

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

# ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN EN VIDEOJUEGOS DE ESTRATEGIA EN TIEMPO REAL

Doble Máster en Ingeniería Informática e  
Investigación e Innovación en las Tecnologías  
de la Información y las Comunicaciones

Gonzalo Guadalix Arribas  
Julio 2015



# ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN EN VIDEOJUEGOS DE ESTRATEGIA EN TIEMPO REAL

AUTOR: Gonzalo Guadalix Arribas  
TUTOR: Antonio González Pardo

Dpto. de Ingeniería Informática  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad Autónoma de Madrid  
Julio 2015



## Resumen

Los videojuegos de estrategia en tiempo real (Real-Time Strategy, RTS) presentan nuevos retos en el área de la Inteligencia Artificial (Artificial Intelligence, AI). En este escenario, los investigadores han desarrollado una amplia variedad de algoritmos y agentes inteligentes para mejorar el rendimiento actual de ciertas tareas, como la búsqueda de caminos óptimos, la micro-gestión o la exploración de los mapas. En concreto, en juegos como *Starcraft: Brood War*, la creación de la competición anual AIIDE del juego ha impulsado la aparición de nuevos trabajos enfocados a la aplicación de algoritmos de IA para mejorar diversos aspectos del juego. En este trabajo presentamos un agente inteligente capaz de construir en lugares óptimos dentro de la base siguiendo una cierta estrategia. En primer lugar, obtenemos un conjunto de datos que contiene gran cantidad de repeticiones de jugadores no profesionales. Después, este conjunto de datos es filtrado por las acciones por minuto de los jugadores (*Actions Per Minute*, APM) y clasificado según las estrategias típicas de *Starcraft*. Luego, se extrae información sobre los órdenes de construcción del conjunto de datos resultante. En este contexto, diseñamos un Algoritmo Genético (*Genetic Algorithm*, GA) para generar lugares de construcción óptimos para una estrategia. Concretamente, el GA genera individuos a partir de acciones de construcción con restricciones, que son evaluadas por una función de *fitness* adaptada al problema. Después, mediante una selección por torneo se seleccionan las soluciones que generarán los nuevos descendientes. El método de combinación utilizado es una combinación uniforme proporcional al *fitness* de la solución. A la hora de mutar, el GA toma una de las siguientes alternativas: una tasa de mutación estática, fijada en un valor concreto, o una tasa de mutación dinámica, agregando un gen a las soluciones que será la tasa de mutación. Así mismo, se emplea elitismo para conservar la calidad de las soluciones generación tras generación. Todos los parámetros del GA son ajustados para obtener soluciones óptimas. Después, las mejores soluciones son utilizadas por el agente inteligente y probadas contra la inteligencia artificial por defecto del juego. Los resultados muestran que podemos escoger mejores estrategias de construcción para ciertos mapas y razas antes de que la propia partida comience.

## Palabras Clave

Starcraft: Brood War, Juegos de estrategia en tiempo real, Análisis de estrategias, Análisis de repeticiones, Lugares óptimos de construcción, Algoritmo genético, Control de parámetros, Agente inteligente, Brood War API, Brood War Hacker Finder, Brood War Terrain Analyzer

## Abstract

The Real-Time Strategy videogames (RTS) present new challenges in the Artificial Intelligence (AI) area. In this scenario, researchers have developed a wide variety of algorithms and AI agents to improve the current performance of specific tasks, such as pathfinding, micromanagement or map exploration. Concretely, in games like *Starcraft: Brood War*, the creation of the AIIDE Starcraft annual competition has boosted the number of research papers discussing different aspects of the game. In this work we present an AI agent capable of constructing on optimal building placements inside a base following a certain strategy. First of all, we obtain a large dataset containing multiples replays from non-professional players. This dataset is then filtered by the actions per minute (APM) of players and classified attending to typical Starcraft strategies. The resulting dataset is later on used to extract information about building orders. In this context, we design a Genetic Algorithm (GA) to generate optimal building placements for a strategy. In particular, the GA creates individuals from constrained building actions, that are evaluated by a problem adapted fitness function. Then, a tournament selection is done to select the solutions for creating new offsprings. The crossover method is a uniform combination proportional to the fitness score. When mutating, the GA takes one of two alternatives: a static mutation rate, fixing a value, or a dynamic one, adding a mutation rate gene to the each solution. Additionally, elitism is used to preserve quality to the next generation. Every GA parameter is adjusted to obtain optimal solutions. Afterwards, the best solutions are utilized by the AI agent and tested again the default AI of the game. Results show that we can choose better building strategies for certain maps and races before the game itself begins.

## Key words

Starcraft: Brood War, Real-Time Strategy Games, Strategies Analysis, Replay Analyzing, Optimal Building Placements, Genetic Algorithm, Parameter Control, AI Agent, Brood War API, Brood War Hacker Finder, Brood War Terrain Analyzer

# Índice general

<b>Índice de figuras</b>	<b>vii</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Estado del arte</b>	<b>3</b>
2.1. Videojuegos de estrategia en tiempo real . . . . .	3
2.2. <i>Starcraft: Brood War</i> . . . . .	4
2.2.1. Aspectos generales . . . . .	5
2.2.2. Gestión de los recursos . . . . .	6
2.2.3. Gestión de las unidades . . . . .	7
2.2.4. Gestión de la construcción . . . . .	7
2.2.5. Modo multijugador . . . . .	8
2.3. Algoritmos genéticos . . . . .	9
2.4. Aplicaciones en <i>Starcraft: Brood War</i> . . . . .	15
<b>3. Desarrollo</b>	<b>17</b>
3.1. <i>Brood War Application Programming Interface</i> . . . . .	17
3.2. Análisis de repeticiones . . . . .	18
3.2.1. Obtención de un <i>dataset</i> . . . . .	18
3.2.2. <i>Brood War Hacker Finder</i> <sup>TM</sup> . . . . .	19
3.2.3. Extracción de información a partir de las repeticiones . . . . .	19
3.3. Algoritmo genético . . . . .	29
3.3.1. Diseño . . . . .	29
3.3.2. Ajuste de parámetros . . . . .	36
3.3.3. Configuración final . . . . .	53
3.4. Implementación de un NPC de construcción . . . . .	54
<b>4. Pruebas</b>	<b>57</b>
4.1. Preparación . . . . .	57
4.2. Realización . . . . .	59
4.3. Análisis . . . . .	60

4.3.1. Análisis comparativo de estrategias . . . . .	61
4.3.2. Análisis asociado al mapa . . . . .	62
4.3.3. Análisis asociado al modo de construcción . . . . .	64
<b>5. Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>67</b>
<b>A. Ranking Starcraft: Brood War</b>	<b>I</b>
<b>B. Unidades y edificios Terran</b>	<b>V</b>
<b>C. Estrategias Terran vs Protoss</b>	<b>XVII</b>
<b>D. Estrategias Terran vs Zerg</b>	<b>XXIX</b>
<b>E. Estrategias Terran vs Terran</b>	<b>XLI</b>
<b>Glosario</b>	<b>LIII</b>



# Índice de figuras

2.1. Selección por ruleta . . . . .	10
2.2. Selección por ranking . . . . .	10
2.3. Selección <i>steady state</i> . . . . .	11
2.4. Combinación en un punto . . . . .	12
2.5. Combinación en dos puntos . . . . .	12
2.6. Combinación uniforme . . . . .	13
3.1. Diagrama de funcionamiento del <i>crawler</i> desarrollado . . . . .	18
3.2. Formato del fichero de órdenes de construcción . . . . .	20
3.3. Número de repeticiones por raza . . . . .	21
3.4. Histograma de acciones por minuto . . . . .	21
3.5. Frecuencia de estrategias contra la raza Terran . . . . .	22
3.6. Frecuencia de estrategias contra la raza Protoss . . . . .	23
3.7. Frecuencia de estrategias contra la raza Zerg . . . . .	23
3.8. Número de estrategias según su frecuencia de uso . . . . .	24
3.9. Árbol de estrategias contra la raza Terran podado . . . . .	24
3.10. Árbol de estrategias contra la raza Protoss podado . . . . .	25
3.11. Árbol de estrategias contra la raza Zerg podado . . . . .	25
3.12. Frecuencia de estrategias contra la raza Terran (árbol de estrategias podado) . . . . .	26
3.13. Frecuencia de estrategias contra la raza Protoss (árbol de estrategias podado) . . . . .	26
3.14. Frecuencia de estrategias contra la raza Zerg (árbol de estrategias podado) . . . . .	27
3.15. Número de estrategias según su frecuencia de uso (árbol de estrategias podado) . . . . .	28
3.16. Formato del fichero de frecuencias de construcción . . . . .	28
3.17. <i>Brood War Terran Analyzer</i> . . . . .	30
3.18. Reutilización de caminos . . . . .	31
3.19. Problemas en la colocación de los edificios . . . . .	32
3.20. Mutación estática. <i>Fitness</i> medio fijados $N = 10$ y $K = N/5$ . . . . .	37
3.21. Mutación estática. Número de edificios fijados $N = 10$ y $K = N/5$ . . . . .	37
3.22. Mutación estática. <i>Fitness</i> medio fijados $N = 10$ y $K = N/5$ (II) . . . . .	38
3.23. Mutación estática. Número de edificios fijados $N = 10$ y $K = N/5$ (II) . . . . .	39

3.24. Mutación estática. <i>Fitness</i> medio fijados $K = N/5$ y $m_r=0.025$ . . . . .	40
3.25. Mutación estática. Número de edificios fijados $K = N/5$ y $m_r=0.025$ . . . . .	41
3.26. Mutación estática. <i>Fitness</i> medio fijados $K = N/5$ y $m_r=0.025$ (II) . . . . .	42
3.27. Mutación estática. Número de edificios fijados $K = N/5$ y $m_r=0.025$ (II) . . . . .	43
3.28. Mutación estática. <i>Fitness</i> medio fijados $N = 450$ y $m_r=0.025$ . . . . .	44
3.29. Mutación estática. Número de edificios fijados $N = 450$ y $m_r=0.025$ . . . . .	45
3.30. Mutación dinámica. <i>Fitness</i> medio fijados $N = 10$ y $K = N/5$ . . . . .	46
3.31. Mutación dinámica. Número de edificios fijados $N = 10$ y $K = N/5$ . . . . .	47
3.32. Mutación dinámica. <i>Fitness</i> medio fijados $N = 10$ y $K = N/5$ (II) . . . . .	48
3.33. Mutación dinámica. Número de edificios fijados $N = 10$ y $K = N/5$ (II) . . . . .	48
3.34. Mutación dinámica. <i>Fitness</i> medio fijados $K = N/5$ y $\delta=0.2$ . . . . .	49
3.35. Mutación dinámica. Número de edificios fijados $K = N/5$ y $\delta=0.2$ . . . . .	50
3.36. Mutación dinámica. <i>Fitness</i> medio fijados $N = 200$ y $\delta=0.2$ . . . . .	51
3.37. Mutación dinámica. Número de edificios fijados $N = 200$ y $\delta=0.2$ . . . . .	52
3.38. Comparativa entre mutación estática y dinámica . . . . .	54
4.1. <i>Astral Balance</i> . . . . .	58
4.2. <i>Switchback</i> . . . . .	58
4.3. Número de partidas realizadas . . . . .	59
4.4. Número de partidas por estrategia . . . . .	60
4.5. Modos de construcción . . . . .	65
A.1. Probabilidad de ganar según la diferencia de ELO entre jugadores . . . . .	II

# 1

## Introducción

El primer videojuego de la historia, creado por Thomas T. Goldsmith Jr. y Estle Ray Mann, consistía en un tubo de rayos catódicos [1] que actuaba a modo de simulador de misiles, inspirado en los radares usados en la Segunda Guerra Mundial. Poco después Shannon proponía una forma de programar un ordenador para que jugase al ajedrez [2].

Desde entonces, los videojuegos han dado un salto enorme adaptándose a la tecnología del momento y divirtiéndolo a multitud de generaciones. No obstante, con el tiempo cada vez más personas buscan retos dentro de los videojuegos, y es en este contexto donde la Inteligencia Artificial cobra fuerza, cuando se comienzan a crear los primeros jugadores artificiales que simulan el comportamiento humano [3].

Como se verá en la sección 2, dentro de este campo se han investigado una gran variedad de algoritmos que pretenden encontrar solución a problemas aplicados a diversos géneros de videojuegos [4, 5, 6]. En concreto, en los videojuegos de estrategia en tiempo real (*Real-Time Strategy*, RTS), encontramos algoritmos para búsqueda de caminos óptimos (*pathfinding*) [7], para mejorar la gestión de tareas como el control de unidades (*micromanagement*) [8] o para la exploración (*scouting*) [9], entre otros.

Uno de los videojuegos RTS por excelencia es *Starcraft: Brood War*, donde también se ha investigado la utilización de algoritmos para diversas tareas [10, 11, 12] e incluso el desarrollo de agentes autónomos dotados de una inteligencia artificial compleja capaces de jugar simulando el comportamiento humano [13, 14, 15], llamados NPC (*Non Player Character*).

En este videojuego, una de las tareas más descuidadas es probablemente la construcción. Algunos trabajos, como [16], utilizan algoritmos genéticos para optimizar el lugar de construcción de los edificios. Este trabajo parte de este punto y agrega algo nuevo, las estrategias que siguen los jugadores en el juego.

Tal y como se verá en la sección 3, este trabajo no busca implementar una inteligencia artificial completa, pero sí realizar un análisis sobre las estrategias de construcción dentro del juego. Y es que en este tipo de videojuegos los jugadores crean estrategias constantemente con el fin de derrotar más fácilmente a sus adversarios. Sabiendo esto, se ha optado por recopilar

las estrategias más comunes que existen en *Starcraft: Brood War*.

A partir de ese punto se ha descargado un conjunto de repeticiones de todo tipo de jugadores lo suficientemente extenso como para disponer de variedad en cuanto a enfrentamientos entre razas y estrategias empleadas. Estas repeticiones son analizadas con el fin de poder filtrarlas y categorizarlas. Gracias al filtrado realizado se obtienen únicamente datos sobre las repeticiones de jugadores que presenten cierta habilidad dentro del juego. Por otro lado, la categorización permite conocer qué tipo de estrategia se ha utilizado en cada partida, y de esta forma, se generan órdenes de construcción para cada estrategia. Dichos órdenes darán información sobre qué edificio es mejor construir en cada momento.

Con la información obtenida mediante el análisis de repeticiones se procede a diseñar un algoritmo genético (*Genetic Algorithm*, GA) capaz de determinar órdenes de construcción óptimos para cada estrategia. Este algoritmo crea soluciones a partir de las acciones de construcción de cada estrategia, que luego evalúa mediante una función de *fitness*. Así mismo, utiliza una selección por torneo para determinar qué individuos son utilizados para combinarse e introduce el concepto de elitismo, con el fin de garantizar que la calidad de las soluciones no decaiga entre sucesivas generaciones. El método de combinación es una combinación uniforme con probabilidad proporcional al *fitness* de la solución. En cuanto a la mutación se opta por crear acciones de construcción nuevas, donde la tasa de mutación presenta dos alternativas: una tasa de mutación estática, cuyo valor es prefijado, o una tasa de mutación dinámica, donde se agrega un gen adicional a las soluciones que indica la tasa de mutación que tiene dicha solución. Los parámetros de este algoritmo son ajustados posteriormente para mejorar los resultados obtenidos.

Los órdenes de construcción óptimos creados mediante el GA son utilizados luego por una inteligencia artificial (NPC) dedicada a la construcción de edificios. Este NPC únicamente es válido para la raza Terran<sup>1</sup> y se ha diseñado de forma que se encargue de gestionar todas las tareas referentes a la obtención de recursos, manejo y entrenamiento de unidades, así como a la construcción en sí misma. De esta forma, al enfrentarle contra la inteligencia artificial por defecto del videojuego se puede evaluar cuánto tiempo sobrevive utilizando una cierta estrategia de construcción contra una raza concreta.

Para realizar todas estas tareas se ha optado por utilizar diferentes herramientas y librerías como *Brood War Application Programming Interface* (BWAPI) [17], *Brood War Terrain Analyzer* (BWTA) [18] y *Brood War Hacker Finder* (BWHF) [19]. El propósito de estas librerías es facilitar las tareas referentes a la aplicación de inteligencia artificial dentro de *Starcraft: Brood War*. BWAPI sirve de comunicación con el motor del videojuego para poder inyectar código y probar así los diferentes algoritmos desarrollados. BWTA realiza un análisis del mapa en el que se juega, incluyendo información que puede ser muy útil desde un punto de vista estratégico. BWHF permite obtener información sobre las repeticiones y puede realizar análisis en busca de acciones ilegales dentro del juego, como el uso de trucos, explotación de debilidades, etc.

En la sección 4 se detalla la realización de diversas pruebas cuyo objetivo es determinar la eficacia defensiva de estrategias con características diferentes. Estas pruebas se realizan contra cada raza y en ciertos mapas escogidos.

Por último, en la sección 5 se habla sobre la efectividad de los resultados obtenidos y si se podría mejorar la probabilidad de ganar una partida utilizando la estrategia adecuada.

---

<sup>1</sup>Como se verá más adelante, en *Starcraft: Brood War* existen tres razas: Terran, Protoss y Zerg.

# 2

## Estado del arte

En esta sección se explican los conceptos esenciales para el correcto entendimiento del presente Trabajo de Fin de Máster (TFM). Se comenzará con una descripción de los videojuegos de estrategia en tiempo real (*Real-Time Strategy*, RTS), y seguidamente se explicarán diferentes aspectos de *Starcraft: Brood War*, como ejemplo de videojuego RTS y dominio de la aplicación de este TFM. Por último, se detallarán los conceptos de los algoritmos genéticos tradicionales, que conforman la base de este trabajo.

### 2.1. Videojuegos de estrategia en tiempo real

Los juegos RTS [20] son juegos de estrategia en los cuales se juega de forma ininterrumpida hasta que se acaba la partida. Por lo tanto, al contrario que otros juegos de estrategia como el ajedrez o el go, no disponen de turnos. Las decisiones se toman según transcurre la partida sin pausa, por lo que se trata de videojuegos que destacan por su dinamismo.

Dentro de las características propias de un videojuego RTS podemos encontrar las que se muestran a continuación.

- **Mapa.** Las partidas se desarrollan en un mapa que recrea un entorno adaptado al tipo de videojuego. Por ejemplo, juegos como *Age of Empires* [21] tratan de recrear zonas históricas, mientras que otros como *Warcraft* [22] se ambientan en un mundo de fantasía.
- **Bases iniciales.** Dentro de un mapa suele haber dos o más puntos donde los jugadores pueden aparecer al iniciar la partida. Estos puntos suelen ser predeterminados y dependientes de cada mapa. El objetivo es proporcionar las mismas oportunidades a ambos jugadores, evitando dar ventajas estratégicas y/o económicas.
- **Civilización/Raza.** Los videojuegos RTS suelen tener diferentes tipos de civilizaciones o razas que se pueden utilizar. Cada civilización tiene sus propias características que le diferencian del resto y, en cierto modo, le hacen única. Los jugadores antes de comenzar una partida deben seleccionar la civilización o raza que utilizarán durante la misma.
- **Unidades.** Como se ha mencionado, cada civilización posee una serie de características propias. Entre ellas cabe destacar la utilización de cierto tipo de unidades. Estas unidades

se utilizan para todo tipo de tareas que van desde la recolección de recursos o la construcción de estructuras (en el caso de los trabajadores) hasta la defensa y el ataque contra el enemigo (en el caso de unidades ofensivas).

- **Estructuras.** Suelen denominarse también edificios. Se trata de aquellas construcciones que permiten crear nuevas unidades, investigar nuevas tecnologías y/o mejoras, o defender de los ataques de las unidades enemigas. Las estructuras suelen ser construidas por ciertas unidades destinadas a dicha tarea.
- **Recursos.** A lo largo y ancho del mapa suele haber distribuidos una serie de recursos que variarán según el juego. Estos recursos permiten al jugador construir edificios y crear unidades, entre otras cosas. Representan el aspecto económico del juego.
- **Minimapa.** Esta funcionalidad, propia ya de casi todos los videojuegos RTS, es una imagen escalada del mapa que proporciona una visión global del mismo, permitiendo ver la situación de estructuras, el movimiento de unidades o los conflictos que estallan entre los ejércitos.

Estos son sólo algunos aspectos que se suelen ver comunmente en los videojuegos RTS. No obstante, los detalles concretos dependen en gran medida del juego y su ambientación.

Aunque existen juegos RTS de multitud de géneros [23], en general, se trata de juegos de guerra en los que el objetivo es conseguir ganar al oponente. Para ello, el jugador debe obtener recursos que emplea en construir un ejército con el que atacar y destruir el ejército enemigo. Por lo tanto, suelen involucrar tareas como la recogida de recursos, el manejo de unidades, la construcción de estructuras, etc. Así mismo, presentan interfaces complejas que los usuarios deben tratar de manejar con soltura.

Por todo lo mencionado se trata de juegos que requieren un nivel de atención alto [24] en el cual habilidades como la multitarea (ser capaz de realizar varias tareas simultáneamente) o la capacidad de pensar y actuar bajo presión cobran gran importancia.

## 2.2. *Starcraft: Brood War*

*Starcraft: Brood War* es un juego RTS de ciencia ficción que fue desarrollado por Blizzard Entertainment en el año 1998. En este juego se presentan tres razas que luchan por obtener el control del Sector Koprulu, un sistema solar donde se suceden los diferentes actos de la historia. Estas tres razas son conocidas como: Terran, humanos exiliados de la Tierra capaces de adaptarse a cualquier situación; Protoss, humanoides que disponen de tecnología avanzada y habilidades psiónicas<sup>1</sup>; y Zerg, insectos alienígenas que buscan la perfección genética.

Dentro del juego, cada raza dispone de un conjunto de unidades, de estructuras y de tecnologías y mejoras que puede crear, construir e investigar, respectivamente. Dependiendo del tipo de raza, la forma de crear unidades y construir estructuras se denominará y conllevará una estrategia diferente. Por ejemplo, las unidades Zerg no se entrenan sino que se transforman a partir de larvas, y las estructuras de los Protoss no necesitan de un trabajador que esté construyéndolas, se construyen automáticamente. Todas estas diferencias hacen que se trate de un juego complejo con gran cantidad de detalles a tener en cuenta. No obstante, en la actualidad todas las razas están equilibradas (i.e. no hay ninguna raza superior a otra), por lo que las

---

<sup>1</sup>Las habilidades psiónicas se entienden como todas aquellas habilidades no naturales como la telepatía o la telequinesis.

partidas no se deciden por el tipo de raza escogido, sino por la habilidad del jugador.

