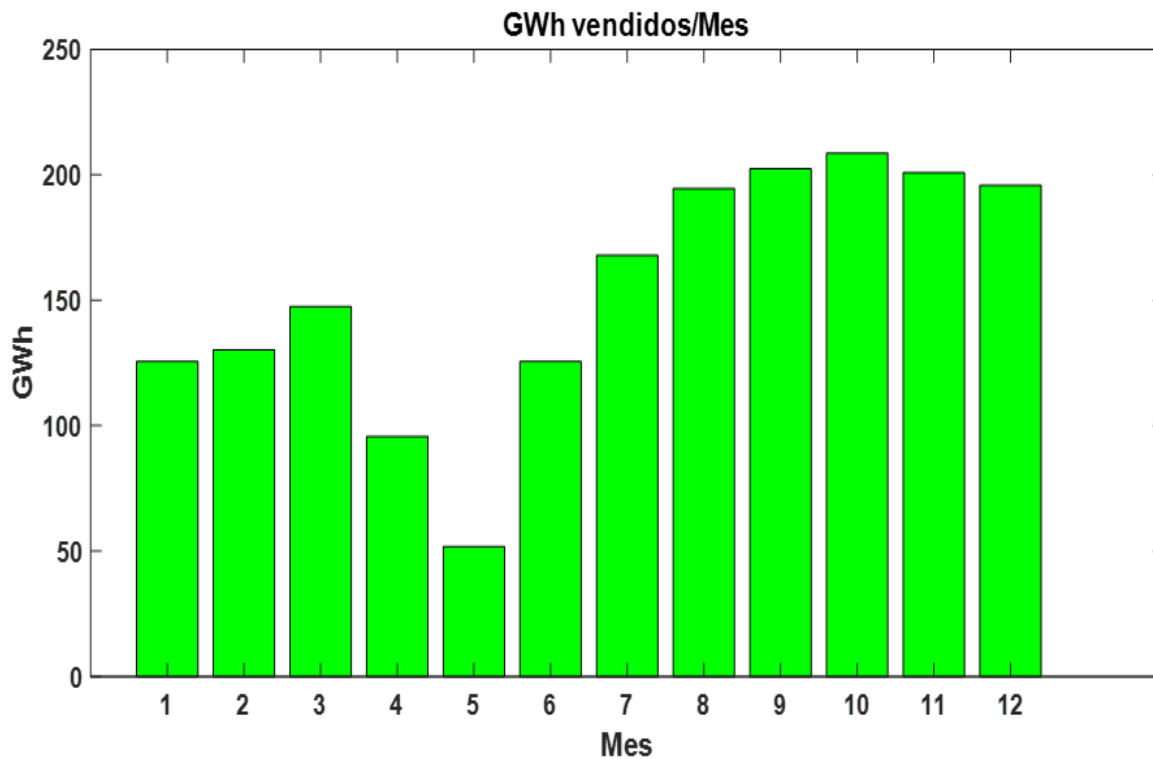
- No existe límite superior para la cantidad de energía almacenada disponible para la venta (GWh)
- La energía almacenada disponible para la venta tiene un mínimo de cero GWh
- Inicialmente se tiene una cantidad de energía almacenada (200 GWh por ejemplo)
- Existe un límite para la venta de energía por mes (400 GWh por ejemplo)
- Se conoce el precio de venta en función de la cantidad de energía para cada mes del año
- La solución buscada se basa en un modelo determinístico, es decir no se tienen en cuenta las variables aleatorias involucradas

# Aplicaciones de algoritmos genéticos



## Aplicaciones de algoritmos genéticos

- Objetivo: determinar cuanta energía vender mensualmente por un período de una año de manera tal que se maximice la ganancia



## Aplicaciones de algoritmos genéticos

- Codificación: cada solución se codifica con un vector binario de  $12 \times 8$  elementos
- Es decir, se emplean 8 bits para especificar la energía vendida mensualmente

[1011 0010 0111 1010.....



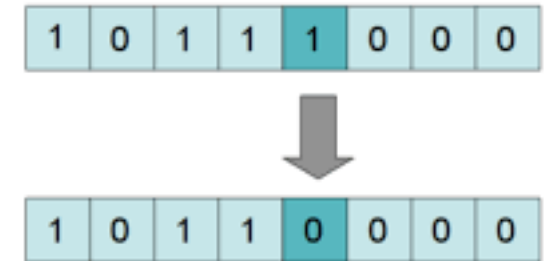
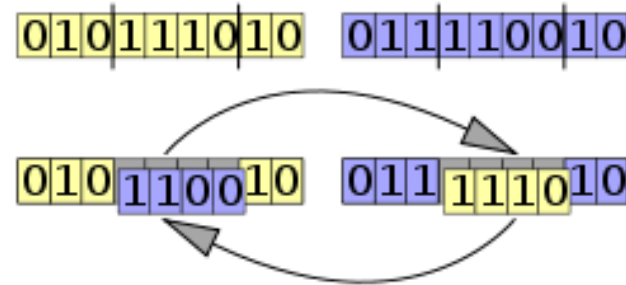
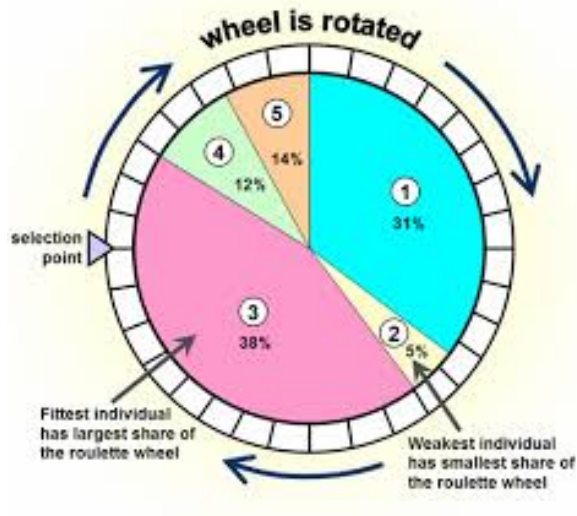
Energía vendida mensualmente

- Para obtener la energía vendida  $E = E_{max} * N_{bin}/255$
- $1011\ 0010 = 178 \longrightarrow E = 400 * \frac{178}{255} = 279,2\ GWh$