Como juego RTS, *Starcraft: Brood War* basa su jugabilidad en los aspectos que se muestran a continuación.

### 2.2.1. Aspectos generales

Se distinguen tres modos de juego principalmente: el modo campaña, en el cual se sigue una historia que introduce personajes y conflictos entre ellos mientras se juegan pequeñas partidas contra la inteligencia artificial; un modo de partidas personalizadas contra la inteligencia artificial, en el cual se selecciona el mapa, los jugadores y sus razas y el objetivo es derrotar a los enemigos; y un modo multijugador gestionado por el servicio *Battle.net* de Blizzard en el cual los jugadores humanos se enfrentan en partidas en línea de hasta ocho jugadores.

Las partidas son jugadas en un mapa de dimensiones y características variables y entre dos o más jugadores, alguno de los cuales puede estar controlado por la inteligencia artificial del juego.

Dentro de un mapa existen diferentes conceptos que se deben tener en cuenta:

- **Tamaño del mapa.** Dado que se trata de mapas bidimensionales, viene determinado por la anchura y altura del mismo.
- **Tipos de coordenadas.** Hacen referencia a la resolución a la que las unidades pueden realizar tareas como caminar o construir. Entre ellas se distinguen las siguientes:
  - **Posiciones.** Se miden en píxeles y tienen la resolución más alta.
  - **Casillas de desplazamiento (*walk tiles*).** Cada casilla de desplazamiento está compuesta por  $8 \times 8$  píxeles. Se denominan de esta forma ya que a esta resolución se permite obtener datos de desplazamiento de unidades.
  - **Casillas de construcción (*build tiles*).** Cada casilla de construcción equivale a  $4 \times 4$  casillas de desplazamiento ( $32 \times 32$  píxeles). Se denominan así debido a que a esta resolución se controlan las construcciones en el juego. El tamaño de los mapas se mide en este tipo de resolución.
- **Recursos.** En los mapas se distinguen dos tipos de recursos que los jugadores deben tratar de recoger en todo momento.
  - **Minerales.** Son recogidos en campos de minerales distribuidos en ciertos puntos del mapa. Suelen ser abundantes y corrientes y se emplean para casi cualquier proceso de creación de unidades, construcción de estructuras o investigación de mejoras o tecnologías.
  - **Gas vespeno.** Es recogido en géisers de gas. Suele ser escaso y máspreciado que los minerales. Se emplea para crear, construir o investigar ciertos elementos avanzados durante una partida. Además, requiere de una estructura especial para poder recolectarse, que según la raza será *Refinería* para los Terran, *Asimilador* para los Protoss y *Extractor* para los Zerg.
- **Zonas.** Dentro de un mapa podemos distinguir diferentes zonas según su localización.
  - **Posiciones de inicio.** Son las posiciones donde los jugadores comienzan la partida. Todos los mapas disponen de unas posiciones iniciales predeterminadas y han sido

diseñados para que traten de ofrecer las mismas oportunidades estratégicas a todos los jugadores.

- **Bases.** Un mapa está compuesto por varias bases, incluyendo las iniciales (donde comienzan los jugadores). Cada base dispone de una cantidad limitada de recursos minerales y gas vespeno, por lo que es ideal tener bajo control más de una base siempre que se pueda.
- **Expansión.** Son aquellas bases diferentes a las de inicio que el jugador puede tratar de tomar. Cuantas más expansiones tenga bajo control más recursos podrá obtener y dispondrá de una mejora económica.
- **Regiones.** Cada mapa se divide en regiones. Las regiones no tienen siempre la misma forma ni tamaño y suelen responder a una descomposición lógica del mapa en zonas.
- **Cuellos de botella (*choke points*).** Son aquellas zonas del mapa que conectan dos regiones. Se denominan cuellos de botella ya que suelen ser más o menos angostos y no es posible el paso de un gran número de unidades simultáneamente a través de ellos.
- **Niebla de guerra (*fog of war*).** Las unidades y edificios de cada jugador presentan un rango de visión. En *Starcraft: Brood War* los mapas tienen lo que se conoce como niebla de guerra, lo cual afecta a la visibilidad del mapa durante la partida. Podemos distinguir tres tipos de visibilidad.
  - **Zonas actualmente visibles.** Son las zonas que están actualmente siendo vistas por estructuras o unidades (o habilidades, como el *Barrido de escáner* de la raza Terran).
  - **Zonas exploradas pero no visibles.** Son zonas que en cierto momento de la partida han sido visibles, ya que han entrado en el rango de visión de alguna unidad, estructura o habilidad, pero actualmente no lo son. Por lo tanto se conoce cómo es dicha zona, pero no se tienen datos actuales sobre si hay o no unidades o estructuras enemigas sobre la misma.
  - **Zonas no exploradas.** Son las zonas que nunca han entrado en el rango de visión de una unidad, estructura o habilidad del jugador durante la partida. Por lo tanto, se desconoce cómo son.

Otros conceptos a tener en cuenta tienen que ver con las unidades. Existen diferentes tipos de unidades según su función dentro del juego, aunque principalmente se distinguen dos.

- **Trabajadores.** Son las unidades encargadas de construir estructuras y recoger recursos. En la raza Terran se conocen como *VCEs*, en la raza Protoss como *Sondas* y en la raza Zerg como *Zánganos*. Según la raza, los trabajadores tienen unas características diferentes.
- **Otros.** Las unidades que no son trabajadores se utilizan generalmente para el ataque. Estas unidades están pensadas para defenderse y atacar al enemigo y tienen unas fortalezas y debilidades contra cada una de las unidades de las razas enemigas.

### 2.2.2. Gestión de los recursos

Durante una partida es necesario tratar de mantener un nivel de recursos adecuado, ya que permitirán crear unidades, construir estructuras e investigar mejoras y tecnologías más avanzadas.

Así mismo, siempre que sea posible, el jugador debe tratar de expandirse a otras bases del



mapa, con el objetivo de mejorar dicho nivel de recursos. Como ya se ha mencionado, cuantas más expansiones se tengan bajo control mejor, ya que influirán directamente en la cantidad de recursos obtenidos.

En *Starcraft: Brood War* los recursos son la parte fundamental de las partidas. Para que se entienda su importancia, algunas de las estrategias más típicas consisten en denegar la recogida normal de recursos al enemigo, de esta forma se daña su economía en mayor o menor medida, lo cual puede suponer un duro golpe y decantar la balanza hacia un jugador u otro.

### 2.2.3. Gestión de las unidades

En la partida, un jugador puede crear unidades siempre que su límite de población (conocido como límite de suministros) lo permita. El límite de suministros máximo permitido es de 200 para las tres razas.

Al igual que con los recursos se debe tratar de mantener un nivel más o menos constante de unidades, ya que cuantas más unidades se tengan más recursos podrán recogerse y más probable será resistir un ataque o conseguir derrotar al enemigo<sup>2</sup>.

Por otro lado, cada unidad puede ser manejada de forma individual y dispone de una serie de habilidades típicas, como atacar, mantener posición, patrullar, etc, y otras especiales que en muchos casos provienen de investigaciones y mejoras, como la habilidad *Modo asedio* del *Tanque de asedio* de los Terran. El jugador debe tratar de gestionar las unidades que tiene de forma que los trabajadores estén constantemente recogiendo recursos, exceptuando cuando construyen estructuras, y las unidades de ataque explorando las diferentes zonas del mapa y tratando de atacar al rival y defenderse del mismo. Además, cabe mencionar que las unidades de cada raza presentan unas características diferentes.

Las unidades de la raza Terran (ver anexo B) no presentan ninguna característica especial, no obstante, son las más equilibradas. Permiten tanto disponer de unidades de tipo biológico (débiles pero baratas) como unidades de tipo mecánico (robustas y caras).

En el caso de la raza Zerg, en cada estructura *Criadero* se generan larvas de forma constante a lo largo de la partida (acumulando hasta un total de tres larvas). Dichas larvas se pueden transformar en diferentes tipos de unidades, según las construcciones, investigaciones y mejoras que se hayan realizado. Todas las unidades generadas son de tipo biológico.

Por último, las unidades de la raza Protoss disponen de un escudo, a parte de sus puntos de vida, que se regenera de forma automática cuando resulta dañado. Las unidades de esta raza resultan caras y tardan en crearse, por lo que se suele tratar de buscar más la calidad que la cantidad.

### 2.2.4. Gestión de la construcción

Como ya se ha comentado, los trabajadores de cada raza son los encargados de construir las diferentes estructuras de las que dispone la misma. No obstante, la construcción funciona de forma diferente en cada una.

---

<sup>2</sup>También influyen otros factores como el tipo de unidades creadas o el seguimiento de ciertas estrategias que desaconsejen esta práctica en favor de mejoras tecnológicas o expansiones.

Los edificios de la raza Terran pueden ser construidos en cualquier lugar del mapa. Para ello se indica a un trabajador que construya la estructura en algún lugar del mapa y dicho trabajador estará ocupado en dicha tarea hasta que el edificio esté completo. Algunos de esos edificios pueden elevarse en el aire y levitar lentamente hasta ser situados en otra zona. Esto da una ventaja táctica a esta raza, ya que puede construir el edificio en su base de forma segura y luego trasladarlo al lugar donde desea que esté (especialmente útil para hacerse con el control de nuevas expansiones). Por otro lado, cuando los puntos de vida de estos edificios baja por un debajo de un tercio de sus puntos de vida totales comienzan a arder, perdiendo salud de forma constante hasta destruirse. Cabe mencionar que los edificios pueden ser reparados por los trabajadores de esta raza.

En el caso de la raza Protoss, existe un tipo de estructura denominado *Pilón* que habilita zonas conocidas como cuadrículas de potencia (*power grids*) en donde se puede construir. Estas zonas se disponen de manera radial partiendo del *Pilón* con un radio de acción limitado. Las estructuras como *Nexo* o *Asimilador* (y el *Pilón* en sí mismo) no necesitan ser conectadas en dichas zonas. Además, las estructuras son generadas de forma automática. El trabajador únicamente indica que desea construir una estructura dentro de la cuadrícula de potencia de algún *Pilón* y éste se comienza a construir sin necesidad de que el trabajador siga ocupado en dicha tarea. Esto beneficia a esta raza desde un punto de vista económico, ya que destinan poco tiempo a la construcción y mucho más a la recolección de recursos.

Las estructuras de la raza Zerg también se limitan a ciertas zonas de construcción. En este caso, se trata de construir las estructuras en un tipo de suelo conocido como *creep*. Este tipo de suelo es generado por ciertas estructuras como los *Criaderos*. Así, cuando un trabajador desea construir una estructura debe indicar la zona del *creep* donde desea construirlo y dicho trabajador morirá para dar lugar a la nueva estructura.

### 2.2.5. Modo multijugador

Como ya se ha explicado, en el modo multijugador se pueden jugar partidas entre jugadores humanos hasta un máximo de ocho jugadores. Estas partidas son gestionadas por el servicio *Battle.net* de *Blizzard*. Existen dos tipos de partidas principalmente. Aquellas que sólo se juegan por el mero hecho de divertirse o practicar y aquellas competitivas que afectan al ranking de jugadores del servidor.

Por otro lado, también existen competiciones a nivel profesional de *Starcraft: Brood War*. Y es que es considerado como un pasatiempo nacional en países como Corea del Sur, donde durante años se han invertido grandes cantidades de dinero formando equipos patrocinados, creando programas televisivos y generando multitud de competiciones y torneos.

Algunas de las competiciones más conocidas en el ámbito profesional [25] son *OnGameNet Starleague* (OSL), *MBC Starcraft League* (MSL) y *World Cyber Games* (WCG). Además de estas, cabe mencionar la *Proleague*, la liga de los mejores jugadores de Corea del Sur en la que los jugadores se enfrentan por equipos.

## 2.3. Algoritmos genéticos

En la rama de la computación evolutiva [26], los algoritmos genéticos (*Genetic Algorithm*, GA) han sido utilizados a lo largo del tiempo para encontrar solución a problemas de optimización en multitud de campos [27, 28]. Algunos clásicos, como el problema del viajante (*Travelling Salesman Problem TSP*) [29] o el problema de enrutamiento de vehículos (*Vehicle Routing Problem, VRP*) [30], siguen siendo analizados hoy en día con el fin de encontrar soluciones mediante el uso de GAs [31, 32, 33, 34].

La base de los GAs se sitúa en la evolución natural de las especies [35]. Según esta teoría, los individuos de una población evolucionan adaptándose al medio a lo largo de generaciones. De esta forma, aquellos que mejor se adaptan tienen más probabilidades de subsistir. Es lo que se conoce como selección natural.

Dentro de los GAs, se dispone de una población formada por un conjunto de individuos, donde cada individuo será una solución al problema propuesto. Por otro lado, dichos individuos estarán compuestos por una serie de características o *genes*, que constituirán su *genotipo*. La representación física de las características que constituyen el genotipo es lo que se conoce como *fenotipo*.

La evolución de los individuos queda definida entonces por su **selección** como individuo apto dentro de la población, su **combinación** con otros individuos para generar nuevos individuos y su cambio para mantener una diversidad genética (**mutación**). Todo ello sujeto a la existencia de la población inicial de la cual proceden. Los conceptos relacionados con la selección, la combinación y la mutación se conocen como **operadores genéticos** [36, 37, 38].

### Población inicial

La primera cuestión a plantear es la generación de la población inicial, que será la base de las futuras poblaciones. Dicha población debe generarse de manera aleatoria y estará compuesta por un gran conjunto de individuos lo más variados posible [39].

La razón por la cual el conjunto debe ser grande y variado es fácil de entender si tratamos el GA como un algoritmo de búsqueda de una solución óptima dentro de un conjunto de soluciones. Y es que, en dicho escenario, debemos tratar de abarcar el mayor espacio de búsqueda posible con el fin de encontrar una buena solución.

Una de las mejores opciones para simplificar dicha búsqueda suele ser disponer la generación de individuos de forma que se induzca a buscar en ciertas regiones del espacio. Esta inducción proviene de la selección de ciertos valores predefinidos para ciertos genes. Esto se podrá hacer siempre que se tenga conocimiento de que en dicha región del espacio se obtendrán mejores soluciones [40].

### Selección de individuos

La selección de aquellos individuos más aptos depende directamente de un método para evaluar dicha aptitud. En los GAs la función que evalúa la calidad de los individuos se denomina **función de fitness**. Esta función debe ajustarse al problema que se desea resolver y, gracias a ella, es posible determinar lo bueno o lo malo que resulta un individuo como solución al problema.

Una vez se ha definido una función con la que evaluar los individuos deberemos elegir un método para seleccionar a aquellos que consideremos mejores. Los métodos de selección a utilizar son variados [41] y también dependen del problema a resolver. No obstante, algunos de los más conocidos son los que se muestran a continuación.

- **Selección por ruleta.** También conocida como selección proporcional [42]. En este tipo de selección cada individuo tiene una probabilidad de ser elegido proporcional a su valor de *fitness*. Se puede entender como una ruleta donde los individuos con mejor *fitness* disponen de más espacio de ruleta y los individuos con peor *fitness* disponen de menos. En esta situación será más probable que se seleccionen aquellas soluciones con mejor *fitness* (más espacio de ruleta) que el resto.

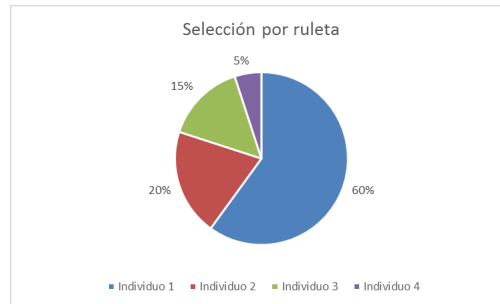


Figura 2.1: Selección por ruleta. En la selección por ruleta los individuos con mejor *fitness* disponen de más proporción de ruleta que aquellos con peor *fitness*.

- **Selección por ranking** [43]. En casos donde encontramos soluciones con valores de *fitness* muy dispares puede ser necesario utilizar este tipo de selección. Una vez hemos ordenado los individuos por su valor de *fitness*, otorgamos una probabilidad fija según la posición que ocupen en el ranking<sup>3</sup>. De esta forma, al controlar dicha probabilidad se impide que haya tanta diferencia. No obstante, este tipo de selección puede resultar contraproducente a largo plazo, ya que, si escogemos mal dicha probabilidad, puede retrasar la convergencia natural a una solución.

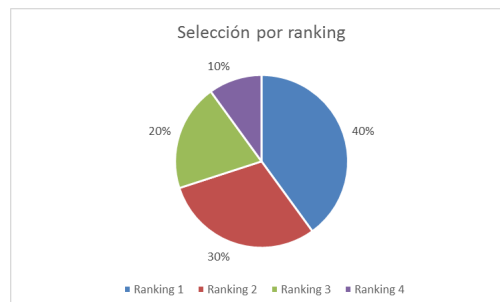


Figura 2.2: Selección por ranking. En la imagen se puede observar cómo con una probabilidad  $p = \frac{2}{N(N+1)}$  se obtienen probabilidades en función de la posición en el ranking.

<sup>3</sup>Las probabilidades a seleccionar típicas consisten en establecer a la solución que ocupa la primera posición una probabilidad  $Np$  de ser seleccionada, la solución que ocupa la segunda posición una probabilidad  $(N-1)p$  y así sucesivamente, de forma que  $Np + (N-1)p + \dots + p = \frac{N(N+1)}{2}p = 1$ . Por lo que  $p = \frac{2}{N(N+1)}$ , siendo  $N$  el número de individuos.

- **Selección por torneo** [44]. Este tipo de selección elige de forma aleatoria  $K$  individuos que formarán el torneo de entre toda la población. En dicho torneo se evalúa el *fitness* de cada individuo seleccionado y se ordenan según el mismo. El individuo con mejor *fitness* será el que finalmente se seleccione. Este tipo de selección presenta varios beneficios, como la rapidez, ya que no es necesario evaluar toda la población, y que permite evitar en cierto modo la convergencia prematura, ya que no siempre se escogerán las mejores soluciones. Por otro lado, es necesario ajustar el tamaño  $K$  del torneo. Cuanto más grande sea dicho tamaño menos beneficios obtenemos del método de selección, a cambio de una selección más realista de los mejores individuos de la población. La siguiente tabla muestra una selección por torneo para diferentes  $K$  que selecciona un progenitor (donde SA significa que dicho individuo se ha seleccionado de forma aleatoria para el torneo).

Individuo	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Fitness</i>	0.33	0.42	0.28	0.81	0.98	0.72	0.10	0.03
Torneo (K=2)	SA				SA			
Individuo seleccionado					X			
Torneo (K=5)		SA	SA	SA			SA	SA
Individuo seleccionado				X				

- **Selección *steady state*** [45]. Este tipo de selección opta por mantener gran parte de los individuos de una generación a otra. En concreto, se evalúan todos los individuos según su función de *fitness*. Luego se seleccionan los  $N$  mejores individuos<sup>4</sup> para dar lugar a  $N$  descendientes que sustituirán a los  $N$  peores individuos de la población actual. El problema principal que presenta este tipo de selección es la lentitud de su convergencia, ya que gran parte de las soluciones se mantienen entre generación y generación.

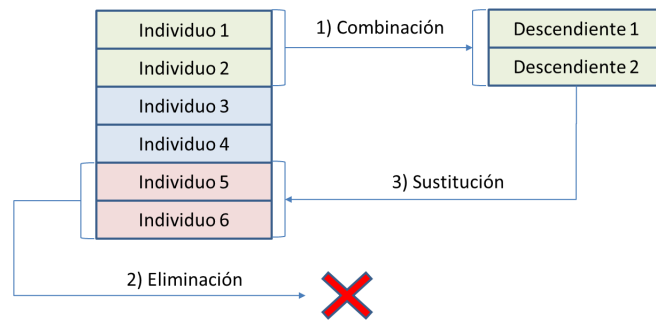


Figura 2.3: Selección *steady state*. La imagen muestra una selección *steady state* con  $N = 2$  en una población de seis individuos.

<sup>4</sup>El valor de  $N$  dependerá del tipo de combinación entre individuos que se esté realizando.

## Combinación entre individuos

Una vez hemos seleccionado los mejores individuos de la población, que serán los progenitores, debemos combinarlos entre ellos de alguna forma con el fin de generar nuevos individuos o descendientes (*offsprings*). Existen diversas formas de combinar los progenitores para generar descendientes [46] y dependiendo del problema a resolver deberemos seleccionar la que sea más adecuada. Algunas de las combinaciones más notables son las que se muestran a continuación.

- **Combinación en un punto (*single-point crossover*)** [47]. Habiendo seleccionado dos progenitores y tomando cada progenitor como un vector de  $N$  genes se elige un  $K$  ( $K < N$ ) aleatorio que representa el punto de combinación. Este tipo de combinación genera dos descendientes. El primer descendiente tendrá los  $K$  primeros genes del primer progenitor y los  $N - K$  siguientes del segundo, mientras que el segundo descendiente tendrá los  $K$  primeros genes del segundo progenitor y los  $N - K$  siguientes del primero. Se trata de un proceso rápido.

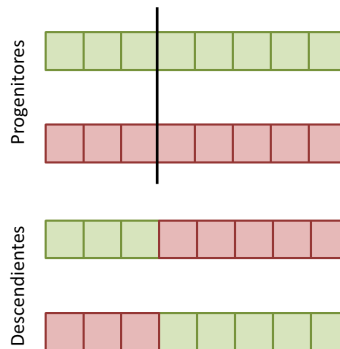


Figura 2.4: Combinación en un punto para  $K = 3$

- **Combinación en dos puntos (*two-point crossover*)**. Partiendo del planteamiento anterior, esta vez se seleccionan dos puntos  $K_1$  y  $K_2$  tal que  $K_1 < K_2 < N$ . De esta forma, se generan dos descendientes tal que el primer descendiente tendrá los  $K_1$  primeros genes del primer progenitor, los  $K_2 - K_1$  siguientes del segundo y los  $N - K_2$  últimos del primero nuevamente. El segundo descendiente se genera de la misma forma, pero utilizando los genes restantes.

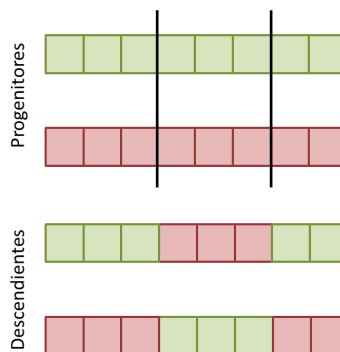


Figura 2.5: Combinación en dos punto para  $K_1 = 3$  y  $K_2 = 6$ .

- **Combinación uniforme (*uniform crossover*)** [48]. En este caso se establece una probabilidad de combinación  $p_c$  que se utiliza para determinar cuándo se debe utilizar un gen del segundo progenitor. Para ello se calcula un número aleatorio entre cero y uno para cada gen. Los genes cuyo número aleatorio esté por debajo de  $p_c$  harán que se tome el gen del primer progenitor. Por otro lado, aquellos cuyo número aleatorio esté por encima de  $p_c$  harán que el gen a tomar sea el del segundo progenitor. Esta probabilidad  $p_c$  suele venir dada de forma proporcional a la función de *fitness*. En la figura 2.6 podemos ver representado este tipo de combinación, donde para el primer descendiente se toman los genes del primer progenitor siempre que se genera una probabilidad menor que  $p_c$  y los del segundo en caso contrario. Por otro lado, el segundo descendiente surge a partir de los genes restantes.

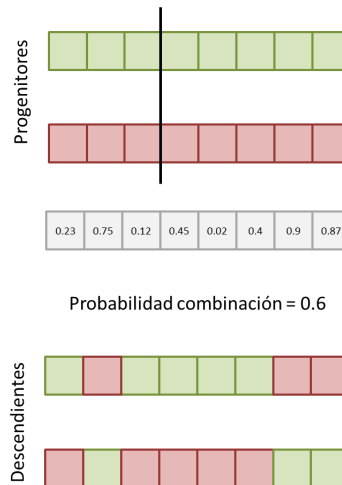


Figura 2.6: Combinación uniforme con  $p_c = 0,6$

## Mutación

Una vez hemos generado un conjunto de descendientes a partir de los progenitores el siguiente paso es aplicar mutación a dichos individuos. El proceso de mutación consiste en la modificación de ciertos genes de los descendientes [49]. Los genes a mutar, así como el tipo de mutación a escoger son totalmente dependientes del problema a resolver. El objetivo es generar diversidad genética.

Ya que los individuos de una población están compuestos por la combinación de sus progenitores, es deseable mantener cierto componente de aleatoriedad que permita diferenciar los descendientes entre ellos. Esto permite que se abarque un mayor espacio de búsqueda en cada generación de individuos y evita la convergencia prematura del algoritmo. Por otro lado, si se mutan los genes con demasiada frecuencia ocurrirá lo contrario: el algoritmo será incapaz de converger a una solución.

Aunque los tipos de mutación que se pueden aplicar dependen del genotipo de las soluciones, en la siguiente lista se muestran algunos ejemplos que pueden ser tomados como referencia.

- **Para bits**

**Voltear bits (*Flip bits*)**. Consiste en elegir de forma aleatoria uno o más bits e

invertir su valor. El parámetro a ajustar es el número de bits que deseamos invertir. Cuantos más bits invirtamos más aleatoria será la solución obtenida.

**Mutación de la cadena de bits (*Bit string mutation*).** Consiste en mutar todos los bits de una cadena con una cierta probabilidad. La probabilidad de mutación se suele establecer en un valor bajo.

- **Para números enteros**

**Aleatorio (*Random*).** Consiste en seleccionar un gen de forma aleatoria e intercambiarlo por un valor aleatorio que esté entre un máximo y un mínimo. En este caso se deben establecer los límites máximos y mínimos para cada gen.

**Mín-Máx (*Min-Max, Boundary*).** Consiste en seleccionar un gen de forma aleatoria e intercambiarlo aleatoriamente por el valor mínimo o máximo que pueda tener ese gen.

De cualquier forma, generalmente será mejor diseñar un tipo de mutación que se ajuste al problema y permita obtener soluciones óptimas en un tiempo razonable [50].

### Convergencia de los algoritmos genéticos

En los apartados anteriores se ha mencionado en ciertos puntos el término **convergencia** [51]. La convergencia hace referencia a aquel estado en el cual el GA crea poblaciones de individuos similares que no varían o varían poco entre generaciones. En este punto podremos decir que el algoritmo ha convergido, ya que se ha centrado en un tipo de soluciones concreto. Por otro lado, existen dos estados más que se consideran no deseables, como la convergencia prematura [52] o la no convergencia. El primero hace referencia a la convergencia demasiado rápida a soluciones subóptimas. El segundo a la situación en la que el algoritmo continúa de forma indefinida realizando sus operaciones y no converge a ninguna solución concreta.

La convergencia viene determinada en muchos casos por factores tales como:

- **La población inicial.** Si se emplea una población inicial poco diversa se convergerá con gran rapidez a un tipo de solución que puede que no sea óptima. Por otro lado, cuanto más variadas sean las soluciones generadas más tiempo tardará en converger, pero es más probable que se encuentren buenas soluciones.
- **El método de selección.** Depende del problema que se desee resolver. Hay algunos problemas que funcionarán peor con cierto tipo de métodos o que pueden no tener sentido. Un mal método de selección puede acelerar o frenar la convergencia del algoritmo de forma indeseada.
- **El tipo y la tasa de combinación.** La combinación es otro factor dependiente del problema. Como el método de selección, si se escoge un tipo de combinación o una tasa de combinación poco adecuada podrá modificar la convergencia esperada del algoritmo.
- **El tipo y la tasa de mutación.** Como los anteriores, depende del problema y debe ser estudiado con cuidado, ya que la mutación es uno de los factores que más puede acelerar o retrasar la convergencia, hasta el punto de impedir que el algoritmo converja.

Nuestro objetivo será determinar qué factores pueden afectar en gran medida a la convergencia y tratar de ajustarlos de forma que el GA converja a soluciones óptimas.



## 2.4. Aplicaciones en *Starcraft: Brood War*

Actualmente, existen multitud de trabajos dedicados a la investigación y utilización de algoritmos de inteligencia artificial en videojuegos RTS [53, 54], algunos de ellos centrados en la aplicación de algoritmos evolutivos [55] [56] [57]. Concretamente, en el videojuego *Starcraft: Brood War* encontramos trabajos que cubren todo tipo de aspectos del mismo [58].

De forma genérica, en [59] se trata el diseño de una inteligencia artificial capaz de jugar a juegos RTS como *Starcraft: Brood War* y se propone la creación de agentes heterogéneos que consigan jugar al mismo nivel que una persona. En este aspecto encontramos múltiples inteligencias artificiales como Skynet [13], Nova [14] u Overmind [15], que aunque no consiguen jugar al mismo nivel que los jugadores profesionales suponen un gran avance en este campo.

En [60], se emplean redes bayesianas para tomar decisiones relativas a la micro-gestión<sup>5</sup>. Para ello, utilizan dos herramientas conocidas como GeNIe (*Graphical Network Interface*) y SMILE (*Structural Modeling, Inference and Learning Engine*). GeNIe permite modelar gráficamente una red bayesiana a través de SMILE, un conjunto de librerías escritas en C++ independientes de la plataforma que soportan programación orientada a objetos. Los resultados obtenidos indican que es posible utilizar redes bayesianas para mejorar la micro-gestión que ofrece por defecto el videojuego.

Por otro lado, en [61], se presenta un algoritmo de campos potenciales (*potential fields*) que es ajustado mediante un GA multi-objetivo<sup>6</sup>, concretamente el algoritmo NSGA-II (*Nondominated Sorting Genetic Algorithm*). Dicho algoritmo pretende mejorar las tareas de micro-gestión de otros trabajos en los que se emplean algoritmos como MAPF (*Multi-Agent Potential Fields*) o EMAPF (*Evolutionary Multi-Agent Potential Fields*) [62]. Finalmente, los resultados muestran que no hay mejoras entre el algoritmo NSGA-II y los algoritmos MAPF y EMAPF.

Otros trabajos que también tratan de mejorar las mecánicas de micro-gestión son [63], donde se hace uso de un sistema multi-agente basado en redes neuronales, [64], donde se presenta una aplicación de planificación Monte-Carlo, y [65], donde se emplean flujos potenciales.

Pasando a la navegación y a la búsqueda de caminos óptimos en mapas, encontramos trabajos como [66], donde se emplean campos potenciales junto con el algoritmo A\* propio del juego para crear un algoritmo híbrido que permite a las unidades moverse por el mapa y reaccionar ante la presencia de obstáculos y enemigos de forma óptima. Mientras el algoritmo A\* proporciona información estática del mapa, los campos potenciales proporcionan información dinámica cuando detecta la presencia de una unidad. Los resultados muestran que es mejor una navegación híbrida que la utilizada por defecto en el juego (únicamente A\*).

Dentro del análisis de repeticiones, encontramos diferentes trabajos que tratan de obtener datos de estudio y aprendizaje. Uno de ellos es [67], donde se analizan las acciones de los jugadores con el fin de determinar la importancia de la habilidad de los mismos en este juego.

En los aspectos relacionados con la construcción, encontramos también algunos trabajos pa-

---

<sup>5</sup>En los videojuegos RTS hay dos conceptos que suelen venir de la mano: la micro y la macro-gestión. La micro-gestión consiste en el manejo óptimo de unidades de forma individual. Por otro lado, la macro-gestión agrupa todos los aspectos de alto nivel que afectan a la economía, como la recogida de recursos, la expansión a otras bases, la creación de unidades, etc.

<sup>6</sup>La optimización multi-objetivo hace referencia a la búsqueda de una solución cuya calidad depende de varios factores simultáneamente.

ra el videojuego *Starcraft: Brood War*. En [68], se trata la técnica del *wall-in*<sup>7</sup> mediante el uso de programación declarativa, en contraste con la programación en lenguajes imperativos como C++ o Java. Por otro lado, en [16] presentan una forma de optimizar el lugar de construcción de los edificios para la raza Protoss mediante el uso de GAs. Los resultados muestran mejoras en el tiempo de supervivencia de las unidades, así como en partidas ganadas.

---

<sup>7</sup>El *wall-in* consiste en el bloqueo de la entrada de la base con edificios de forma que se evite el paso de unidades enemigas dentro de la misma. Esto previene de ataques rápidos al comienzo de la partida.

# 3

## Desarrollo

En esta sección se detallará el diseño de un NPC capaz de seguir estrategias de construcción típicas dentro del videojuego *Starcraft: Brood War*. En primer lugar, se describirá la API (*Application Programming Interface*) que se ha utilizado para comunicarse con el mismo. Seguidamente, se muestra cómo a partir de repeticiones se pueden extraer datos que resulten de utilidad. Después, se detallarán los diferentes aspectos del GA diseñado. Y, por último, se explicará la implementación del NPC realizada.

### 3.1. *Brood War Application Programming Interface*

La *Brood War Application Programming Interface* (BWAPI) [17] es un *framework* de código abierto escrito completamente en C++ que se usa para interactuar con *Starcraft: Brood War*.

BWAPI permite crear NPCs que sean capaces de jugar al videojuego. Para ello da acceso a cada aspecto del mismo durante la partida, permitiendo crear algoritmos de inteligencia artificial que luego podrán ser probados en partidas contra humanos u otros NPCs.

A su vez dispone de varios complementos que pueden facilitar ciertas tareas de análisis y gestión dentro del juego. Estos complementos son *Brood War Terrain Analyzer* (BWTA) [18] y *Brood War Standard Add-on Library* (BWSAL) [69]. El primero permite analizar el mapa en el que se juega y guardar dicha información en un fichero que se podrá utilizar posteriormente. Gracias a ello se obtiene información sobre dónde se encuentran los recursos, qué zonas son más apropiadas para expandirse, cuáles son cuellos de botella, etc. Por otro lado, el segundo complemento facilita la gestión de todas las tareas de construcción y creación de unidades, permitiendo crear NPCs más robustos.

Además, cabe mencionar que BWAPI dispone de varios *wrappers* que permiten la creación de un NPC en otros lenguajes diferentes de C++. Por ejemplo, JNIBWAPI [70] permite crear un NPC en Java, mientras que ProLogic [71] lo permite en Prolog. También existen *wrappers* para otros lenguajes, pero estos no son mantenidos de forma activa por la comunidad [72].

En este trabajo se ha utilizado BWAPI y BWTA con el *wrapper* de Java JNIBWAPI.

## 3.2. Análisis de repeticiones

En *Starcraft: Brood War* las partidas jugadas pueden ser almacenadas para su posterior visualización. Una vez guardada una partida, podrá ser vista tantas veces como se quiera y pasa a denominarse *repetición*. Las repeticiones únicamente permiten visualizar la partida que se ha jugado, pero no realizar modificaciones sobre las acciones realizadas en la misma. El objetivo que se desea conseguir es obtener información de las repeticiones a través de su análisis.

### 3.2.1. Obtención de un *dataset*

Dado que lo que se quiere es obtener datos relevantes de las repeticiones a analizar, es importante disponer de un *dataset* que ofrezca información suficiente. Para ello, se ha desarrollado un pequeño *crawler* encargado de descargar dichas repeticiones. El sitio web objetivo ha sido <http://www.bwreplays.com/>. Se ha escogido este sitio entre otros ya que agrupa el almacenamiento de repeticiones de diferentes servidores en uno solo y la cantidad de repeticiones ofrecida es más que suficiente (actualmente dispone de cerca de 340.000 repeticiones).

El *crawler* desarrollado (ver figura 3.1) es una versión simple del que se considera el *web crawler* estándar [73]. Se ha implementado un único hilo encargado de descargar las repeticiones que contenga la página que se le proporcione, así como de obtener el enlace de navegación correspondiente a la siguiente página, con el fin de seguir obteniendo más repeticiones. La página utilizada como semilla ha sido la de entrada al propio servidor<sup>1</sup>.

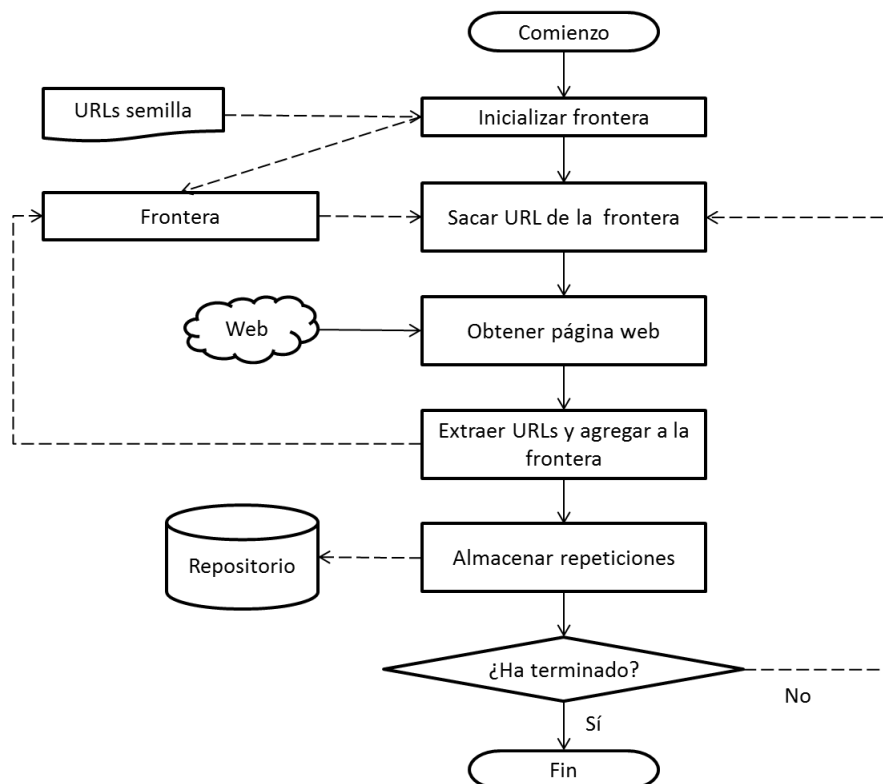


Figura 3.1: Diagrama de funcionamiento del *crawler* desarrollado

<sup>1</sup><http://www.bwreplays.com/>

Además, con el fin de no sobrecargar el servidor, el *crawler* sigue ciertas políticas de cortesía con el sitio web. Concretamente, espera 1 segundo entre petición y petición [74] y trata de seguir el archivo robots.txt<sup>2</sup> [75] si existe.

Tras ejecutar el *crawler* y realizar un primer filtrado de las repeticiones corruptas se obtuvieron 221.368 repeticiones, lo que se consideró suficiente para comenzar a trabajar.

### 3.2.2. *Brood War Hacker Finder*™

Utilizando ciertas herramientas se pueden obtener datos interesantes de las repeticiones. Una de las herramientas más importantes en este aspecto es *Brood War Hacker Finder*™ (BWHF) [19]. Aunque originalmente está diseñada para detectar a jugadores que no juegan limpio<sup>3</sup>, también permite obtener ciertos datos de las repeticiones. En concreto, se ha utilizado la librería BWHF escrita en Java para obtener dichos datos.

Esta librería permite extraer información de las repeticiones como la duración de la partida, el tamaño del mapa, los nombres de los jugadores, las razas escogidas, el número de acciones por minuto de cada jugador, las acciones concretas realizadas, etc.

Utilizando esta librería, se podría filtrar el *dataset* original para obtener únicamente las repeticiones de los mejores jugadores profesionales (ver apéndice Ranking Starcraft: Brood War). No obstante, esto presenta un problema, y es que los jugadores profesionales suelen utilizar alias cuando no están jugando en competiciones oficiales, por lo que es difícil asociar los diferentes alias con los jugadores profesionales. En su defecto, se podría realizar un análisis del número de acciones por minuto de los jugadores<sup>4</sup>.

Para poder llevar esto a cabo se realiza un segundo filtrado de las repeticiones atendiendo a las siguientes características:

- **Número de jugadores.** El número de jugadores en la partida debe ser dos. Nos interesan aquellas partidas en las que se enfrentan un jugador contra otro.
- **Versión del juego.** La versión del juego debe ser  $\geq 1.16.1$  (la última disponible a fecha 01/06/2015).

De esta forma, el nuevo *dataset* se redujo a 31.136 repeticiones.

### 3.2.3. Extracción de información a partir de las repeticiones

Como ya se ha mencionado, el nuevo *dataset* contiene repeticiones de partidas de un jugador contra otro. Esto implica que podemos extraer información de las acciones tomadas por un jugador que utiliza una determinada raza contra otro jugador que utiliza otra raza. BWHF permite obtener información de ciertas acciones, pero está algo limitado a la hora de identificar acciones tales como el movimiento o el ataque entre unidades. Es decir, no permite conocer qué unidad

---

<sup>2</sup>El archivo robots.txt es un archivo que hace referencia al protocolo de exclusión de robots en la web. Su objetivo es indicar qué zonas del sitio web visitado no deben ser accesibles a los *crawlers*.

<sup>3</sup>Se entiende como jugadores que no juegan limpio a aquellos que hacen uso de trucos o herramientas ilegales en el juego, o que explotan ciertas debilidades del mismo con el fin de ganar una partida.

<sup>4</sup>Una acción está representada por la interacción del jugador con el juego a través de los comandos destinados a tal efecto (ciertas teclas, pulsaciones del ratón y combinaciones de estas). La cantidad de acciones por minuto es un buen indicador de la habilidad que tienen los jugadores para jugar a *Starcraft: Brood War*.

se está moviendo, sino que en su lugar da información sobre que se hizo una acción de *click* en un punto del mapa y que se hizo otra acción de *click* en otro punto del mapa, y eso representa la orden de mover la unidad seleccionada en el primer *click* al punto designado en el segundo *click*. Por esta razón la información ofrecida es limitada.

En nuestro caso, se quiere obtener información sobre los órdenes de construcción de edificios. Esto es el orden en que los edificios son construidos cuando se enfrenta una raza contra otra. Al obtener esta información de todas las repeticiones del nuevo *dataset* podemos determinar la probabilidad de construcción de cada edificio en un momento determinado durante un enfrentamiento entre dos razas concretas.

Además, al obtener los diferentes órdenes de construcción entre razas podemos también determinar qué estrategia ha seguido el jugador. Y es que los jugadores profesionales con el tiempo han ido desarrollando ciertas estrategias (ver anexos Estrategias Terran vs Protoss, Estrategias Terran vs Zerg y Estrategias Terran vs Terran) que resultan esenciales para ganar cuando juegan contra otra determinada raza.

Desde esta perspectiva, obtenemos ahora la raza, las acciones por minuto, la estrategia y el orden de construcción de aquellas repeticiones en las que se enfrentan un jugador de raza Terran a otro jugador de cualquier raza. Omitimos por lo tanto las repeticiones de partidas en las que no participa ningún jugador Terran y aquellas en las que no se dispone de suficientes datos como para averiguar la estrategia que está empleando (como mínimo se utilizan órdenes de construcción de dos edificios, el tamaño más pequeño que tiene alguna estrategia). Para determinar la estrategia, se comprueba edificio por edificio si el orden de construcción utilizado por el jugador es igual a alguna de las estrategias existentes contra esa raza. Cada vez que un edificio aparece en el orden que debería se aumenta la probabilidad de que el orden de construcción siga la estrategia como uno entre el total de edificios de la misma. Al final se obtiene la estrategia más probable. El fichero resultante sigue la forma descrita en la figura 3.2, almacenando un total de 16.422 repeticiones. Como se puede observar en la figura, cada línea corresponde a una repetición y está compuesta por palabras separadas por comas. La primera y la segunda palabra corresponden a la raza y las acciones por minuto del primer jugador, respectivamente, mientras que la tercera y la cuarta palabra corresponden a la raza y las acciones por minuto del segundo jugador. La quinta palabra corresponde a la estrategia más probable que usó el primer jugador contra el segundo jugador. A partir de ahí, el resto de palabras corresponden al orden de construcción en sí mismo realizado por el primer jugador cuando se enfrenta al segundo jugador.

```
Terran,172,Zerg,300,Vs_Zerg_Bunker_Rush,Supply Depot,Barracks,Barracks...
Terran,353,Protoss,185,Vs_Protoss_NaDa_Two_Factory,Supply Depot,Barracks,Refinery...
Terran,245,Protoss,265,Vs_Protoss_Shallow_Two,Supply Depot,Barracks,Refinery...
Terran,261,Zerg,212,Vs_Zerg_Iloveoov_Fake_Mech,Supply Depot,Barracks,Supply Depot...
Terran,345,Zerg,178,Vs_Zerg_Iloveoov_Fake_Mech,Barracks,Refinery,Supply Depot...
Terran,240,Protoss,148,Vs_Protoss_Shallow_Two,Supply Depot,Refinery,Barracks...
Terran,250,Terran,167,Vs_Terran_14_Command_Center,Supply Depot,Barracks,Refinery...
Terran,167,Terran,250,Vs_Terran_14_Command_Center,Supply Depot,Barracks,Refinery...
Terran,177,Protoss,190,Vs_Protoss_Two_Factory_Vultures,Supply Depot,Barracks,Barracks...
Terran,294,Protoss,197,Vs_Protoss_Gundam_Rush,Supply Depot,Barracks,Refinery...
Terran,190,Protoss,244,Vs_Protoss_One_Factory_Double_Expand,Supply Depot,Barracks,Refinery...
Terran,294,Protoss,261,Vs_Protoss_One_Factory_Double_Expand,Supply Depot,Barracks,Refinery...
```

Figura 3.2: Formato del fichero de órdenes de construcción

Gracias a dichos datos podemos obtener información relevante, como el número de repeticiones que tenemos disponibles contra cada raza (ver figura 3.3), entre otras cosas.