## Aplicaciones de algoritmos genéticos

- La función aptitud es la ganancia anual obtenida por la venta de energía
- La selección se realiza por el método de la ruleta
- Se aplica el operador cruce en 2 puntos y la mutación *bit-flip*

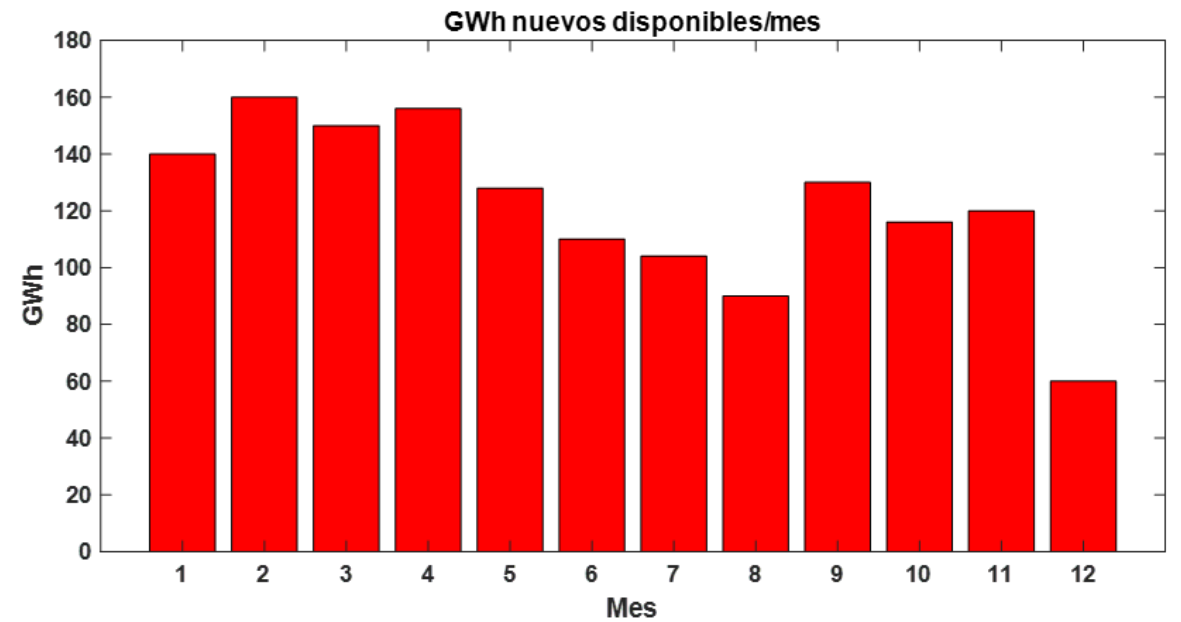
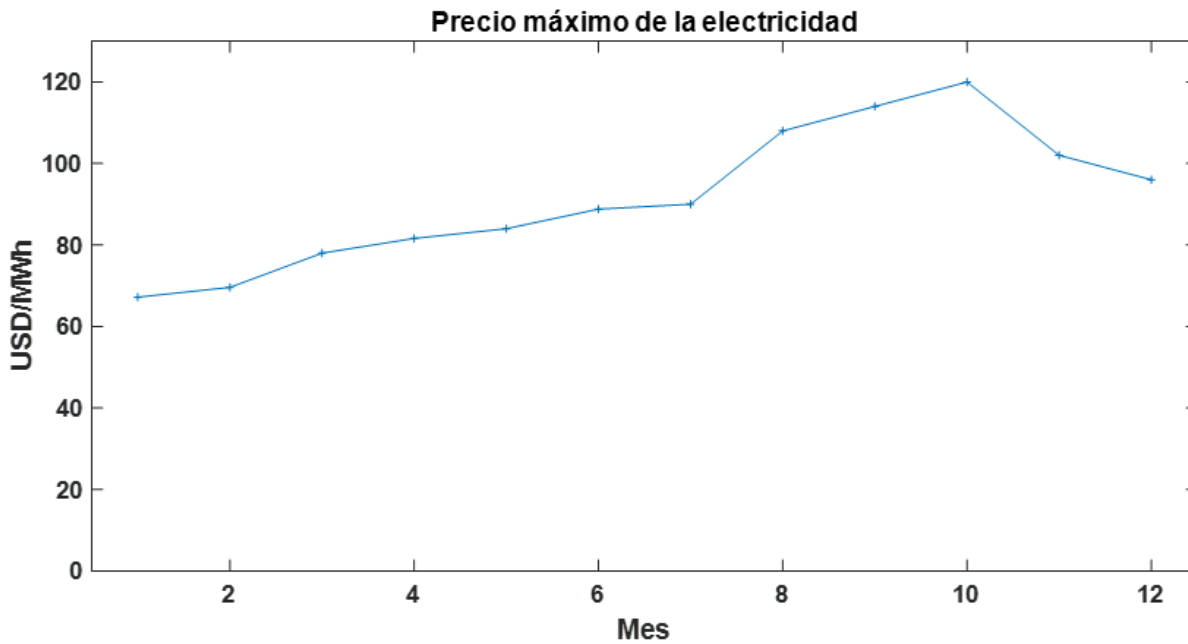