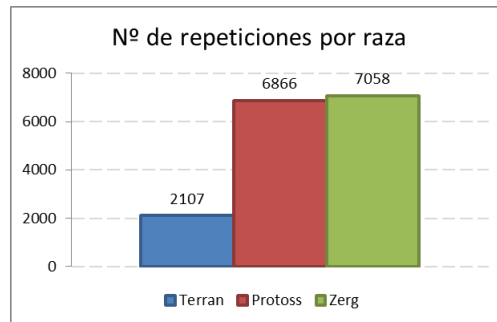


Figura 3.3: Número de repeticiones por raza. El gráfico muestra el número de repeticiones disponibles cuando se enfrenta la raza Terran contra cada posible raza. Se observa un mayor número de repeticiones disponibles contra las razas Protoss y Zerg que contra la raza Terran, lo que indica que estos últimos enfrentamientos son menos frecuentes.

### Análisis de las acciones por minuto de los jugadores

Ahora, dado que no todos los jugadores poseen la misma habilidad para jugar, queremos filtrar aquellas partidas en las que han jugado los menos aptos. Consideraremos los menos aptos a aquellos cuyas acciones por minuto estén por debajo de un cierto límite. En otros trabajos este límite se ha ajustado a valores como 75 [67]. En este, optaremos por realizar un pequeño análisis de la distribución de probabilidad que siguen dichas acciones por minuto y obtener al menos un 95 % de los valores [76].

Para ello calculamos el histograma de las acciones por minuto de todas las repeticiones (ver figura 3.4).

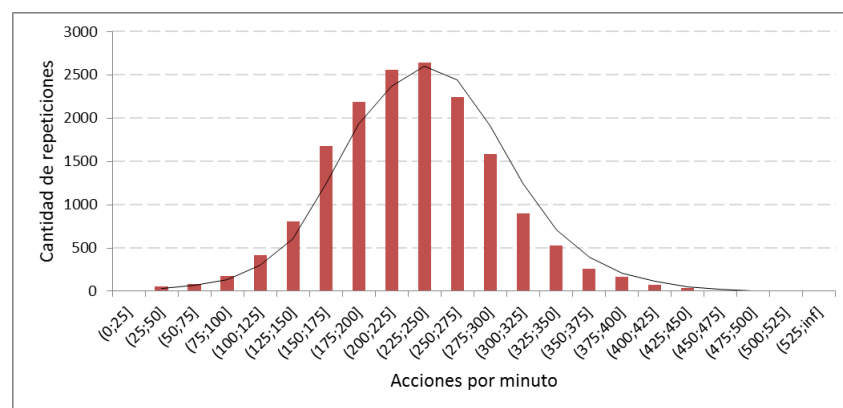


Figura 3.4: Histograma de acciones por minuto. Como se puede observar, presenta una distribución normal, en concreto una  $N \sim (229,40; 74,58)$ .

Luego normalizamos los datos. Sabiendo que  $X \sim N(\mu, \sigma)$ , entonces la variable aleatoria  $Z = \frac{X-\mu}{\sigma}$  sigue una distribución normal estándar  $N \sim (0, 1)$ . De esta forma,  $P(z < Z) = 1 - P(\bar{Z} < z) = 0,95$ , por lo que  $P(Z < z) = 1 - 0,95 = 0,05$  y  $z = -1,65$ . Volviendo a nuestra normal original será un número de acciones por minuto igual a  $106,34 \approx 106$ .

### Análisis de las estrategias utilizadas

Una vez hemos determinado el número de acciones por minuto a utilizar como filtro podemos averiguar qué estrategias son más utilizadas (ver figuras 3.5, 3.6 y 3.7).

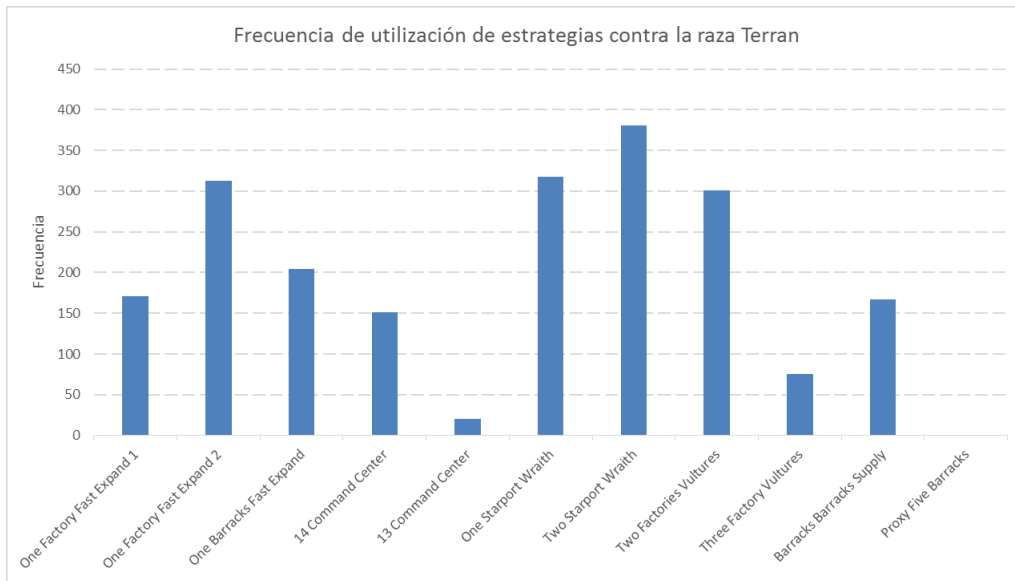


Figura 3.5: Frecuencia de estrategias contra la raza Terran. Como se puede ver, cuando se enfrentan dos jugadores Terran se utilizan variedad de estrategias y no hay una clara favorita. Por otro lado, estrategias como *13 Command Center* y sobre todo *Proxy Five Barracks* quedan en el olvido.





Figura 3.6: Frecuencia de estrategias contra la raza Protoss. Como se puede observar las estrategias más utilizadas contra la raza Protoss son las de tipo *Two Factory* y la estrategia *Barracks Barracks Supply*, seguidas de cerca por las de expansión utilizando *Factorías*, mientras que las menos son las de tipo *Bionic Play* y algunas estrategias complejas y largas como *Double Armory* o *iloveoov Build*.



Figura 3.7: Frecuencia de estrategias contra la raza Zerg. En el caso de la raza Zerg se utilizan casi siempre estrategias arriesgadas compuestas principalmente por unidades biológicas, como *Two Barracks SCV Allin*, *Barracks Barracks Supply* o *Bunker Rush*, así como la estrategia de tipo *Mech Two Factory Wraith*.

Ahora, con el fin de disponer de suficientes datos para poder determinar órdenes de construcción apropiados, se deberían eliminar aquellas estrategias cuya frecuencia de utilización está por debajo de un cierto valor (ver figura 3.8). No obstante, antes de realizar dicho filtrado se opta por realizar una comparativa entre los resultados obtenidos hasta ahora y los resultados que

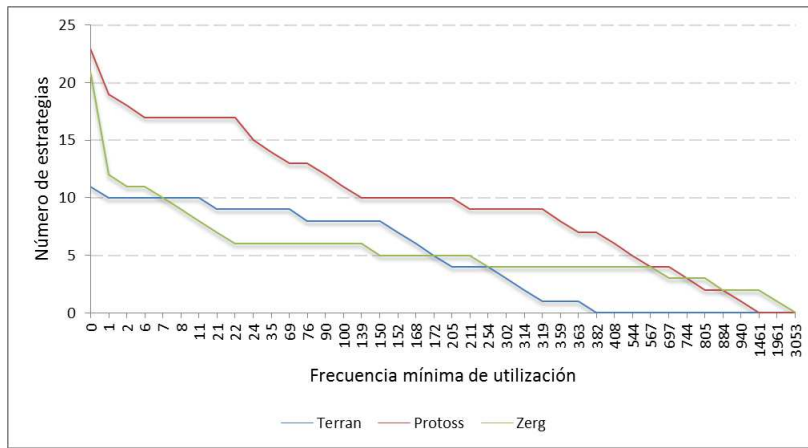


Figura 3.8: Número de estrategias según su frecuencia mínima de uso. El gráfico muestra el número de estrategias frente a su frecuencia mínima de uso. Se observa que según somos más restrictivos y queremos que la estrategia haya sido utilizada un mayor número de veces, menos estrategias contra cada raza nos quedan.

podríamos obtener si hubiésemos acertado las estrategias previamente. Se trata de visualizar el conjunto de estrategias para cada raza como un árbol. Dicho árbol puede ser podado con el fin de simplificar las estrategias en sí mismas. De esta forma, se eliminan las restricciones propias de estrategias largas (ya que es más difícil verificar si se han seguido al pie de la letra). Estos árboles puede verse en las figuras 3.9, 3.10 y 3.11.

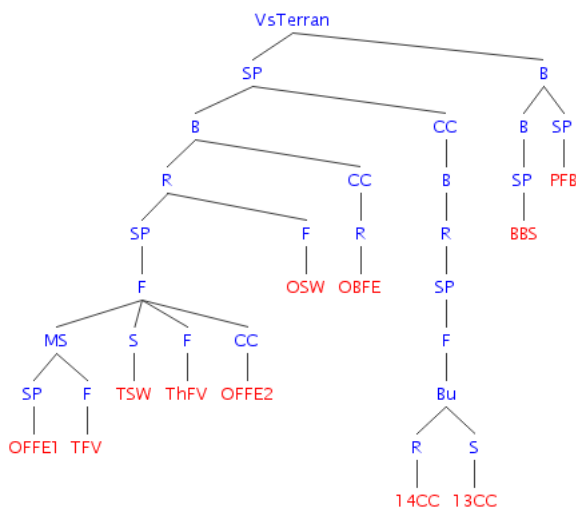


Figura 3.9: Árbol de estrategias contra Terran podado (ver glosario). Se observa acortamiento de casi todas las estrategias, exceptuando las de tipo *all-in*, que ya eran cortas inicialmente. Como mínimo se cogen dos edificios por estrategia (debido a la estrategia *Proxy Five Barracks*).



Ahora comprobamos de nuevo la frecuencia de utilización de estrategias contra las tres razas utilizando las estrategias podadas (ver figuras 3.12, 3.13 y 3.14).

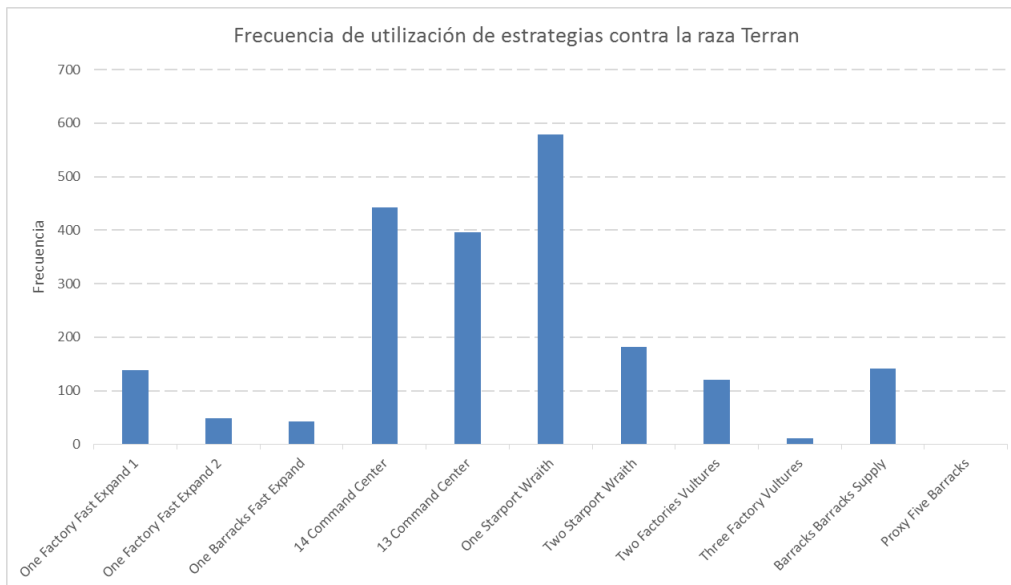


Figura 3.12: Frecuencia de estrategias contra la raza Terran (árbol de estrategias podado). Al observar las nuevas frecuencias de estrategias contra la raza Terran observamos que disminuye la frecuencia de estrategias de expansión rápida como *One Factory Fast Expand* y *One Barracks Fast Expand* en favor del resto de estrategias, principalmente *13 Command Center*.

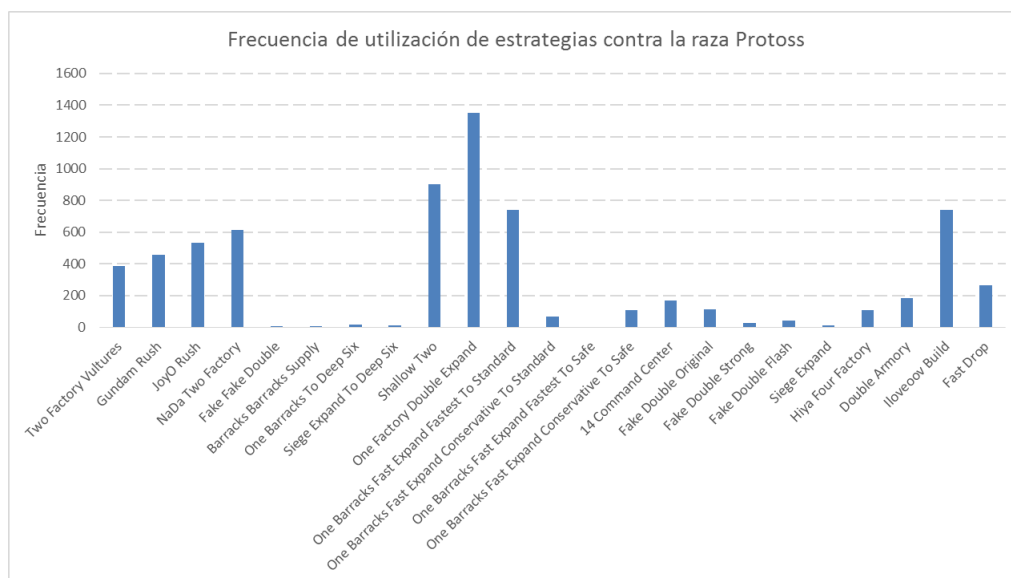


Figura 3.13: Frecuencia de estrategias contra la raza Protoss (árbol de estrategias podado). En comparación a cuando no hemos podado el árbol de estrategias, observamos una disminución en la frecuencia de uso de las estrategias tipo *Two Factory* en favor del resto de estrategias. Además, estrategias como *One Factory Double Expand*, o muy complejas como *iloveoov Build*, que antes tenían poco protagonismo ahora pasan a ser principales.



Figura 3.14: Frecuencia de estrategias contra la raza Zerg (árbol de estrategias podado). En el caso de las repeticiones contra la raza Zerg observamos también una disminución considerable de la frecuencia de estrategias como *Two Barracks SCV Allin* en favor del resto. Cabe mencionar la aparición de más estrategias de tipo mixto, así como la casi desaparición de la estrategia *Barracks Barracks Supply* que antes tenía gran importancia.

Por último, observamos el número de estrategias que tenemos según su frecuencia mínima de utilización (ver figura 3.15). Ya que hay una gran diferencia en construir un edificio u otro al inicio de la partida (se destinan los pocos recursos disponibles a dicha estructura), no es tan importante que se detecte una estrategia a largo plazo, sino que al comienzo se determine cuál es. Por esta razón, finalmente se opta por utilizar las estrategias podadas, ya que se evita penalizar aquellas estrategias largas y difíciles de seguir, estabilizando la frecuencia de uso del resto. Aunque no se siga la estrategia completa, se siguen los pasos fundamentales que llevan a la misma.

Por otro lado, como ya se ha mencionado, observamos que el total de estrategias contra cada raza disminuye cuando exigimos una frecuencia muy alta. Por esta razón se considera aceptable que las estrategias tengan una frecuencia mínima de utilización baja pero suficiente como para tener una cierta base. En concreto, se establece una frecuencia mínima de 10 de usos por cada estrategia, así se mantienen un número de estrategias considerable (43). Las estrategias que se eliminan son las que se muestran a continuación.

Contra la raza Zerg

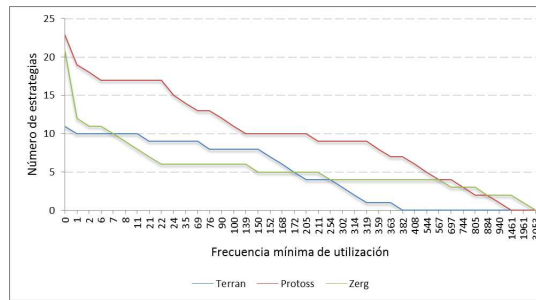
- Plus One Five Barracks 1*
- Plus One Five Barracks 2*
- One Barracks Fast Expand*
- One Barracks Gas*
- Sparks*
- Fantasy Build*
- One Factory Starport*
- Fast Nuke*

Contra la raza Terran

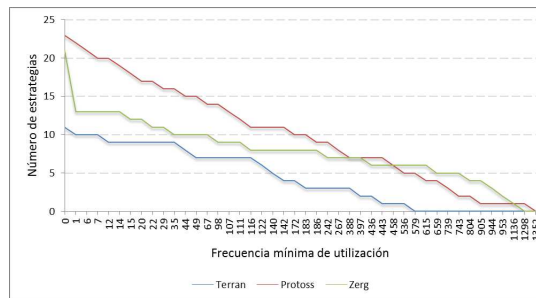
- Proxy Five Barracks*

Contra la raza Protoss

- Fake Fake Double*
- Barracks Barracks Supply*
- One Barracks Fast Expand Fastest To Safe*



(a) No podado



(b) Podado

Figura 3.15: La imagen muestra una comparativa entre el número de estrategias obtenidas si podamos o no podamos los árboles de estrategias. Se observa que el número de estrategias en árboles podados es mayor para las mismas frecuencias mínimas de uso, principalmente para las estrategias contra Protoss y Zerg y en frecuencias bajas.

### Obtención de las frecuencias de construcción

El último paso en la obtención de datos de las repeticiones es determinar la frecuencia que tiene cada edificio de ser construido en cada instante para cada estrategia específica. De esta forma, más adelante podremos evaluar la probabilidad de construir un edificio en un cierto momento. Para ello se crea un fichero con el formato descrito en la figura 3.16. Como se puede observar, para cada estrategia se muestra en cada línea un instante de construcción, en donde tenemos la posibilidad de construir uno de los edificios propuestos. La frecuencia será utilizada posteriormente para determinar la probabilidad de construcción de cada edificio en cada instante de tiempo.

```

Vs_Protoss_NaDa_Two_Factory
Supply Depot=376 Barracks=4
Supply Depot=4 Refinery=36 Barracks=340
Refinery=344 Barracks=36
Factory=380
Bunker=3 Supply Depot=376 Barracks=1
Machine Shop=380
...
Vs_Protoss_One_Barracks_Fast_Expand_Fastest_To_Standard
Supply Depot=115
Supply Depot=1 Barracks=114
Engineering Bay=1 Bunker=1 Supply Depot=7 Refinery=105 Barracks=1
...
    
```

Figura 3.16: Formato del fichero de frecuencias de construcción

### 3.3. Algoritmo genético

Como se vio en la sección 2, el GA se basa en sus operadores para funcionar de forma correcta y encontrar una solución óptima al problema propuesto. En los siguientes apartados se detalla el diseño seguido para cada operador y los aspectos a tener en cuenta que se han llevado a cabo.

#### 3.3.1. Diseño

En este apartado se tratará de explicar el diseño seguido en el GA implementado.

##### Analizador del terreno de construcción

Como ya se ha explicado previamente, el complemento BWTA de BWAPI permite obtener información sobre el mapa en el que se juega (dónde se sitúan los recursos, qué zonas son más apropiadas para expandirse, etc). En la figura 3.17 podemos ver cómo identifica los recursos minerales (círculos de color azul claro), un cuello de botella (línea de color rojo), la localización de una base para expandirse (cuadrado de color azul oscuro) y los límites de las regiones (líneas de color verde). Toda esta información puede ser tratada para obtener nuevos datos relevantes.

En este trabajo, se ha utilizado BWTA con el fin de determinar el terreno de construcción de cada base del mapa. Para ello, se han analizado las casillas de cada base del mapa para conocer si es posible construir en la misma. Esta información se guarda en un fichero que el GA trata de leer al inicio de la partida y, si no existe, lo crea.

Gracias a este mecanismo el GA conoce el terreno en el cual puede construir edificios siguiendo los diferentes órdenes de construcción. Además, dichos órdenes de construcción estarán ajustados a cada base de cada mapa.

##### Soluciones al problema propuesto

El problema a resolver es determinar un orden de construcción óptimo para una cierta estrategia. Para lograr resolverlo las soluciones a crear tienen un genotipo que se representa como un conjunto de acciones de construcción de tamaño variable. A su vez, cada acción de construcción estará formada por una posición<sup>5</sup> y un edificio a construir. De esta forma, el proceso de crear una solución pasa por crear múltiples acciones de construcción para la misma. No obstante, hay ciertas restricciones en cuanto a posiciones que dichas acciones deben cumplir.

- **Caminos hacia los recursos.** Mediante un algoritmo A\* se determinan los caminos entre las posiciones que ocupan los recursos y la posición del *Centro de mando*. Estas posiciones responden a las rutas que seguirán los trabajadores cuando deseen recolectar recursos y devolverlos al *Centro de mando*. Con el fin de optimizar la forma en la que los recursos son recogidos y evitar cualquier tipo de obstrucción, las acciones de construcción no pueden interrumpir el paso en estos caminos.
- **Anexiones de edificios.** Las anexiones de edificios deben ser respetadas en todo momento. Esto significa que, aunque cierta posición esté libre, si es la posición de la anexión de algún edificio ninguna acción de construcción podrá situarse en dicho espacio.

---

<sup>5</sup>Las posiciones de las acciones se entienden con resolución de casillas de construcción (32x32 píxeles).