## Aplicaciones de algoritmos genéticos

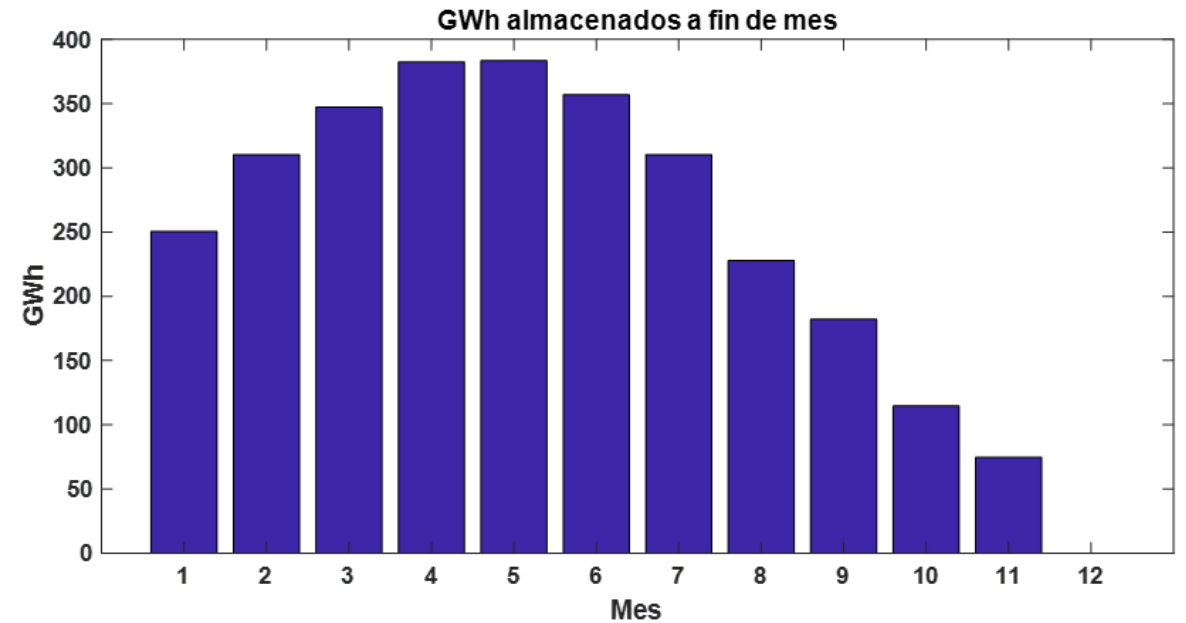
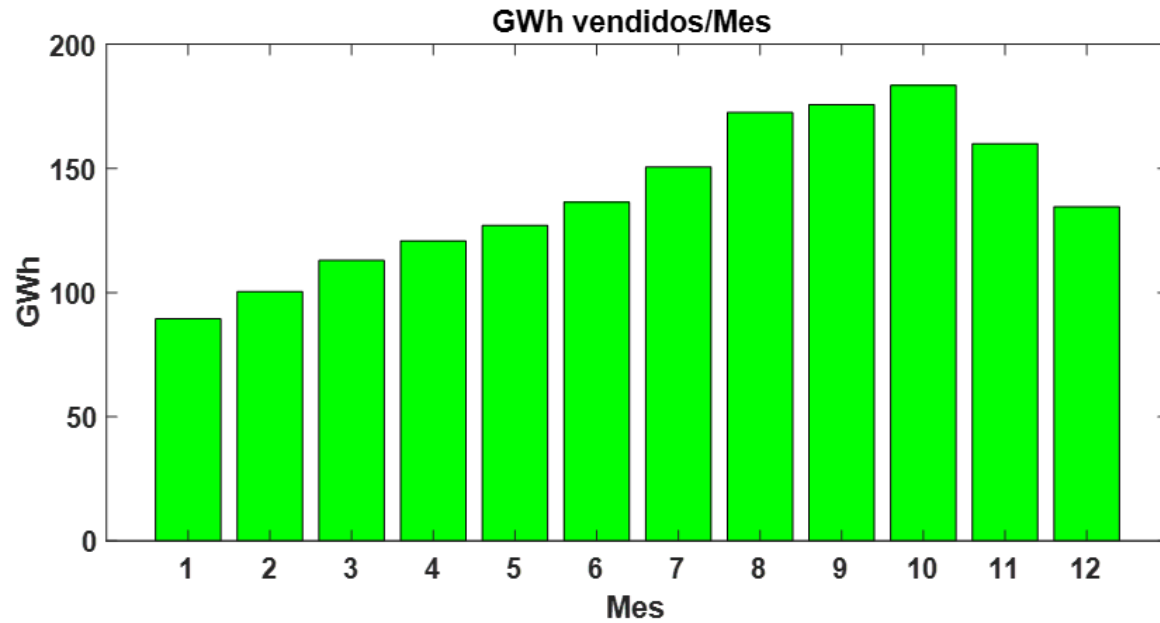
Algunos datos extra sobre el algoritmo desarrollado

- Tamaño de la población: 60-300 individuos
- Tasa de cruce: 65 %- 85 %
- Tasa de mutación: 1-2 %
- Criterio de finalización: número de generaciones
- Número de generaciones: 100-5.000
- La mejor solución de una generación pasa a la siguiente en caso que no se mejore la solución
- En el caso que la venta codificada supere la energía almacenada la venta se modifica para que la energía almacenada quede en cero

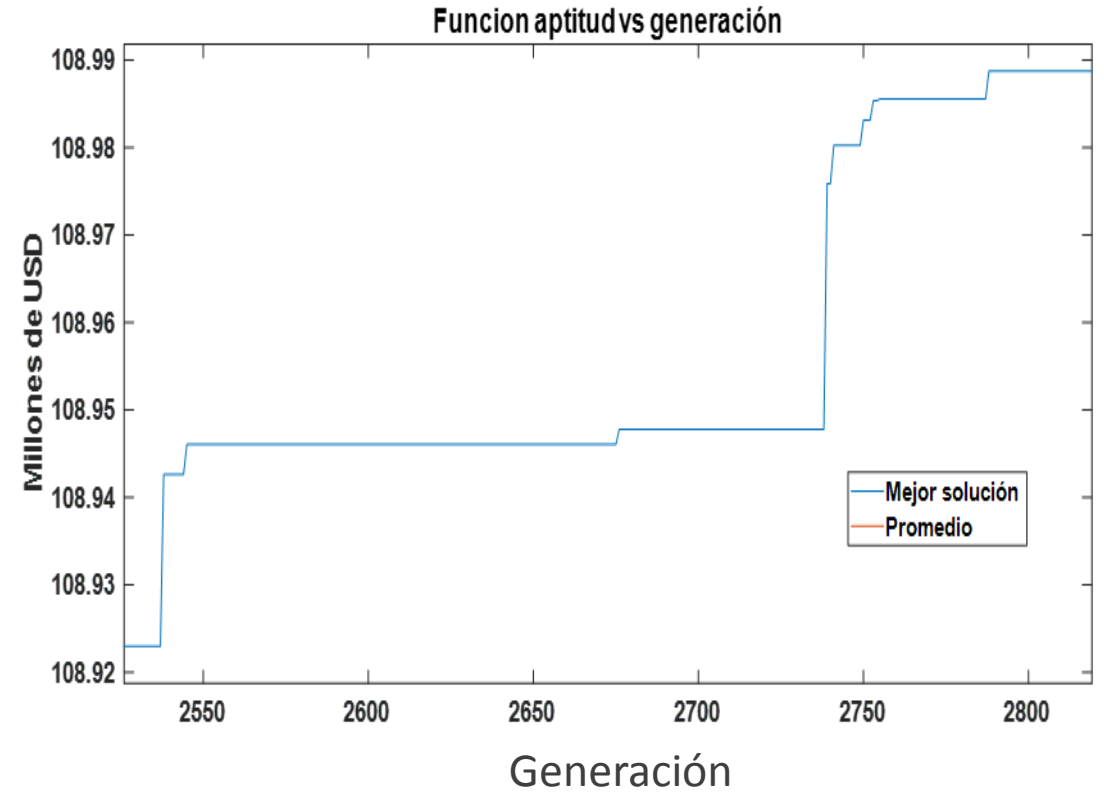
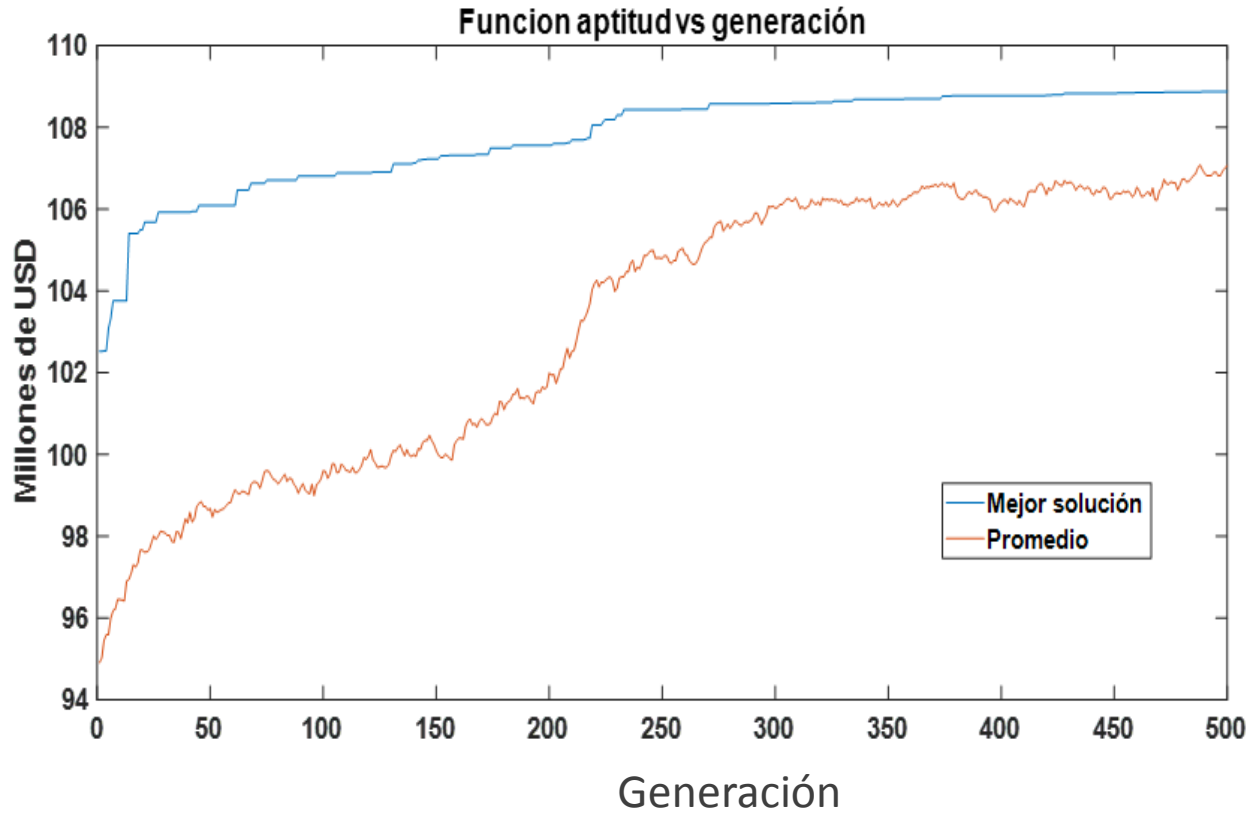
## Ejemplo1: Energía inicial 200 GWh