Figura 3.17: La imagen muestra una captura de una partida en la que se puede ver el tipo de información gráfica que ofrece BWTA.

- **Caminos de salida.** Los caminos de salida hacen referencia a las posiciones situadas entre los edificios generadores de unidades y la salida de la base. Mediante un algoritmo A\* se garantiza en todo momento que las unidades procedentes de un edificio generador de unidades son capaces de ir desde dicho edificio hasta la salida de la base. De esta forma se evita que las unidades puedan quedar atrapadas dentro de la base debido al entorno, por ejemplo, atrapadas por elementos decorativos de los escenarios (ver el primer problema en la figura 3.19). Las posiciones de estos caminos deben ser respetadas también en todo momento. Además, se trata de reutilizar las posiciones de este camino con el fin de no malgastar posiciones de construcción en la base. Para ello, únicamente se utiliza la posición de salida de la base la primera vez, el resto de veces se emplea la posición más cercana que pertenezca a los caminos calculados hasta el momento, reutilizando el resto del camino a partir de dicha posición (ver figura 3.18).



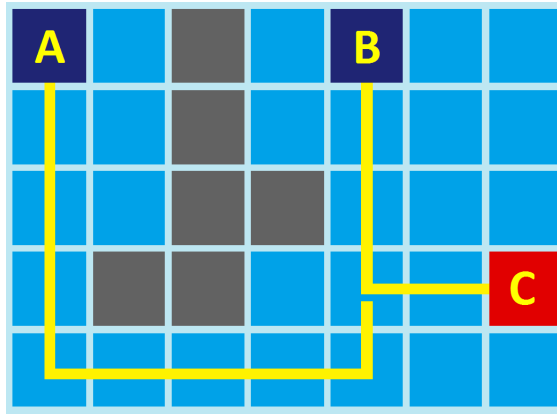


Figura 3.18: Reutilización de caminos. La imagen muestra la mecánica de reutilización de caminos del algoritmo. Las posiciones de color azul oscuro (A y B) representan edificios de unidades, la posición de color rojo (C) representa la salida de la base y en color gris oscuro se representa el entorno. Si colocamos primero el edificio de la parte derecha (B) se calcula un camino óptimo hasta la salida de la base (C). No obstante, la siguiente vez (A) se opta por reutilizar la última parte de este camino. De esta forma se evita el derroche de posiciones de construcción.

- **Marcos de edificios.** Entendiendo el marco de un edificio como aquellas posiciones que rodean estrictamente al edificio (y a su anexión si tuviese), se impide que un edificio pueda ocupar las posiciones del marco de otro edificio. De esta forma se consiguen dos cosas: en primer lugar, permite que haya un mayor número de unidades en la base sin que estorben en las tareas de construcción<sup>6</sup>; por otro lado, pueden aumentar la cantidad de edificios que se pueden colocar dentro de la base, ya que en caso contrario se podrían dar situaciones en donde una línea de edificios bloqueen el acceso a la salida de la base (ver el segundo problema en la figura 3.19).
- **Refinerías, Centros de mando y anexiones.** Las *Refinerías*, los *Centros de mando* y las anexiones únicamente pueden construirse en las posiciones dispuestas para ello. Las primeras en los géisers de gas (restricción propia del juego), mientras que los segundos en la considerada posición de la base según BWTA, con el fin de evitar la posibilidad de múltiples *Centros de mando* sin sentido en la misma base<sup>7</sup>. Por otro lado, las anexiones se construirán siempre junto a sus edificios principales (e.g. el *Taller de maquinaria* siempre será construido junto a una *Factoría*).

<sup>6</sup>Las unidades creadas en edificios generadores de unidades son dispuestas rodeando al edificio, comenzando desde la esquina inferior izquierda del mismo y siguiendo en sentido anti horario. Si no se deja suficiente espacio alrededor del edificio las unidades se amontonarán y podrán dificultar la construcción de otros edificios.

<sup>7</sup>En general, es raro ver un jugador que construye más de un *Centro de mando* en la misma base. Uno de los pocos motivos para hacer esto puede ser asegurar la construcción del edificio antes de expandirse definitivamente. Para ello se construye el edificio en la base (zona segura) y luego se eleva en el aire y se mueve hasta una expansión próxima. No obstante, a efectos de este trabajo se obvia dicho comportamiento.

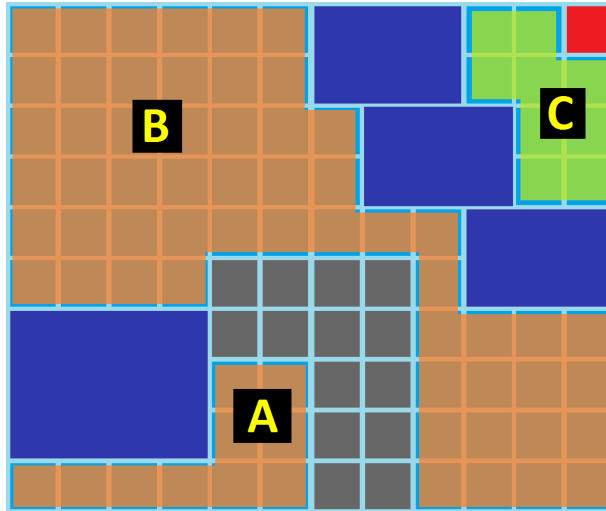


Figura 3.19: La imagen muestra algunos de los problemas ya comentados anteriormente. En color rojo se representa la salida de la base, en color azul oscuro los edificios ya colocados y en color gris oscuro el entorno. En la parte inferior izquierda (A) se muestra un primer problema, donde se observa que si se coloca un edificio encajonado con el entorno, las unidades pueden quedar atrapadas y no ser de utilidad, razón por la cual es necesario crear y mantener caminos desde los edificios generadores de unidades hasta la salida de la base. En la parte superior derecha se muestra un segundo problema, donde podemos observar cómo una mala colocación de edificios origina que no se puedan utilizar la mayoría de posiciones de la base (B) para crear edificios generadores de unidades, ya que no se encontrarán caminos entre dichos edificios y la salida de la misma (C).

En cuanto a los edificios a construir, dentro de la raza Terran destacamos cuatro tipos de edificios según su función.

- **Edificios de aumento del límite de suministros.** Son los *Depósitos de suministros*. También estarían incluidos en este tipo los *Centros de mando*, no obstante, tal y como se ha mencionado, no se tendrá en cuenta la construcción de más de un *Centro de mando* por base.
- **Defensivos.** Aquellos que permiten defenderse ante un posible ataque. Son los *Búnkeres* y las *Torretas de misiles*.
- **De investigación.** Aquellos que permiten investigar mejoras y tecnologías para el ejército. Entre ellos están las *Academias*, las *Bahías de ingeniería*, etc.
- **Resto.** Aquellos que permiten la creación de unidades y no se pueden agregar a ninguna categoría anterior. Por ejemplo, las *Barracas*, las *Factorías*, etc.

De cara a la creación de soluciones se tienen en cuenta diferentes **modos de construcción** en cuanto a la distinción entre el espacio ocupado por los tipos de edificios. No obstante, las pruebas referentes a este tipo de cuestiones se verán en la sección 4.

- **Modo de construcción 1.** Las acciones de construcción posicionan los edificios independientemente de su tipo. De esta forma, los cuatro tipos de edificios disponen de las mismas posiciones donde construirse.
- **Modo de construcción 2.** En este caso, se divide el espacio de construcción de la base en dos mitades. Las acciones correspondientes a edificios de aumento del límite de suministros se sitúan en la parte más alejada a la salida de la base, mientras que el resto de tipos de edificios se sitúan en la otra mitad. El objetivo es proteger los edificios de aumento del límite de suministros, ya que se consideran fundamentales dentro del juego.
- **Modo de construcción 3.** El espacio de construcción de la base se divide en tres partes iguales. La parte más alejada de la salida de la base nuevamente se dispone para los edificios de aumento del límite de suministros. La parte más próxima a la salida de la base para los edificios defensivos. La parte intermedia para los tipos de edificios restantes. Esta vez se agrega la intuición de que los edificios defensivos deben ser colocados a la entrada de la base, para dañar a posibles atacantes y proteger el resto de edificios.
- **Modo de construcción 4.** Por último, al tener cuatro tipos de edificios el espacio de construcción se divide en cuatro partes. Esta vez se agrega una capa de edificios de investigación entre los edificios de carácter ofensivo y los de aumento del límite de suministros. De esta forma, las capas, según su proximidad a la salida de la base, quedan: en primer lugar, los edificios defensivos, luego los de carácter ofensivo, después los de investigación y por último los de aumento del límite de población. En esta ocasión se trata de proteger también aquellos edificios que se encargan de investigar tecnologías y mejoras, acercando así mismo los edificios de carácter ofensivo a la salida de la base.

### Creando una población inicial adecuada

Como ya se vio en la sección 2, la población inicial de un GA está formada por soluciones al problema propuesto. A su vez, en el apartado anterior hemos visto que las soluciones están compuestas por un conjunto de acciones de construcción y hemos detallado algunas restricciones que deben cumplir dichas soluciones. Estas restricciones tienen el objetivo de mejorar la convergencia del algoritmo impulsando la búsqueda de soluciones en ciertas regiones del espacio de búsqueda, ya que de otro modo sería realmente complicado obtener una solución óptima.

De esta forma, para cada acción se selecciona de forma aleatoria una posición de construcción que cumpla los criterios ya vistos y un edificio obtenido mediante selección proporcional a partir de las frecuencias de construcción determinadas previamente<sup>8</sup>, tal y como se muestra en el apartado 3.2.3. Esta operación se realiza de forma continua hasta que ningún edificio más puede ser colocado en la base, ya sea por falta de espacio o por falta de datos en el fichero de frecuencias de construcción. Así, obtenemos una solución para la población inicial.

El tamaño de la población será un parámetro del GA.

### La función de *fitness*

Tras obtener un conjunto de soluciones iniciales, es necesario poder evaluarlas con el fin de determinar posteriormente qué soluciones son más apropiadas para combinarse y crear la siguiente

---

<sup>8</sup>Dado que el fichero de frecuencias de construcción dispone de frecuencias para cada momento de construcción, lo leeremos de manera incremental. Esto significa que el primer edificio se obtiene mediante selección proporcional a partir de los datos de la primera línea de la estrategia, luego el segundo edificio a partir de la segunda línea, etc.

generación de soluciones.

La función de *fitness* implementada se centra en los siguientes tres factores.

- **Número de casillas de construcción vacías.** Esto es, el número de casillas que no están siendo ocupadas por edificios. Lo que incluye: las casillas propias de caminos a respetar, como los calculados entre los recursos y el *Centro de mando* o los que existen desde los edificios generadores de unidades hasta la salida de la base; las casillas de marcos de edificios; y las casillas que no se han podido utilizar por falta de espacio o de longitud del fichero de frecuencias. El valor obtenido se divide entre el número total de casillas de la base para obtener el porcentaje del número de casillas vacías  $p$ . El valor final  $q$  se obtiene calculando la probabilidad complementaria ( $q = 1 - p$ ).
- **Número de edificios construidos.** Este valor lo dividiremos por el número máximo de edificios que podríamos colocar en la base. Es decir, el número máximo de *Torretas de misiles* (edificio de tamaño mínimo) que podríamos colocar en las casillas de la base.
- **Capacidad de seguimiento de la estrategia.** La puntuación de seguimiento de la estrategia suma un punto cada vez que se construye el edificio que debía ser construido (en base a las repeticiones) en cada instante de construcción de la estrategia. Este valor lo dividiremos por la longitud de la estrategia.

De esta forma, la función de *fitness* se modela como un punto en un espacio tridimensional, donde los ejes son los tres aspectos comentados. Así, la calidad de una solución viene determinada por la distancia desde dicho punto hasta lo que se considera una solución óptima, aquella situada en la posición (1,1,1) del espacio tridimensional. Las mejores soluciones serán aquellas con menor distancia a dicha solución óptima, mientras que las peores serán las que se sitúen más alejadas. Se trata, por lo tanto, de un problema de minimización de la distancia a una solución óptima.

## Método de selección

Una vez hemos evaluado una población es necesario seleccionar que individuos serán los adecuados para combinar y generar la nueva población.

Como vimos en la sección 2, existen diferentes métodos de selección. Para el problema a resolver, un método como la selección por ruleta no es adecuado, ya que necesita de algún tipo de tratamiento para convertir el problema de minimización en un problema de maximización [77]. En su lugar, se opta por utilizar la selección por torneo.

En concreto, se utiliza una selección por torneo donde se escogen  $K$  individuos de forma aleatoria, pero proporcional a la posición que ocupan según una selección por ranking. Esto significa que la probabilidad de selección de cada individuo ( $p_i$ ) se podrá calcular como

$$p_i = \frac{2(N - \text{rank}(i) + 1)}{N(N + 1)} \quad (3.1)$$

donde  $N$  es el tamaño de la población y  $\text{rank}(i)$  indica la posición que ocupa dicha solución al obtener un ranking por *fitness* de toda la población (tomando 1 como primer valor del ranking). El valor de  $K$  será un parámetro del GA y será fijado de manera experimental.

Así, una vez hemos obtenidos los  $K$  individuos para el torneo, el individuo con mejor calidad (menor *fitness*) es seleccionado para ser combinado. Como se verá más adelante, el método de combinación escogido utiliza dos progenitores, por lo que se deberán realizar dos torneos para obtener dos progenitores. Además, se verificará que los progenitores escogidos son diferentes, realizando tantos torneos como sea necesario.

Por último, cabe mencionar que, con el fin de mantener como mínimo la calidad de las soluciones entre generaciones, se opta por emplear una selección elitista del mejor individuo de la generación actual para que pase a la generación siguiente. No obstante, este proceso no modifica en ningún sentido la selección por torneo ya explicada.

### Combinación entre individuos

Una vez hemos seleccionado los progenitores, los combinaremos para generar la nueva población. Nuevamente, ya se vio que existen diferentes métodos de combinación según el resultado que se desee obtener. En este trabajo se ha optado por utilizar una combinación uniforme de dos progenitores donde la probabilidad de selección de cada gen viene determinada por el *fitness* de la solución. De esta forma, la probabilidad de selección de los genes de una solución se calcula

como  $p_i = \frac{\left(\sum_{j=0}^1 fitness_j\right) - fitness_i}{\sum_{j=0}^1 fitness_j}$ , donde  $p_i$  indica la probabilidad de selección de los genes del

progenitor  $i$ -ésimo. Por otro lado, al igual que cuando queremos generar una población inicial, se deben respetar las restricciones propias de las soluciones. Por lo tanto, si un edificio no puede situarse en cierta posición se tratará de crear una nueva acción de construcción para dicha solución (tal y como hicimos cuando generamos acciones para la población inicial). Esta situación será menos frecuente según converja el GA.

Además, en caso de que un descendiente disponga de espacio para agregar acciones de construcción pero los progenitores no puedan facilitárselas por carencia de las mismas, también se generarán nuevas acciones de construcción. Esto garantiza que las soluciones evolucionen haciéndose más complejas y completas.

### Mutación de soluciones y método de convergencia

El método implementado para realizar la mutación de soluciones consiste en sustituir con una probabilidad  $p_m$  la acción de construcción obtenida mediante combinación por una acción de construcción nueva. Por otro lado, la tasa de mutación a aplicar presenta dos alternativas.

- **Tasa de mutación fija.** Se prueban diferentes valores para la misma y se observa cuál ofrece mejores resultados. La tasa de mutación será un parámetro del GA.
- **Tasa de mutación dinámica.** Se agrega un gen adicional al genotipo de las soluciones [78]. Dicho gen es la tasa de mutación de la solución, la cual se generará inicialmente de forma aleatoria siguiendo una distribución uniforme con un valor entre 0 y 1 para cada solución. Luego dicho gen también sufrirá el proceso de combinación y mutación. La combinación vendrá como una selección proporcional del gen de los progenitores, donde, asumiendo que nos interesa una tasa de mutación baja y al igual que se ha visto en el apartado de combinación, dará una probabilidad superior de selección a la solución con tasa de mutación más baja. Por otro lado, la mutación de este gen se producirá como la suma de un valor  $\delta$  al gen obtenido mediante combinación. Dicho valor  $\delta$  podrá tomar

tanto valores negativos como positivos y será un parámetro que deberemos ajustar. Cabe mencionar que, dado que la tasa de mutación de la solución debe mantenerse en un rango entre 0 y 1, si tras aplicar la mutación  $\delta$  el valor no está comprendido en dichos límites se reajustará.

Por otro lado, de cara a determinar la convergencia del algoritmo se opta por evaluar la diferencia entre el *fitness* medio<sup>9</sup> de la generación anterior y la actual. El objetivo será minimizar dicho *fitness* medio a lo largo de generaciones hasta el punto de que no cambie. No obstante, dicha comprobación es demasiado restrictiva, por lo que, en lugar de que comprobar que no cambie, se optará por comprobar que el *fitness* medio no varíe dentro de un umbral durante un número determinado de generaciones. Tras realizar numerosas pruebas y ver cómo se comporta el GA con diferentes parametrizaciones, se propone utilizar un umbral de convergencia de 0.1 durante 50 generaciones.

### 3.3.2. Ajuste de parámetros

Hasta el momento se ha hablado de diferentes parámetros que afectan al GA de una forma u otra. En este apartado se tratará de explicar cómo se han ido ajustando dichos parámetros de forma que se obtengan soluciones óptimas al problema propuesto<sup>10</sup>. Los parámetros a ajustar son los siguientes.

- Tamaño de la población (*populationSize*)
- Tamaño del torneo (*tournamentSize*)
- Tasa de mutación estática (*mutationRate*)
- Variación para la tasa de mutación dinámica o  $\delta$  (*mutationDelta*)

#### Tasa de mutación estática

Inicialmente, asumiendo que el GA funciona con una tasa de mutación estática, tratamos de ver cómo se comporta para diferentes valores de la misma, habiendo fijado el tamaño de la población y el torneo.

$$\begin{array}{ll} \textit{populationSize} (N) & 10 \\ \textit{tournamentSize} (K) & N/5 \end{array}$$

$$\textit{mutationRate} (m_r) \quad 0.01 \quad 0.025 \quad 0.05 \quad 0.1 \quad 0.25$$

Tras realizar las pruebas (ver figuras 3.20 y 3.21) se observan diferentes comportamientos a mencionar. En primer lugar, el GA presenta problemas de convergencia con tasas de mutación superiores a 0.1, debido a que las soluciones cambian demasiado entre generaciones como para converger. Por otro lado, para el reducido tamaño de la población, el GA presenta convergencia prematura con tasas de mutación inferiores o iguales a 0.01. Esto se ve reflejado con este último valor, donde la media de convergencia se registra en 81 generaciones y, aunque presenta un buen *fitness* medio, el número de edificios construidos no es demasiado alto. Por último, cabe mencionar que el mejor resultado se obtiene con una tasa de mutación igual a 0.025.

---

<sup>9</sup>La media del *fitness* de todas las soluciones de la población.

<sup>10</sup>Todas las pruebas llevadas a cabo en este apartado se han realizado en el mapa *Astral Balance* en la base inicial inferior izquierda para la estrategia *Two Factory Vultures* contra la raza Protoss y sin distinción del espacio asignado para la construcción (un tipo).

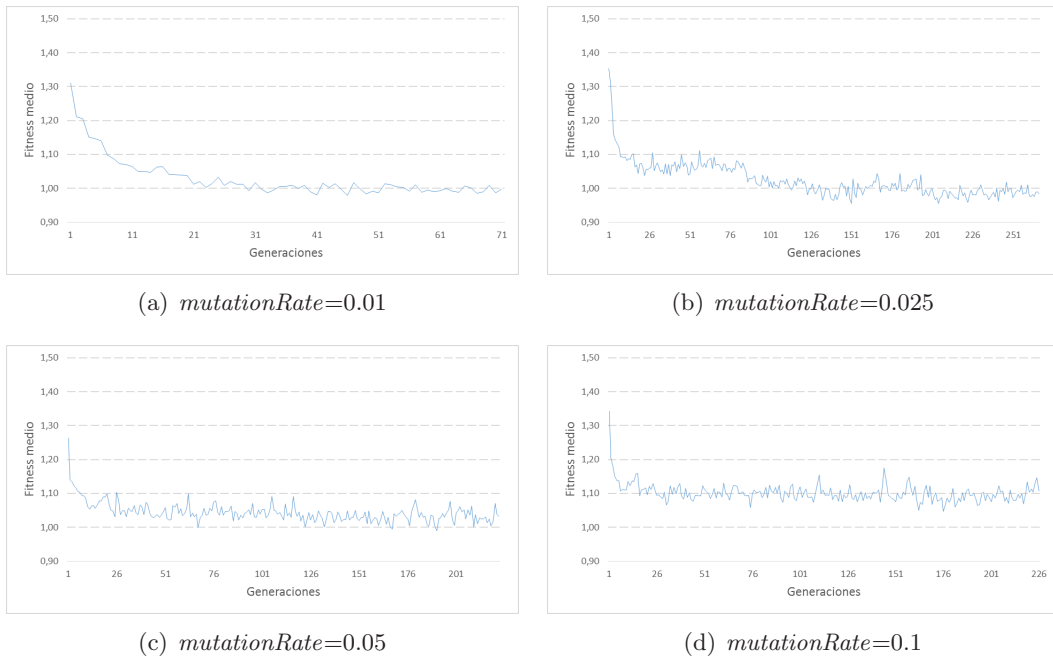


Figura 3.20: *Fitness* medio para diferentes tasas de mutación donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .

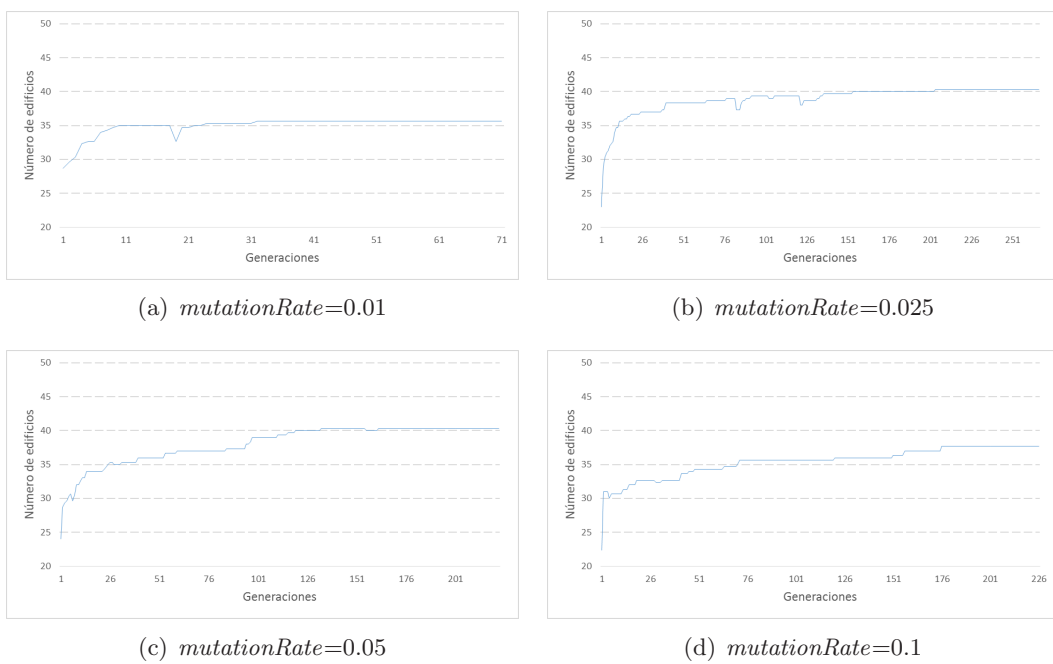


Figura 3.21: Número de edificios para diferentes tasas de mutación donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones <sup>11</sup>	71	81	75	5	267	366	303	55
Fitness	0.9773	1.0011	0.9872	0.0124	0.9698	1.014	<b>0.9948</b>	0.0227
Edificios	35	37	36	1	39	42	<b>40</b>	2

*mutationRate*=0.01

*mutationRate*=0.025

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	223	1503	852	640	226	1576	741	730
Fitness	1.0209	1.0633	1.0416	0.0212	1.1147	1.146	1.1262	0.0172
Edificios	40	42	41	1	36	41	39	3

*mutationRate*=0.05

*mutationRate*=0.1

Una vez hemos determinado que los mejores resultados se obtienen con una tasa de mutación igual a 0.025, probamos diferentes valores cercanos para verificar si podemos obtener una tasa que proporcione mejores resultados. Igual que antes, el tamaño de la población y del torneo se fijan.

$$\begin{aligned} \text{populationSize } (N) &= 10 \\ \text{tournamentSize } (K) &= N/5 \end{aligned}$$

$$\text{mutationRate } (m_r) \quad 0.0175 \quad 0.0325$$

Las pruebas (ver figuras 3.22 y 3.23) indican que con las dos tasas de mutación nuevas se dan resultados muy similares a los vistos cuando se utiliza 0.025, no obstante, algo peores. Por esta razón se opta por fijar la tasa de mutación en 0.025.

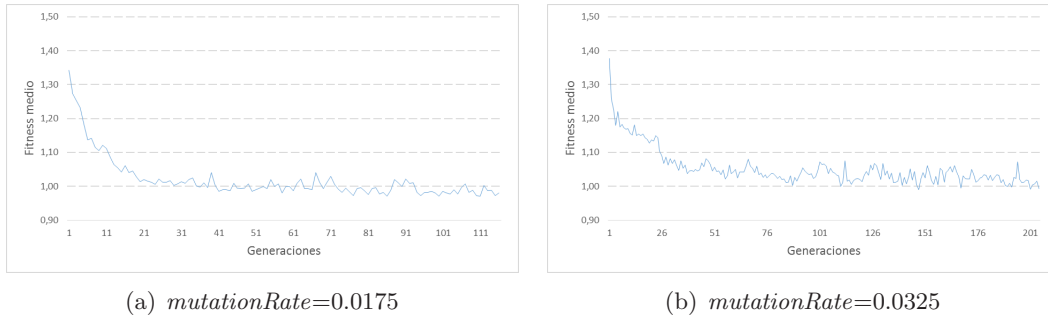


Figura 3.22: *Fitness* medio para diferentes tasas de mutación donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	116	200	149	45	205	392	293	94
Fitness	0.9836	1.0177	1.0004	0.0171	0.9689	1.0565	1.0176	0.0446
Edificios	36	40	38	2	36	41	39	3

*mutationRate*=0.0175

*mutationRate*=0.0325

<sup>11</sup>Este tipo de tablas contienen datos sobre el mínimo (Min), el máximo (Max), la media (Mean) y la desviación estándar (StdDev) del número de generaciones, el *fitness* medio y el número de edificios de las diferentes configuraciones del GA.



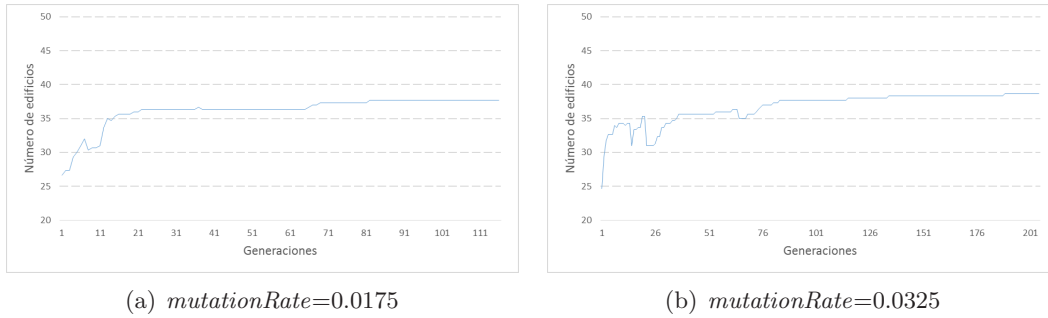


Figura 3.23: Número de edificios para diferentes tasas de mutación donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .

Con la tasa de mutación fijada en 0.025 se opta por probar diferentes valores para el tamaño de la población, dejando proporcional el tamaño del torneo.

$$\begin{aligned} tournamentSize (K) & N/5 \\ mutationRate (m_r) & 0.025 \end{aligned}$$

$populationSize (N)$	25	50	100	150	200	250
$tournamentSize (K)$	5	10	20	30	40	50

Los mejores resultados se observan con un tamaño de población igual a 250, donde se produce una mejora considerable tanto en *fitness* medio como en número de edificios respecto al resto de configuraciones probadas hasta el momento (ver figuras 3.24 y 3.25).

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	66	97	86	17	59	184	112	64
Fitness	0.9683	0.9769	0.9734	0.0045	0.9683	0.9937	0.982	0.0128
Edificios	38	42	39	2	40	42	41	1

$populationSize=25$

$populationSize=50$

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	57	173	119	58	67	149	117	44
Fitness	0.9468	0.9854	0.9635	0.0198	0.9389	0.9759	0.9632	0.0211
Edificios	39	44	42	3	39	43	41	2

$populationSize=100$

$populationSize=150$

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	58	97	82	21	103	161	124	32
Fitness	0.9619	0.9691	0.9653	0.0036	0.9293	0.989	<b>0.9503</b>	0.0335
Edificios	39	41	40	1	42	45	<b>44</b>	2

$populationSize=200$

$populationSize=250$

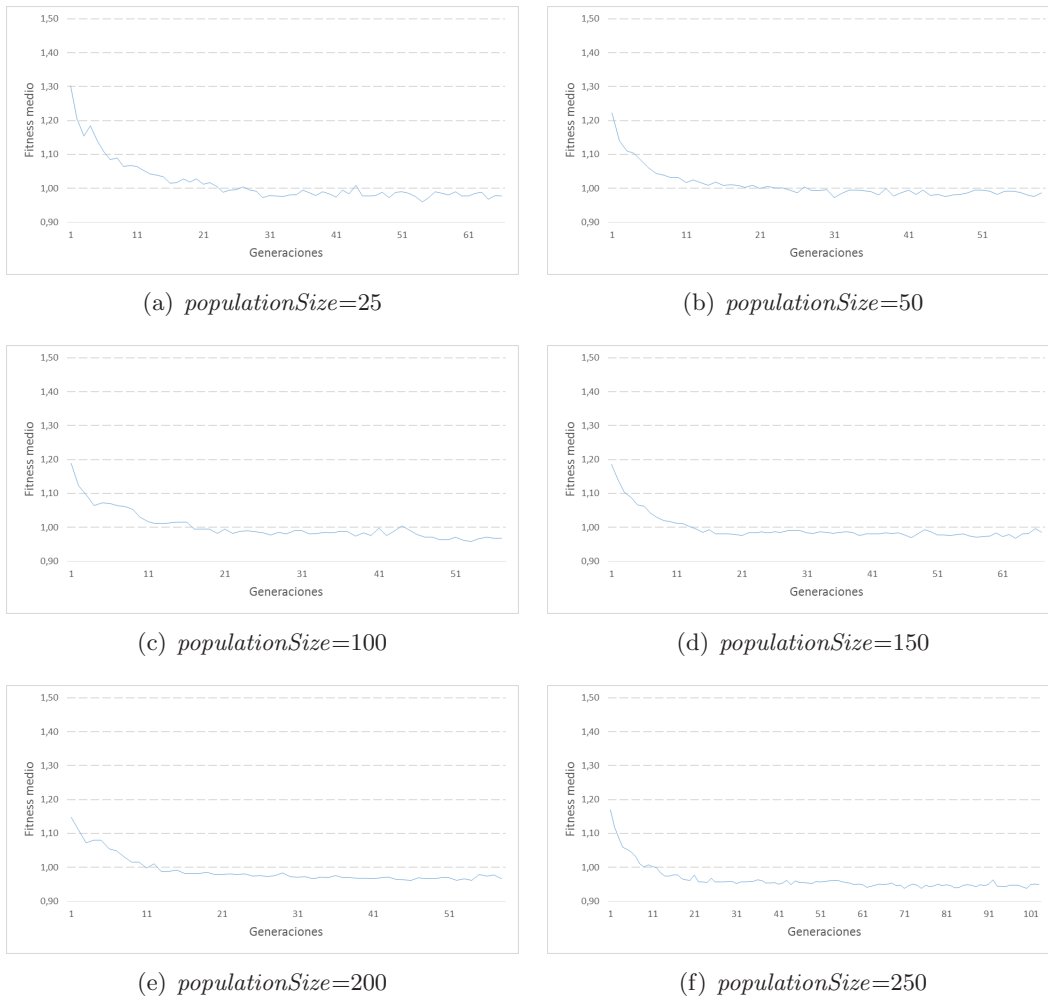


Figura 3.24: *Fitness* medio para diferentes tamaños de población donde se han fijado el tamaño del torneo en  $N/5$  y la tasa de mutación en 0.025.

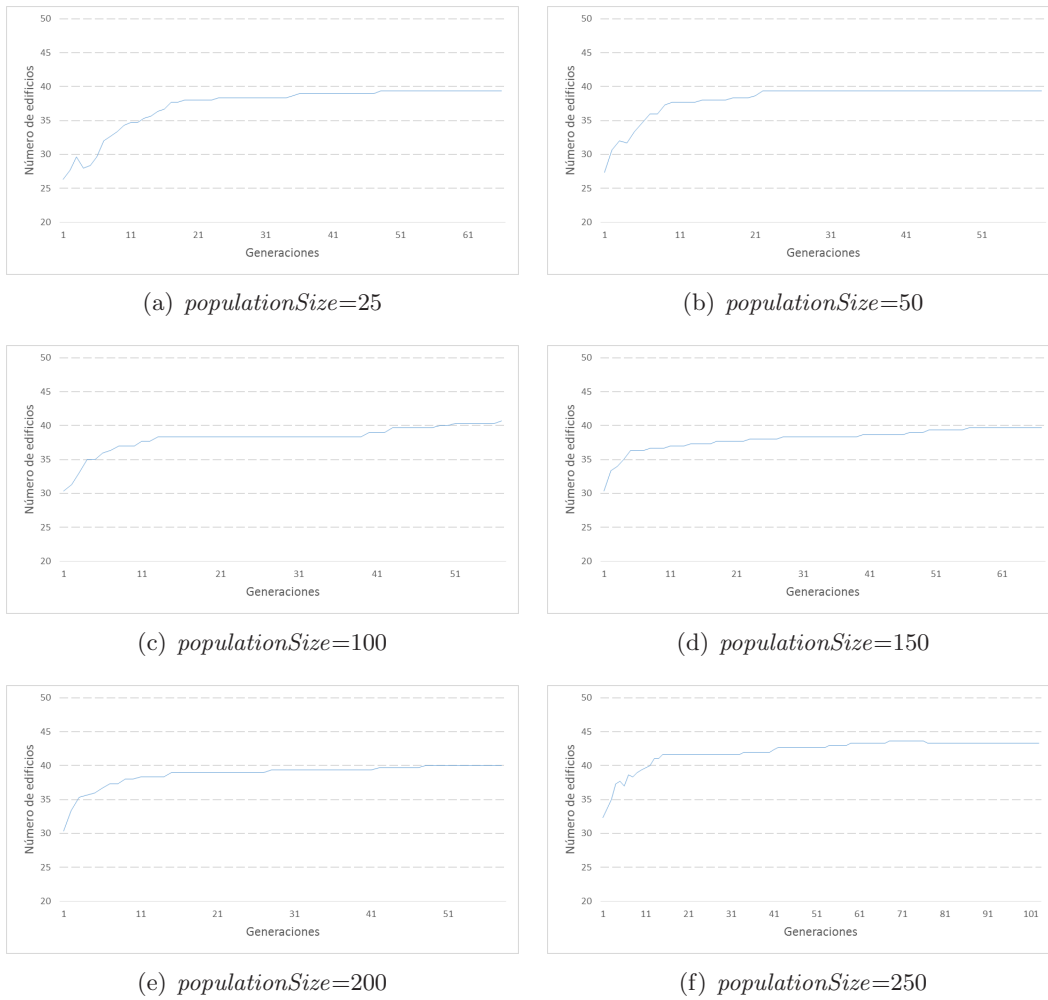


Figura 3.25: Número de edificios para diferentes tamaños de población donde se han fijado el tamaño del torneo en  $N/5$  y la tasa de mutación en 0.025.

Dado que los mejores resultados se obtienen con un tamaño de población igual a 250, se opta por probar con otros valores mayores.

$$\begin{aligned} \text{tournamentSize } (K) & N/5 \\ \text{mutationRate } (m_r) & 0.025 \end{aligned}$$

<i>populationSize</i> ( $N$ )	300	350	400	450	500
<i>tournamentSize</i> ( $K$ )	60	70	80	90	100

Tras realizar las pruebas (ver figuras 3.26 y 3.27) los mejores resultados se observan con tamaños de población de 400 y 450. No obstante, para el primer valor se presentan resultados con una desviación estándar mayor que para el último, por lo que finalmente se opta por utilizar un tamaño de población igual a 450.

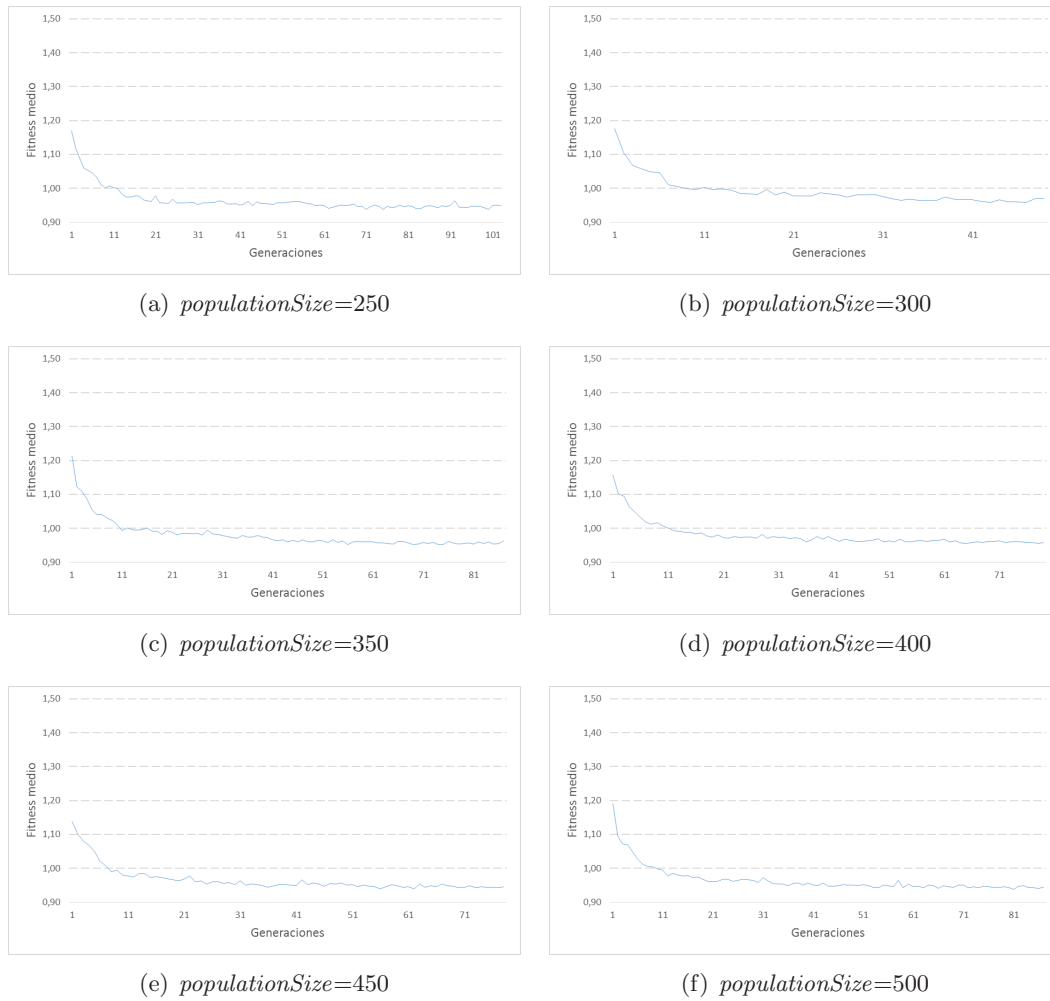


Figura 3.26: *Fitness* medio para diferentes tamaños de población donde se han fijado el tamaño del torneo en  $N/5$  y la tasa de mutación en 0.025.

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	103	161	124	32	49	115	84	33
Fitness	0.9293	0.989	0.9503	0.0335	0.9544	0.9942	0.9719	0.0203
Edificios	42	45	44	2	40	45	43	3

*populationSize=250*

*populationSize=300*

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	87	118	105	16	79	185	133	53
Fitness	0.9499	0.9733	0.9621	0.0118	0.9373	0.962	0.9486	0.0125
Edificios	43	44	44	1	41	47	45	3

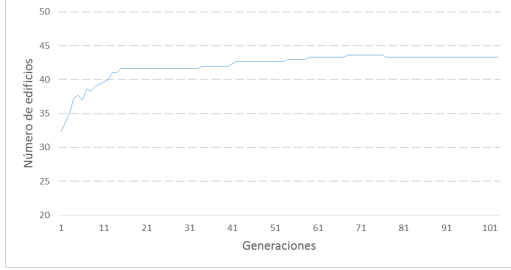
*populationSize=350*

*populationSize=400*

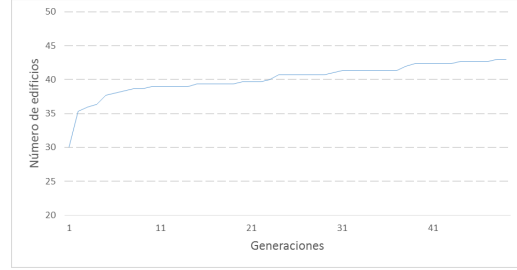
	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	78	111	93	17	87	152	119	33
Fitness	0.9354	0.953	<b>0.9414</b>	0.0101	0.9433	0.9599	0.9526	0.0085
Edificios	44	45	<b>44</b>	1	42	45	43	2

*populationSize=450*

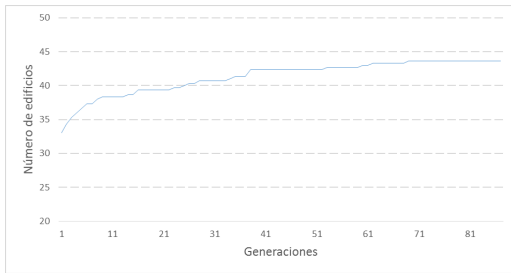
*populationSize=500*



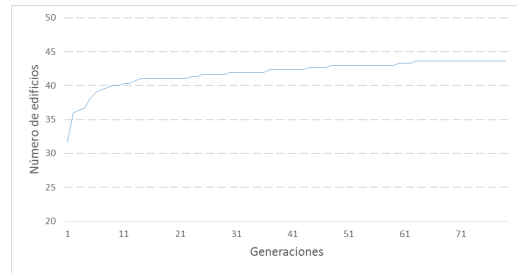
(a) *populationSize=250*



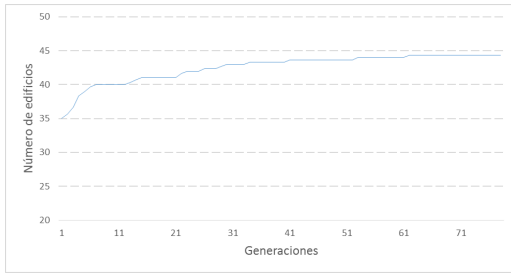
(b) *populationSize=300*



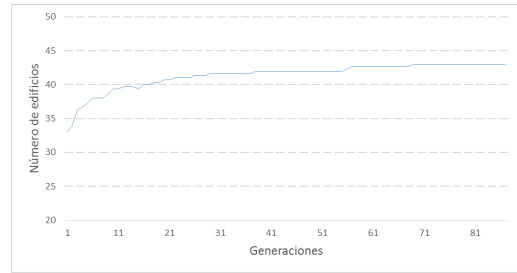
(c) *populationSize=350*



(d) *populationSize=400*



(e) *populationSize=450*



(f) *populationSize=500*

Figura 3.27: Número de edificios para diferentes tamaños de población donde se han fijado el tamaño del torneo en  $N/5$  y la tasa de mutación en 0.025.

Ahora, fijamos el tamaño de la población en 450 y tratamos de comprobar si podemos mejorar los resultados utilizando diferentes tamaños de torneo.

$$\begin{aligned} \text{populationSize } (N) & 450 \\ \text{mutationRate } (m_r) & 0.025 \end{aligned}$$

$$\text{tournamentSize } (K) \quad N/2 \quad N/3 \quad N/10 \quad N/25 \quad N/50$$

Tras realizar las pruebas (ver figuras 3.28 y 3.29) se observa que para tamaños de torneo inferiores a  $N/5$  los resultados obtenidos son peores, probablemente por la falta de presión del torneo. Así mismo, para tamaños de torneo mayores de  $N/3$  los resultados vuelven a empeorar

posiblemente debido a una convergencia prematura, ya que la presión del torneo es excesiva y se seleccionan los mejores individuos de forma regular. Por último, cabe mencionar que para  $N/3$  se obtienen resultados similares a  $N/5$ , no obstante, al tener que evaluar más soluciones tarda más tiempo. Por esto se toma  $N/5$  como tamaño de torneo.