# Aplicaciones de algoritmos genéticos

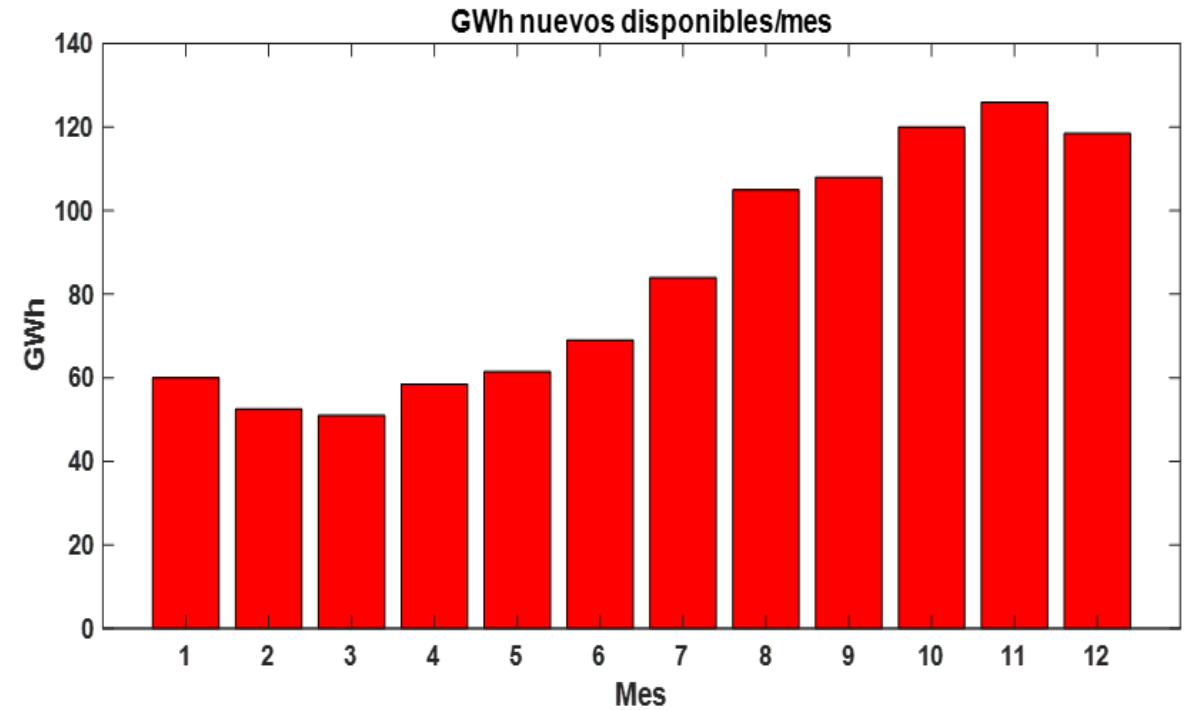
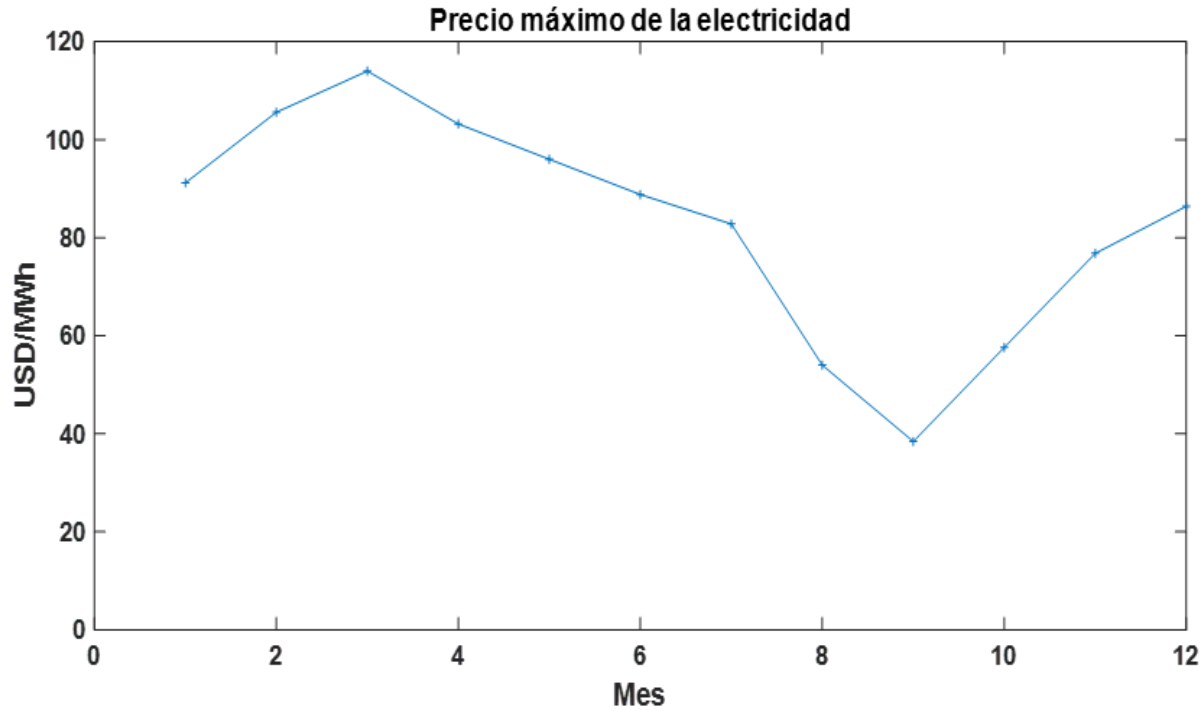


# Aplicaciones de algoritmos genéticos



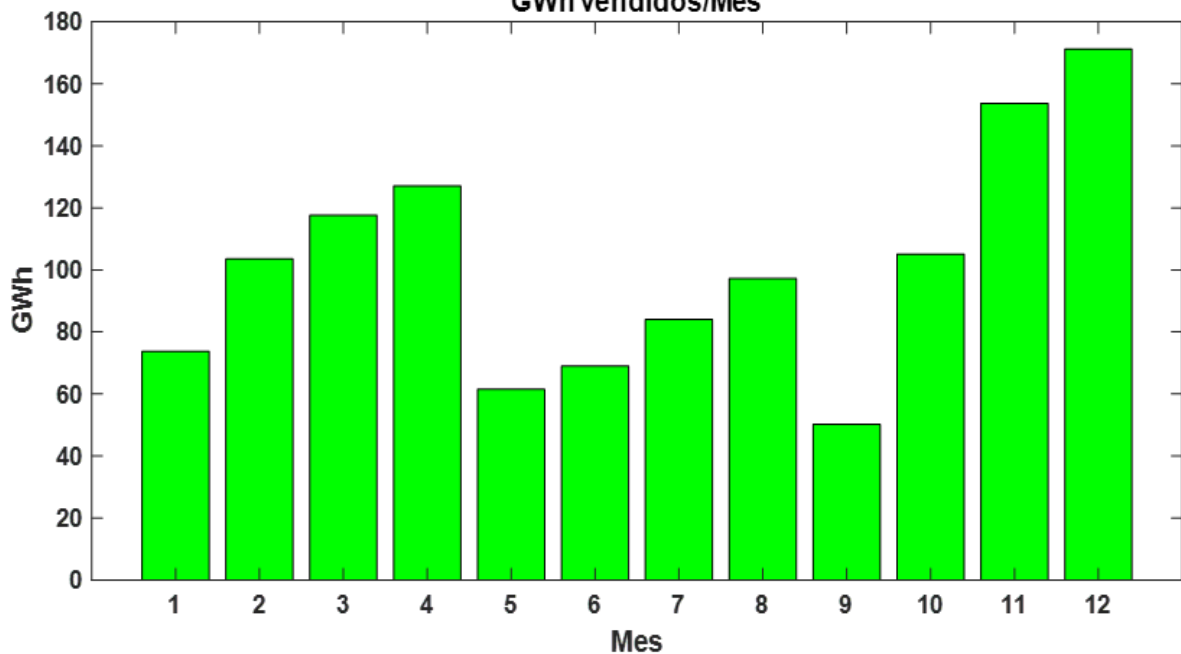
Función aptitud: 108.990.000 USD

## Ejemplo 2: Energía inicial 200 GWh

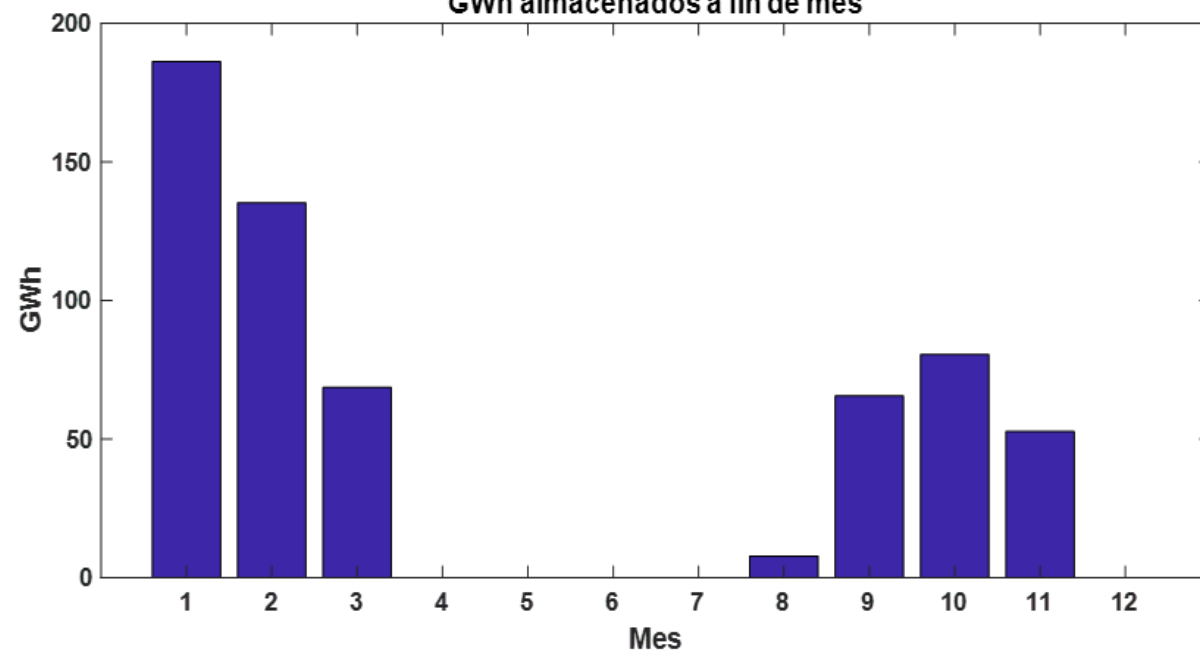


# Aplicaciones de algoritmos genéticos

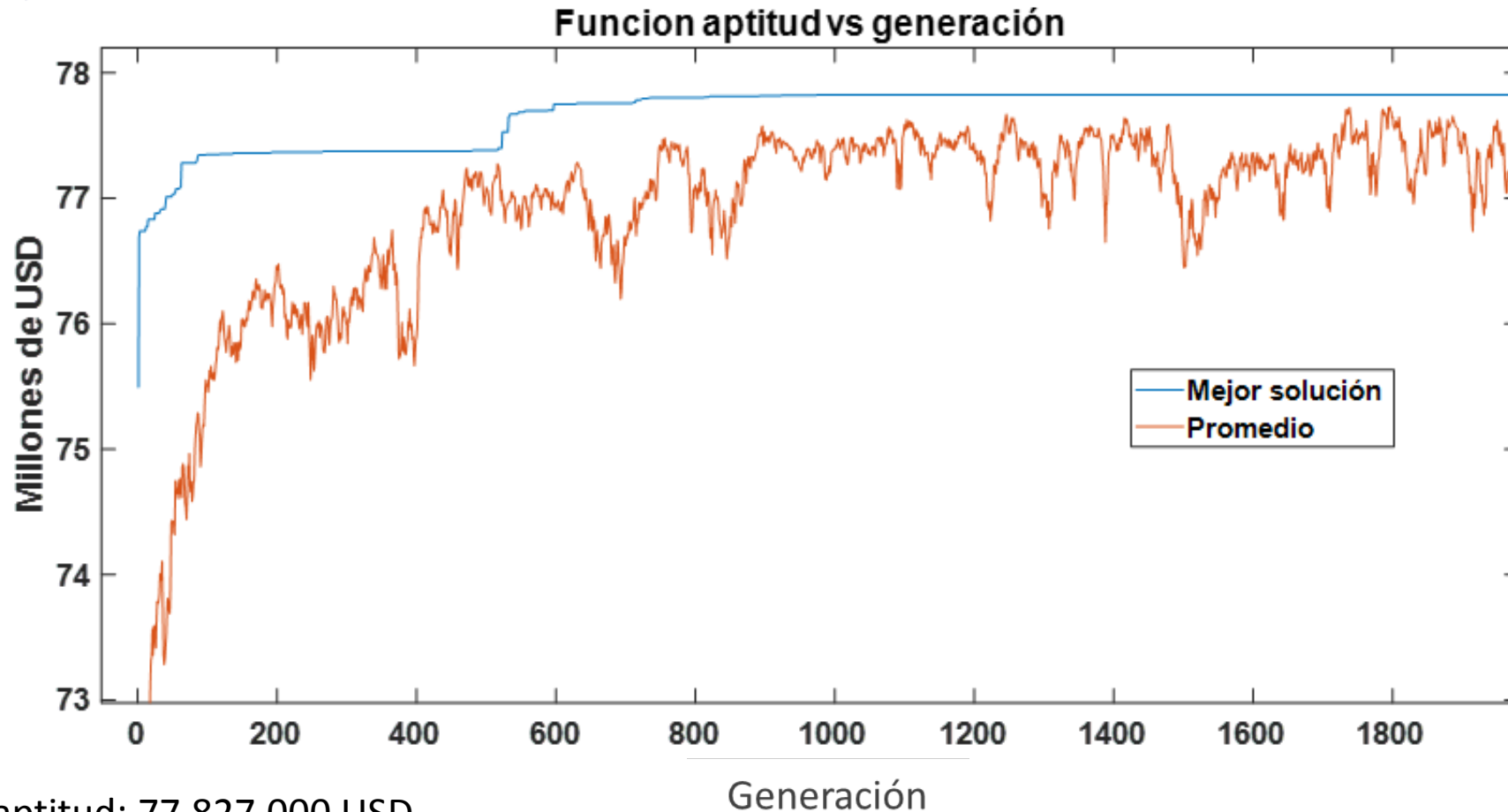
GWh vendidos/Mes



GWh almacenados a fin de mes



# Aplicaciones de algoritmos genéticos

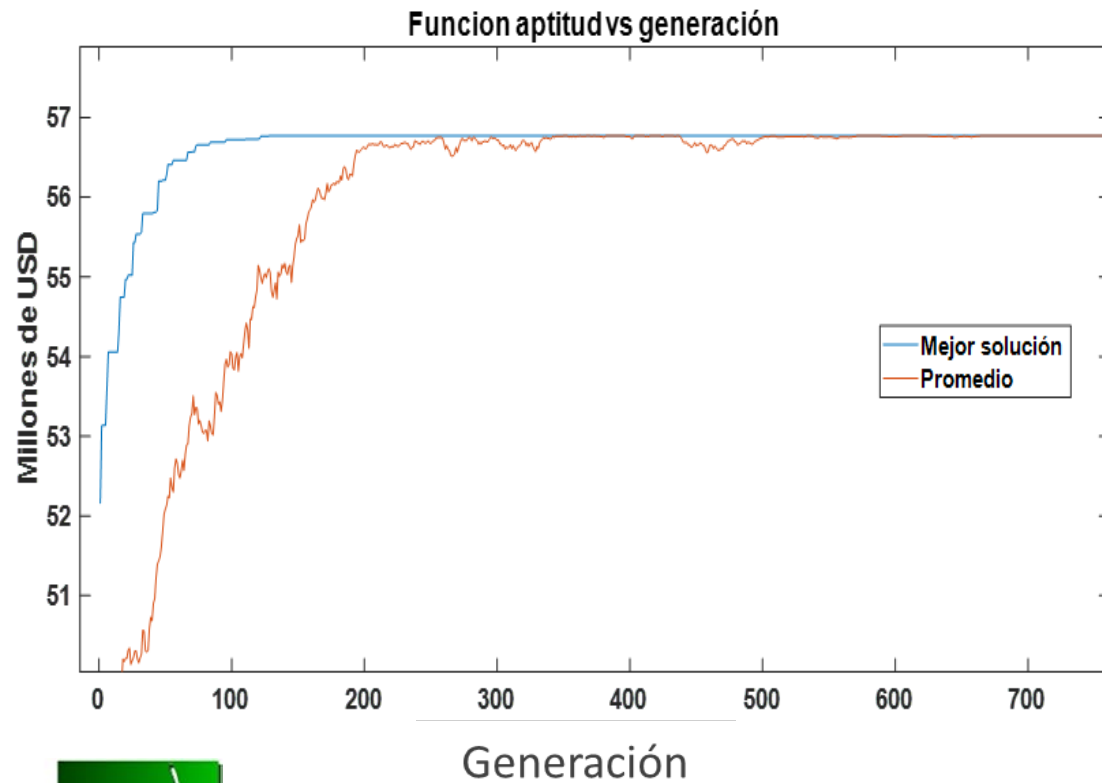


Función aptitud: 77.827.000 USD

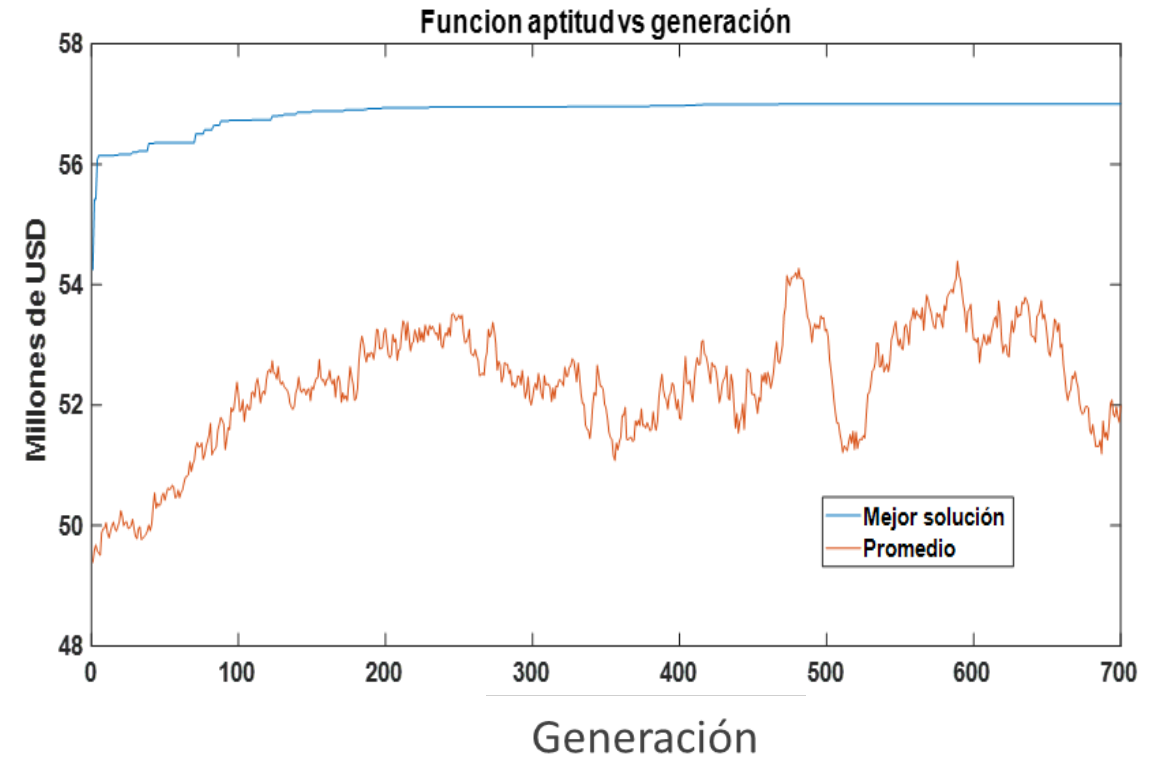