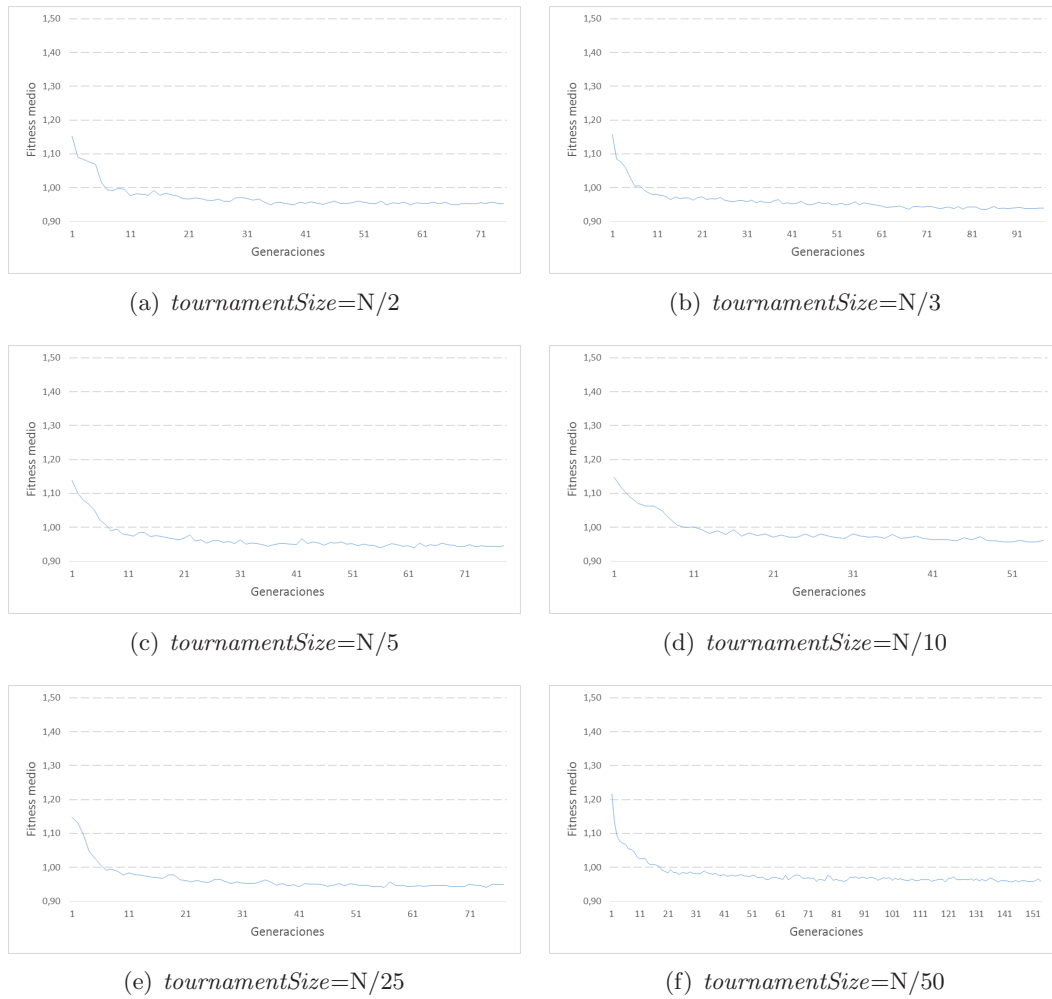


Figura 3.28: *Fitness* medio para diferentes tamaños de torneo donde se han fijado el tamaño de la población en 450 y la tasa de mutación en 0.025.

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	75	108	87	18	97	122	113	14
Fitness	0.9467	0.9611	0.9518	0.0081	0.9335	0.9386	0.936	0.0026
Edificios	42	44	43	1	43	46	44	2

$tournamentSize=N/2$

$tournamentSize=N/3$

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	78	111	93	17	55	118	94	34
Fitness	0.9354	0.953	<b>0.9414</b>	0.0101	0.9271	0.9618	0.9473	0.018
Edificios	44	45	<b>44</b>	1	42	45	43	2

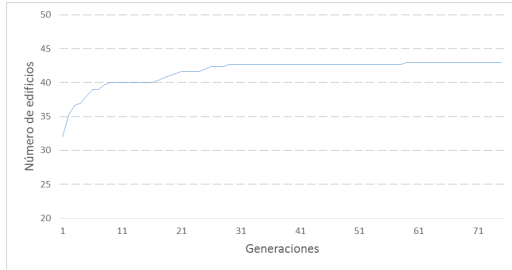
$tournamentSize=N/5$

$tournamentSize=N/10$

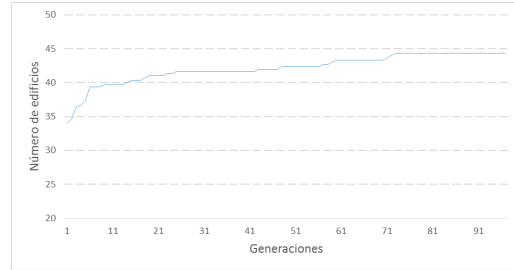
	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	77	107	89	16	154	212	181	29
Fitness	0.9419	0.9470	0.9446	0.0025	0.9475	0.9587	0.9545	0.0061
Edificios	43	45	44	1	42	45	44	2

$tournamentSize=N/25$

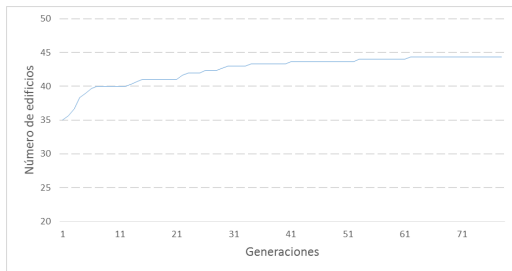
$tournamentSize=N/50$



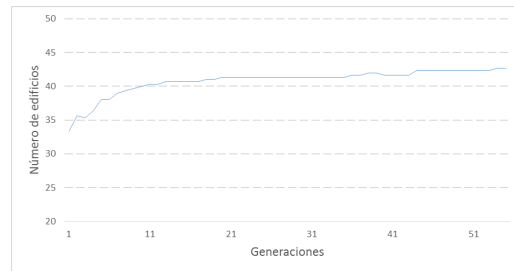
(a)  $tournamentSize=N/2$



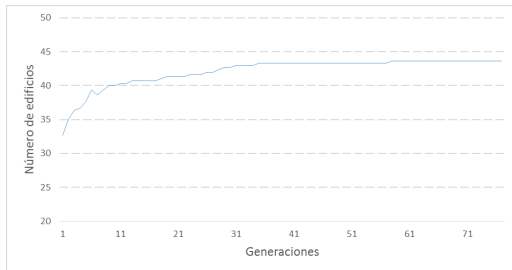
(b)  $tournamentSize=N/3$



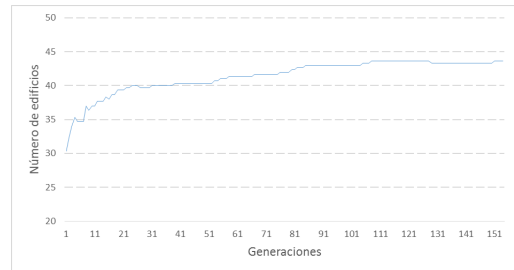
(c)  $tournamentSize=N/5$



(d)  $tournamentSize=N/10$



(e)  $tournamentSize=N/25$



(f)  $tournamentSize=N/50$

Figura 3.29: Número de edificios para diferentes tamaños de torneo donde se han fijado el tamaño de la población en 450 y la tasa de mutación en 0.025.

Finalmente, para un GA con tasa de mutación estática la mejor configuración resulta ser la siguiente.

- Tamaño de la población: 450
- Tamaño del torneo:  $N/5 = 90$
- Tasa de mutación: 0.025

## Tasa de mutación dinámica

A continuación, asumiendo que el GA funciona con una tasa de mutación dinámica, se volverán a ajustar sus parámetros tal y como se hizo en el apartado anterior. Primero, tal y como hicimos para la mutación estática, tratamos de ver cómo se comporta el GA cuando ajustamos el tamaño de la población y el torneo, modificando la variación  $\delta$ .

$$\begin{array}{ll} \text{populationSize } (N) & 10 \\ \text{tournamentSize } (K) & N/5 \end{array}$$

$$\text{mutationDelta} \quad 0.01 \quad 0.025 \quad 0.05 \quad 0.1 \quad 0.175 \quad 0.25 \quad 0.5 \quad 1.0$$

De las pruebas para cada posible  $\delta$  (ver figuras 3.30 y 3.31) se pueden extraer algunas observaciones. En primer lugar, el GA presenta problemas de convergencia para tasas de mutación inferiores o iguales a 0.05 ya que las variaciones  $\delta$  no son capaces de modificar lo suficiente la tasa de mutación de las soluciones como para que el algoritmo converja. Del mismo modo, para variaciones  $\delta$  superiores a 0.25 y, en menor medida para 0.25 exactamente, también se producen problemas de convergencia. Esta vez debido a que las soluciones cambian su tasa de mutación de forma drástica entre generación y generación. No obstante, el mejor resultado se obtiene con una variación  $\delta$  igual a 0.25.

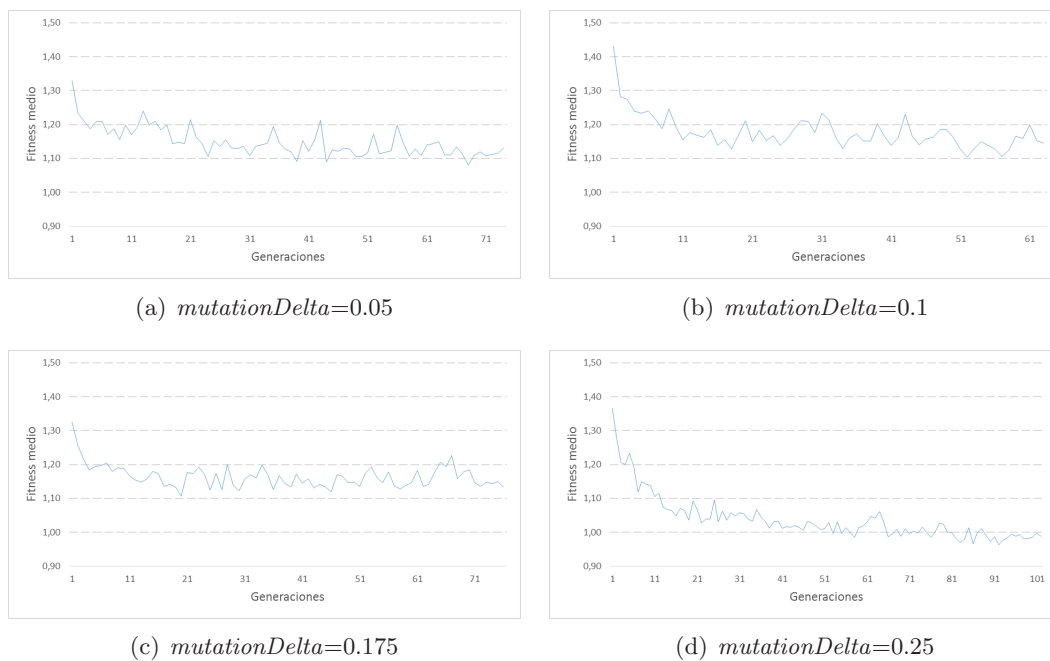


Figura 3.30: *Fitness* medio para diferentes variaciones  $\delta$  donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .



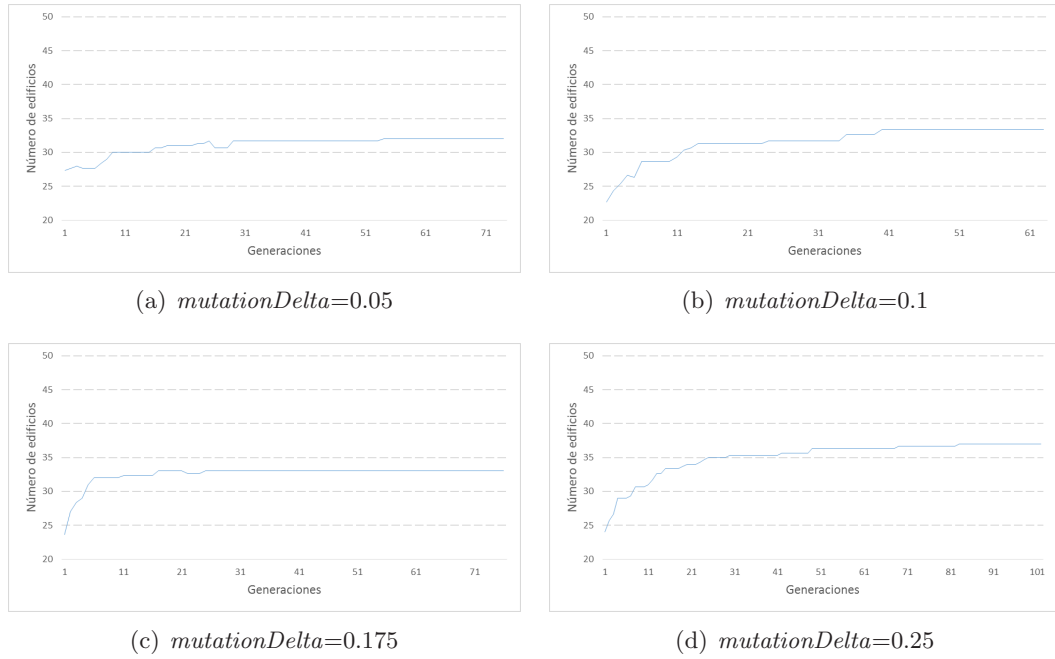


Figura 3.31: Número de edificios para diferentes variaciones  $\delta$  donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	74	8044	2806	4538	63	211	156	81
Fitness	0.9279	0.9906	0.9544	0.0324	0.9672	1.0027	0.9872	0.0182
Edificios	35	37	36	1	35	38	37	2

*mutationDelta*=0.05

*mutationDelta*=0.1

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	76	324	202	124	102	484	348	213
Fitness	0.9697	0.9902	0.9785	0.0105	0.96	1.0237	<b>0.9846</b>	0.0342
Edificios	36	38	37	1	36	40	<b>38</b>	2

*mutationDelta*=0.175

*mutationDelta*=0.25

La mejor variación  $\delta$  se registra en 0.25, por lo que, dado que para valores superiores presenta problemas de convergencia, se trata de disminuir levemente dicho valor y comprobar qué resultados se obtienen.

*populationSize* ( $N$ )    10  
*tournamentSize* ( $K$ )     $N/5$

*mutationDelta*    0.2    0.2125

Otra vez, realizamos las pruebas pertinentes (ver figuras 3.32 y 3.33) y observamos que para 0.2125 también se producen problemas de convergencia leves. Por otro lado, el mejor valor se registra con una variación  $\delta$  igual a 0.2.

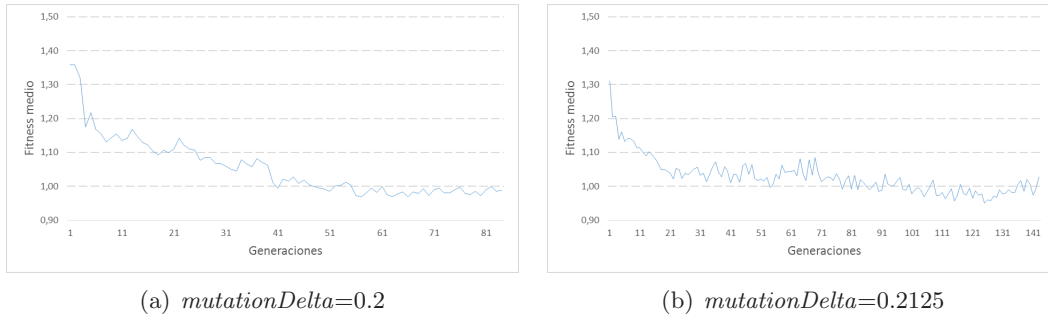


Figura 3.32: *Fitness* medio para diferentes variaciones  $\delta$  donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .

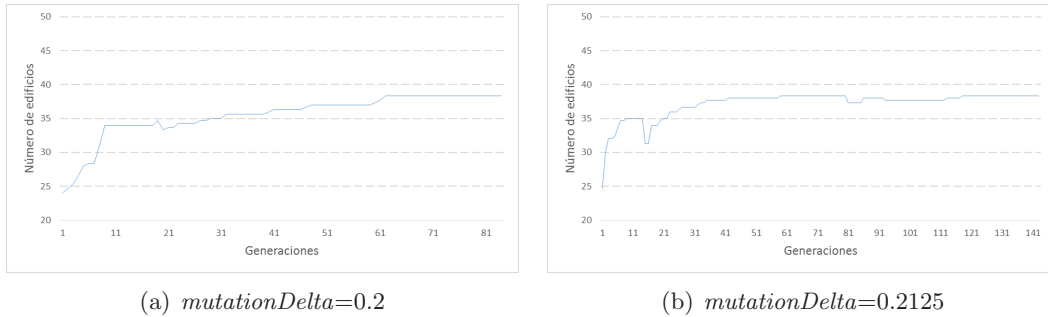


Figura 3.33: Número de edificios para diferentes variaciones  $\delta$  donde se han fijado el tamaño de la población en  $N = 10$  individuos y el tamaño del torneo en  $N/5$ .

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	84	159	121	38	143	1031	457	498
Fitness	0.9576	0.984	<b>0.969</b>	0.0136	0.9543	1.0215	0.9982	0.0381
Edificios	37	40	<b>38</b>	2	37	45	40	4

*mutationRate=0.2*

*mutationRate=0.2125*

Dado que el mejor valor se obtiene con una variación  $\delta$  igual a 0.2 se procede a tratar de ajustar ahora el tamaño de la población, fijando de forma proporcional el tamaño del torneo.

$$\begin{aligned} \text{tournamentSize } (K) & N/5 \\ \text{mutationDelta} & 0.2 \end{aligned}$$

<i>populationSize</i> ( $N$ )	25	50	100	150	200	250
<i>tournamentSize</i> ( $K$ )	5	10	20	30	40	50

Nuevamente, realizamos pruebas (ver figuras 3.34 y 3.35). Se observa que los mejores valores resultan al utilizar un tamaño de población igual a 200.

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	94	126	113	17	89	98	94	5
Fitness	0.9406	0.9935	0.9744	0.0294	0.9468	0.9607	0.9537	0.0069
Edificios	41	42	41	1	38	42	40	2

*populationSize=25*

*populationSize=50*

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	67	146	93	46	73	115	87	24
Fitness	0.9298	0.9768	0.9479	0.0253	0.9356	0.9637	0.9505	0.0141
Edificios	38	43	41	3	38	44	41	3

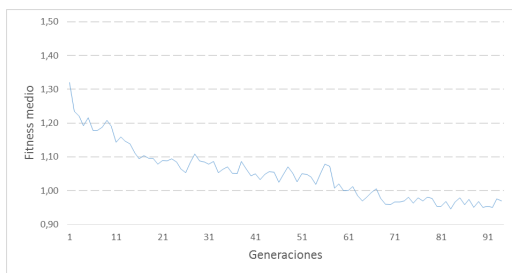
*populationSize=100*

*populationSize=150*

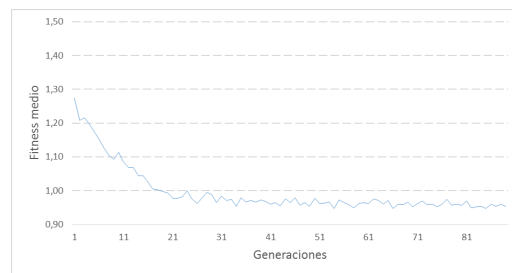
	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	69	147	98	43	68	126	96	29
Fitness	0.932	0.9454	<b>0.9372</b>	0.0072	0.9444	0.9639	0.9558	0.0101
Edificios	41	44	<b>43</b>	2	38	43	41	3

*populationSize=200*

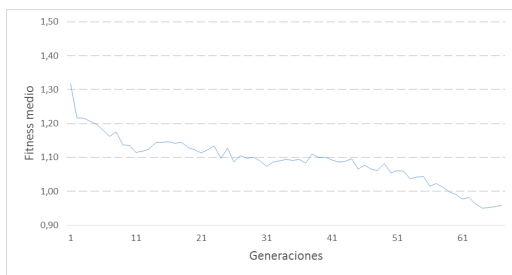
*populationSize=250*



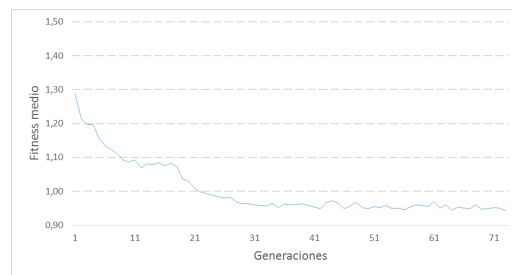
(a) *populationSize=25*



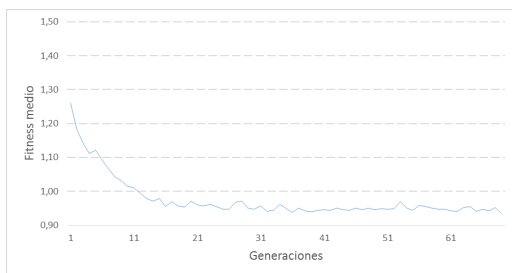
(b) *populationSize=50*



(c) *populationSize=100*



(d) *populationSize=150*



(e) *populationSize=200*



(f) *populationSize=250*

Figura 3.34: *Fitness* medio para diferentes tamaños de población donde se han fijado el tamaño del torneo en  $N/5$  y la variación  $\delta$  en 0.2.