## Efecto de la mutación en la convergencia

Baja tasa de mutación

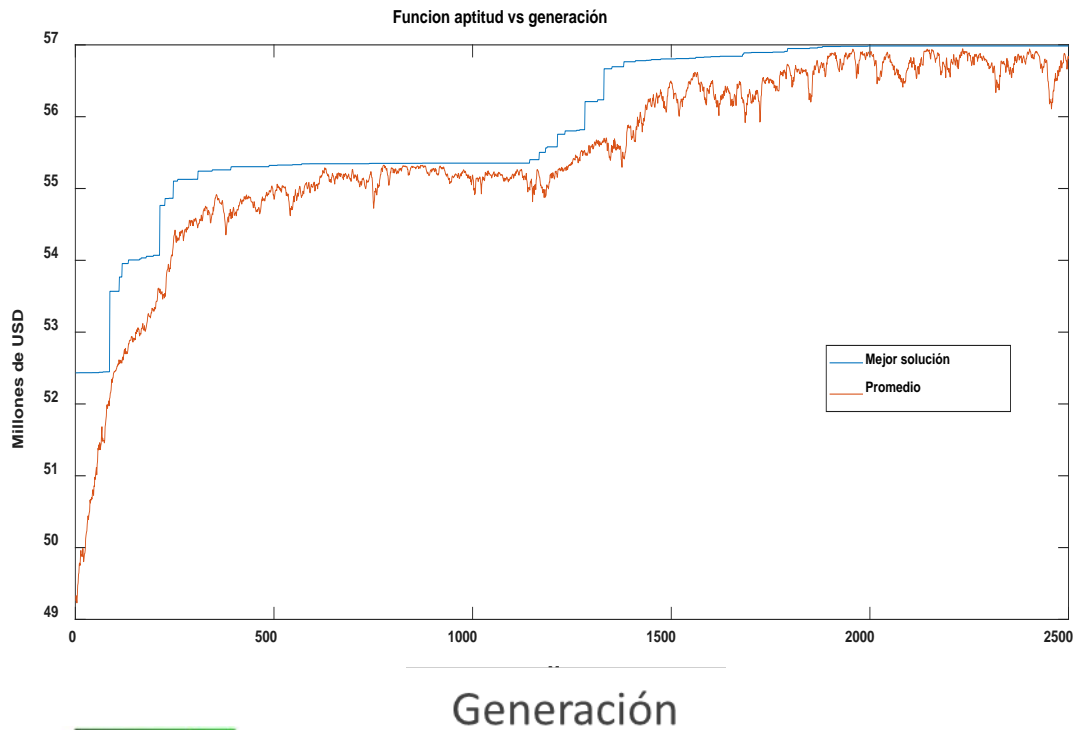


Elevada tasa de mutación

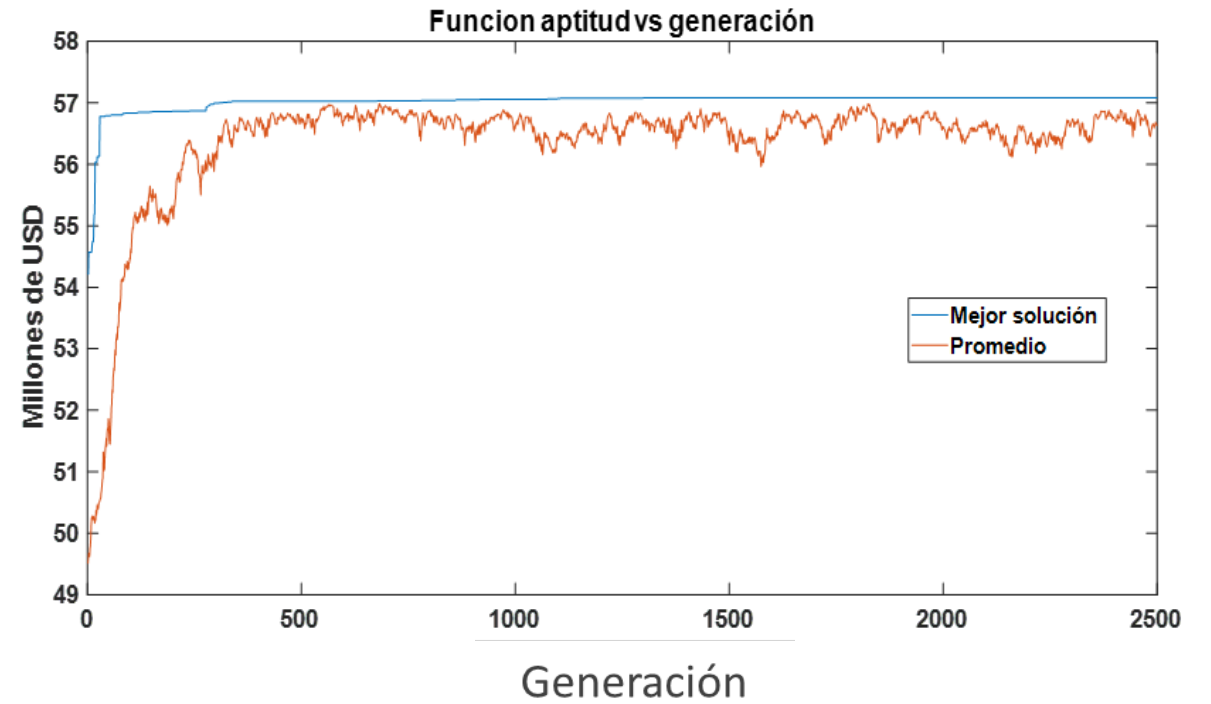


## Efecto de la tasa de cruce en la convergencia

Baja tasa de cruce



Elevada tasa de cruce



Algunas consideraciones extras:

- Debido a su sencillez el tiempo de ejecución del algoritmo no es una variable a tener en cuenta
- Si bien se realizó un análisis determinístico no es complicado hacer un análisis de sensibilidad con el fin de tener en cuenta la variabilidad de las variables involucradas
- Es posible “relajar” las restricciones con el fin de alcanzar mejores óptimos (siempre y cuando no sea una restricción técnica)
- En un problema mas complicado se podrían agregar operadores especiales para “reparar” las soluciones que no cumplan con determinada restricción. Otra opción es penalizarlas en la función aptitud.

# Aplicaciones de algoritmos genéticos

FIN