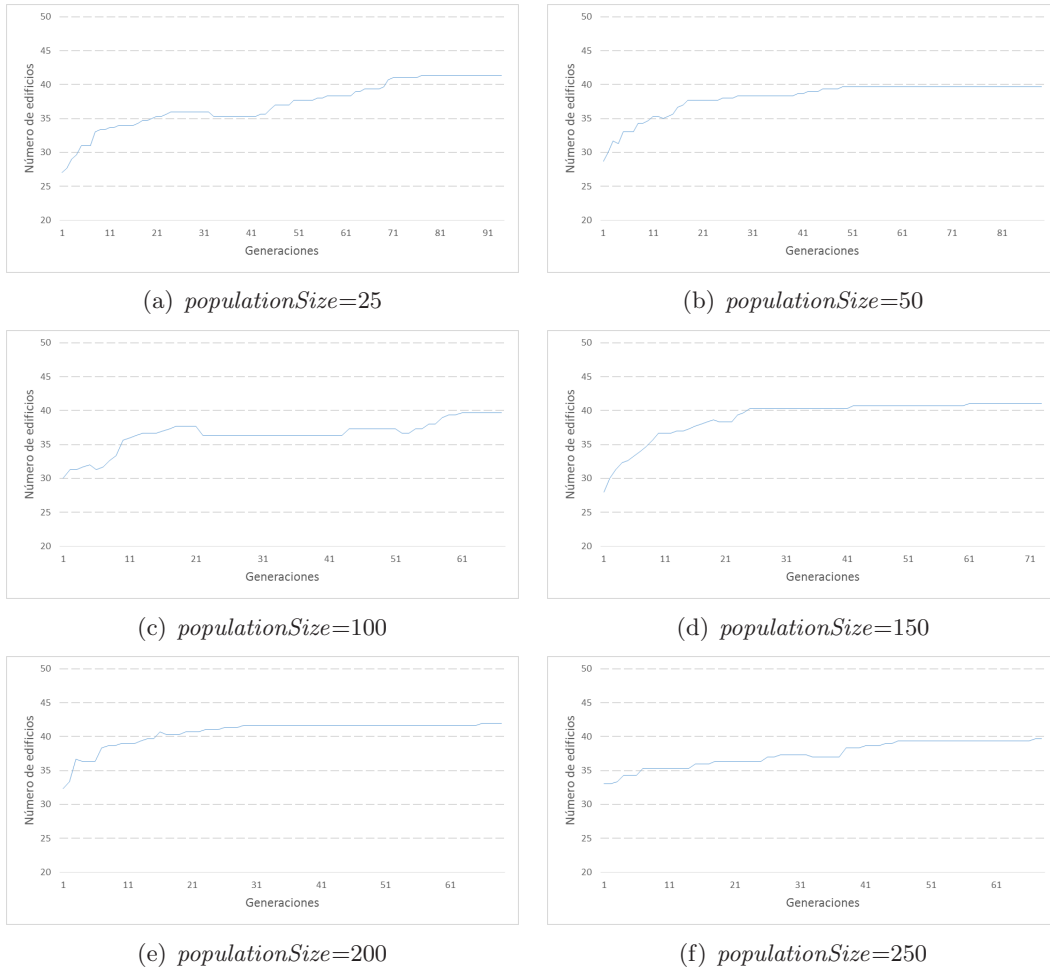


Figura 3.35: Número de edificios para diferentes tamaños de población donde se han fijado el tamaño del torneo en  $N/5$  y la variación  $\delta$  en 0.2.

Una vez fijado el tamaño de la población en 200 y la variación  $\delta$  en 0.2 probamos diferentes tamaños de torneo.

*populationSize* ( $K$ ) 200  
*mutationDelta* 0.2

*tournamentSize* ( $N$ )  $N/2$   $N/2.5$   $N/4$   $N/10$   $N/20$   $N/25$   $N/50$

Volvemos a realizar pruebas (ver figuras 3.36 y 3.37) y observamos que el mejor resultado se da para un tamaño de torneo  $N/10$ , siendo levemente inferior al obtenido con  $N/5$ . Por lo tanto, se fija en  $N/5$ .

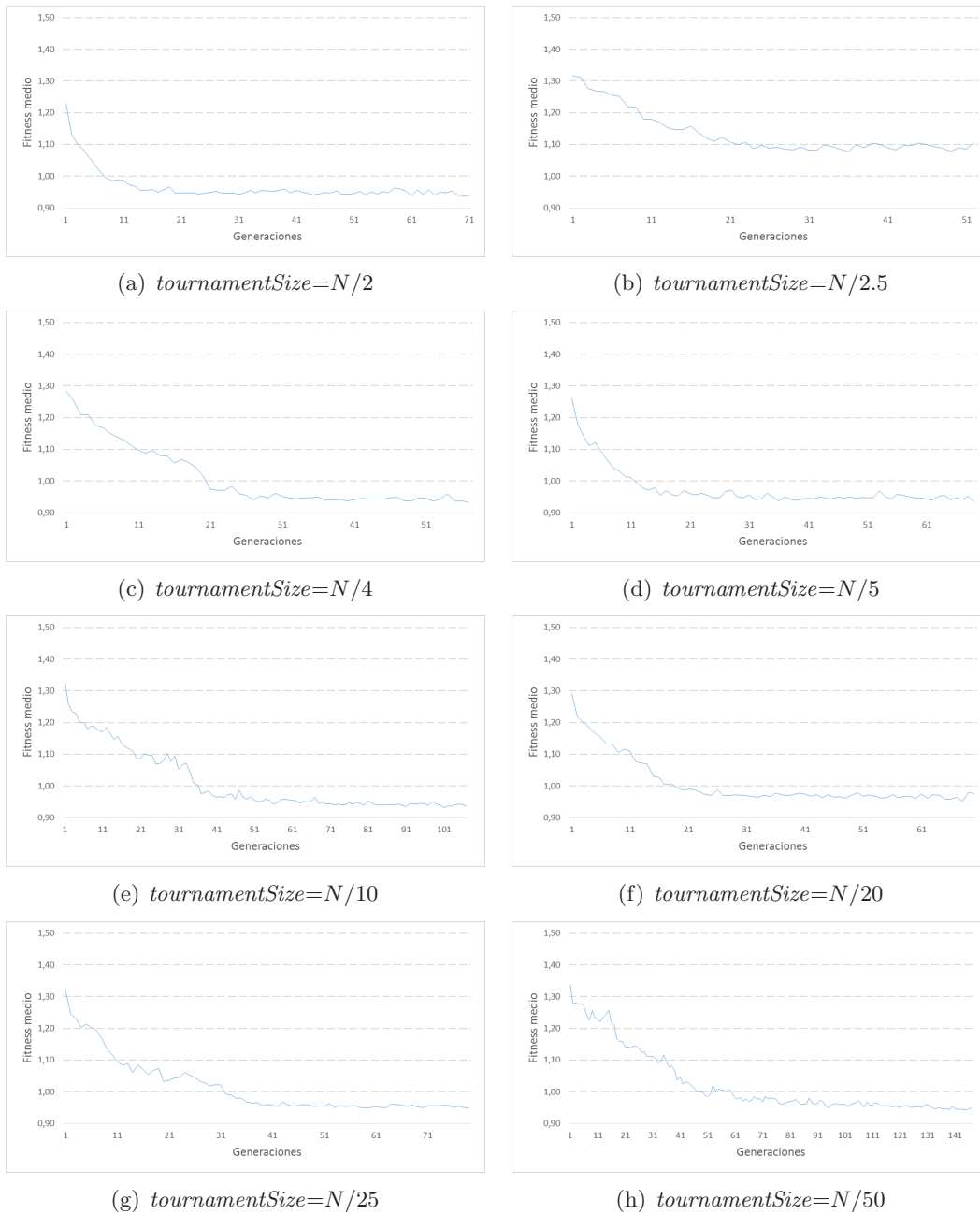


Figura 3.36: *Fitness* medio para diferentes tamaños de torneo donde se han fijado el tamaño de la población en 200 y la variación  $\delta$  en 0.2.

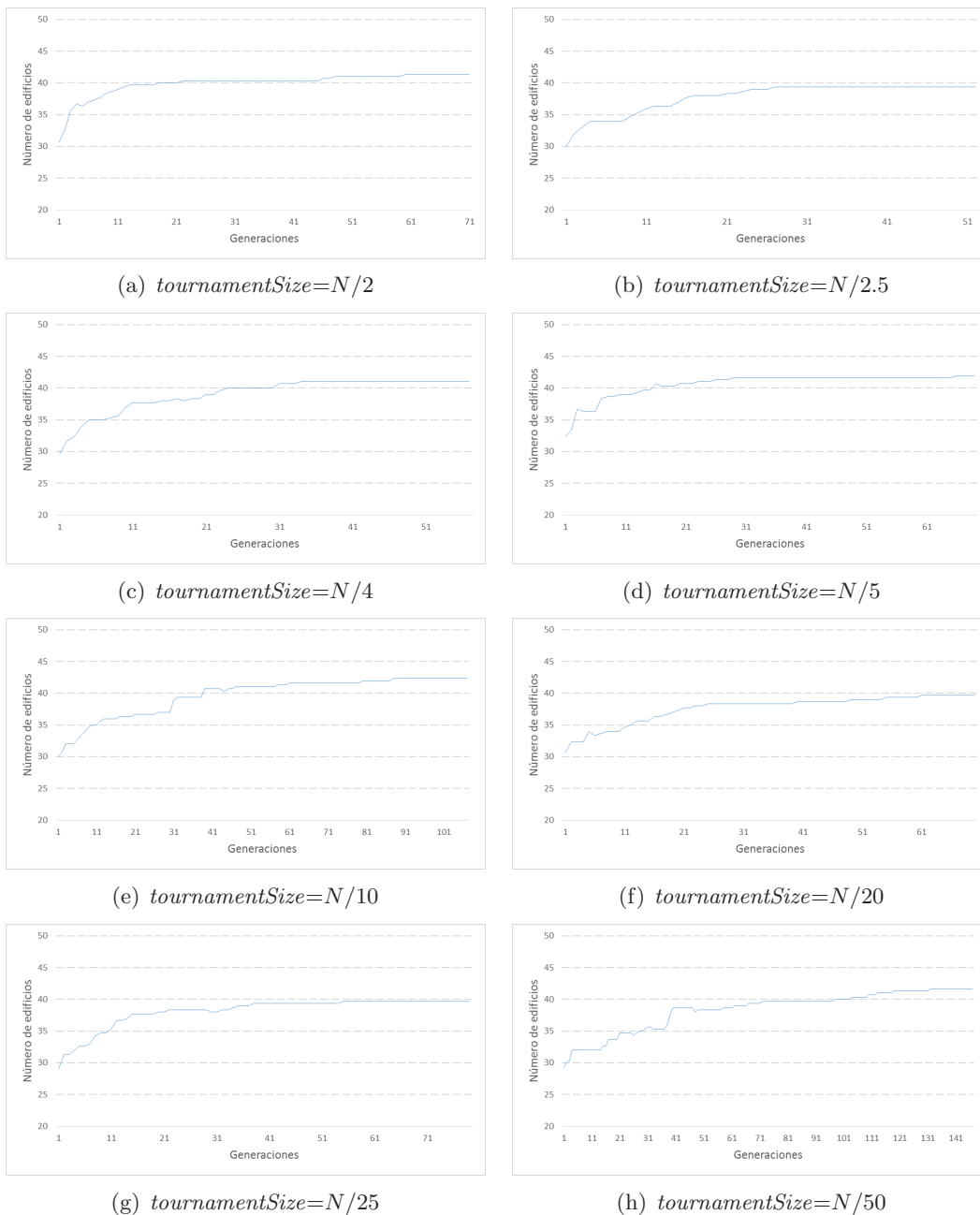


Figura 3.37: Número de edificios para diferentes tamaños de torneo donde se han fijado el tamaño de la población en 200 y la variación  $\delta$  en 0.2.

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	71	109	92	19	52	76	65	12
Fitness	0.9376	0.949	0.9421	0.0061	0.9424	1.4279	1.1048	0.2798
Edificios	41	42	41	1	34	43	39	5

*tournamentSize=N/2*

*tournamentSize=N/2.5*

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	57	83	73	14	69	147	98	43
Fitness	0.9296	0.9461	0.9385	0.0083	0.932	0.9454	<b>0.9372</b>	0.0072
Edificios	39	42	41	2	41	44	<b>43</b>	2

*tournamentSize=N/4*

*tournamentSize=N/5*

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	107	137	124	16	70	128	107	32
Fitness	0.9245	0.9569	0.9389	0.0165	0.9223	0.999	0.9541	0.04
Edificios	41	44	42	2	37	44	41	4

*tournamentSize=N/10*

*tournamentSize=N/20*

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	79	231	138	82	147	181	160	18
Fitness	0.9202	0.9616	0.9443	0.0215	0.9211	0.9654	0.9476	0.0234
Edificios	39	43	41	2	40	43	42	2

*tournamentSize=N/25*

*tournamentSize=N/50*

Finalmente, para un GA con tasa de mutación dinámica la mejor configuración resulta ser la siguiente.

- Tamaño de la población: 200
- Tamaño del torneo:  $N/5 = 40$
- Variación  $\delta$ :  $0.2 = \pm 0.1$

### 3.3.3. Configuración final

Como ya se ha visto, una vez realizadas múltiples pruebas con diferentes tipos de parametrizaciones del GA, sólo queda escoger aquella que reportará mejores resultados. Dados los resultados obtenidos hasta el momento, se compara la mejor configuración del GA con mutación estática y la mejor con mutación dinámica (ver figura 3.38).

	Min	Max	Mean	StdDev	Min	Max	Mean	StdDev
Generaciones	78	111	93	17	69	147	98	43
Fitness	0.9354	0.953	0.9414	0.0101	0.932	0.9454	0.9372	0.0072
Edificios	44	45	44	1	41	44	43	2

Mutación estática

Mutación dinámica

Como se puede observar, se obtienen resultados muy similares en cuanto al *fitness* medio, no obstante, la mutación estática presenta menor desviación estándar en cuanto a número de generaciones y edificios, lo que garantiza en cierto modo que los datos obtenidos no variarán excesivamente. Además, esta última tiene como mínimo un número de edificios mayor, lo que supone más datos que el NPC podrá utilizar en la construcción. Por lo tanto, dado que se observan mejores resultados en la mutación estática se toma dicha configuración final para el GA.

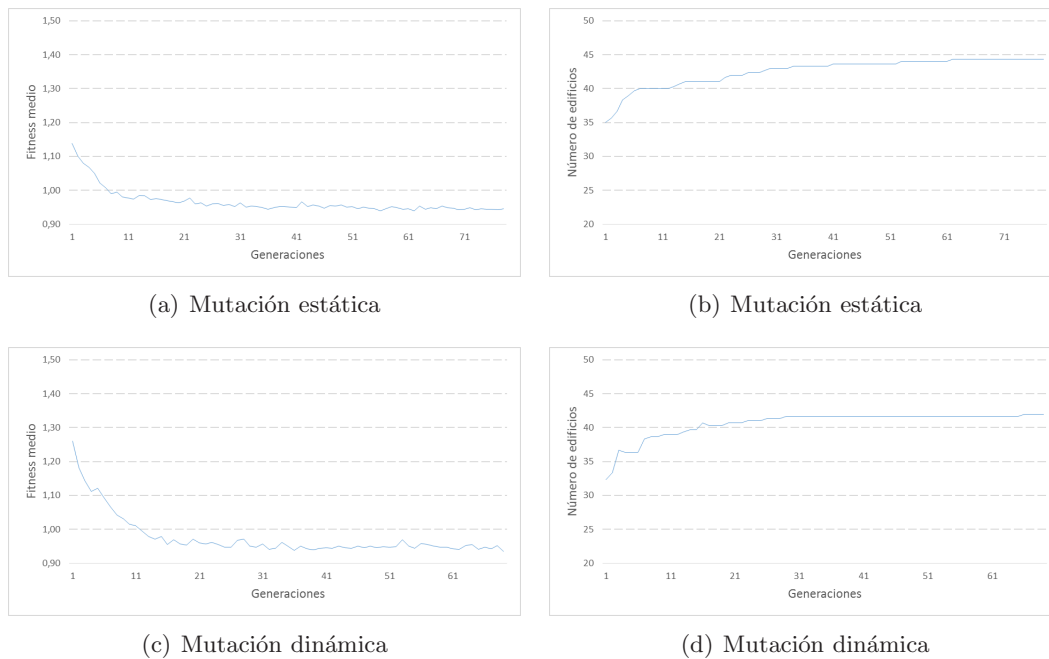


Figura 3.38: Comparativa entre las mejores configuraciones para el GA con tasa de mutación estática y dinámica.

Cabe mencionar que, como medida preventiva, el GA se detendrá en caso de que supere las 1000 generaciones o en caso de que se sobrepasen los 20 minutos de ejecución. Estas medidas se han tenido en cuenta tras múltiples pruebas en diferentes bases y mapas.

Tamaño de la población	450
Tamaño del torneo	90
Tipo de mutación	estática
Tasa de mutación	0.025

Configuración final del algoritmo genético

### 3.4. Implementación de un NPC de construcción

Una vez hemos terminado de configurar nuestro GA, llevamos a cabo la implementación de un NPC capaz de construir siguiendo una estrategia determinada por el GA descrito y cuyos parámetros se muestran en la tabla 3.3.3.

En primer lugar, definimos los métodos principales que forman el cuerpo de NPC. Estos métodos actúan a modo de *listeners* y son llamados de forma automática cuando ocurre cierto evento en el juego. Los principales son los que se muestran a continuación, no obstante, hay variados e incluyen diferentes tareas típicas (e.g. recepción de texto, detección de un ataque nuclear, detección de unidad creada, etc).

- *connected*. Se llama cuando el NPC se conecta a *Starcraft: Brood War*. Puede ser utilizado para establecer configuraciones básicas del mismo antes de que comience una partida.



- *matchStart*. Se llama cuando empieza una partida. En este momento puede ser interesante realizar tareas que sólo tienen sentido al inicio de partida (e.g. análisis del mapa en el que se está jugando).
- *matchFrame*. Se llama de forma constante en cada *frame* de la partida. Este método se debe encargar de gestionar tareas principales que involucren decisiones de alto nivel.
- *matchEnd*. Se llama cuando termina una partida. Puede ser útil para almacenar datos de la partida jugada.

En este trabajo se han utilizado principalmente los métodos *matchStart*, *matchFrame* y *matchEnd*.

- *matchStart*. Este método se ha utilizado para realizar una recopilación de datos inicial del mapa a partir de los datos obtenidos por BWTA y generar las estrategias de construcción para el mismo mediante el GA. Los datos obtenidos hacen referencia a las bases, los cuellos de botella, las unidades de las que se dispone y los recursos que hay en el mapa. Por otro lado, en cuanto a la generación de estrategias, si una estrategia de construcción para un mapa no se detecta se crea y almacena. La próxima vez que se juegue en dicho mapa el NPC leerá la estrategia que creó entonces y no consumirá tiempo adicional.
- *matchFrame*. El método principal se ha utilizado para llamar a otros métodos encargados de realizar las tareas principales referentes a la construcción, la asignación de recursos a los trabajadores, el seguimiento de estrategias de construcción, la investigación de mejoras y tecnologías y el entrenamiento y la identificación de nuevas unidades.
- *matchEnd*. El método final se emplea para almacenar estadísticas de la partida, como el tiempo de supervivencia del NPC, la cantidad de minerales y de gas recogido, etc.

Así, el NPC únicamente seguirá la estrategia de construcción creada mediante el GA, creará todas las unidades ofensivas posibles que se apliquen a dicha estrategia y las mantendrá en la base rodeando los diferentes edificios de los que hayan salido. De esta forma, a partir de cierto momento el enemigo tratará de atacar la base y se podrá evaluar cómo de bien funcionan diferentes estrategias de construcción contra cada raza desde un punto de vista defensivo.



# 4

## Pruebas

En esta sección se explican las pruebas realizadas y los resultados obtenidos de las mismas. Se han jugado diversas partidas contra la inteligencia por defecto del juego y evaluado diferentes aspectos con el fin de comprobar qué estrategias podrían funcionar mejor en determinadas situaciones.

### 4.1. Preparación

Antes de jugar las partidas se ha configurado el *Chaos Launcher*<sup>1</sup> para automatizar las mismas y acelerar el proceso. La configuración utilizada ha sido la siguiente.

- **Mapa.** Se han escogido los mapas *Astral Balance* y *Switchback*. Aunque a primera vista los mapas parecen similares tienen ciertas características por las cuales han sido escogidos.
  - *Astral Balance* (ver figura 4.1). Presenta varias rutas cortas para llegar a la base enemiga. Esto implica que los ataques se pueden suceder de forma continua con breves pausas entre los mismos, principalmente al inicio de la partida. El cuello de botella de la base principal está orientado hacia la base enemiga. Gracias a ello, la base está más defendida frente a ataques aéreos para ciertos modos de construcción, como son los que usan edificios defensivos junto al cuello de botella. Tiene un total de ocho bases, de las cuales ocho disponen de campos minerales y seis de ellas de géiseres de gas. Esto supone que el enemigo será capaz de conseguir un ejército mucho más poderoso a final de partida, ya que el NPC desarrollado no realiza ningún ataque o expansión fuera de la base.

---

<sup>1</sup>El *Chaos Launcher* es un programa que ejecuta *Starcraft: Brood War* y permite configurarlo para jugar partidas de forma indefinida en los mapas y contra las razas deseadas. Además, garantiza el guardado de repeticiones.

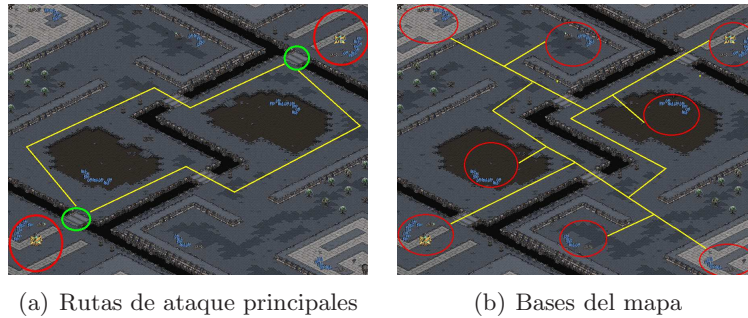


Figura 4.1: La figura izquierda representa las rutas entre las bases. En color rojo se muestran las bases principales, en color verde los cuellos de botella de las bases y en amarillo las rutas de ataque principales. La figura derecha presenta en color rojo las bases disponibles y en color amarillo las rutas entre dichas bases.

- *Switchback* (ver figura 4.2). Presenta una única ruta larga hacia la base enemiga. Por lo tanto, los ataques, sobre todo al inicio de partida, serán más pausados y habrá más tiempo para rearmar el ejército entre oleada y oleada. El cuello de botella de la base principal no está orientado hacia la base enemiga. Para ciertos modos de construcción, como aquellos en los que los edificios defensivos se sitúan junto al cuello de botella, puede resultar una desventaja frente a ataques aéreos. Tiene un total de cinco bases, todas ellas con campos minerales y géiseres de gas. También permite crear un gran ejército, pero el número de recursos accesibles al enemigo es mucho menor que en *Astral Balance*.

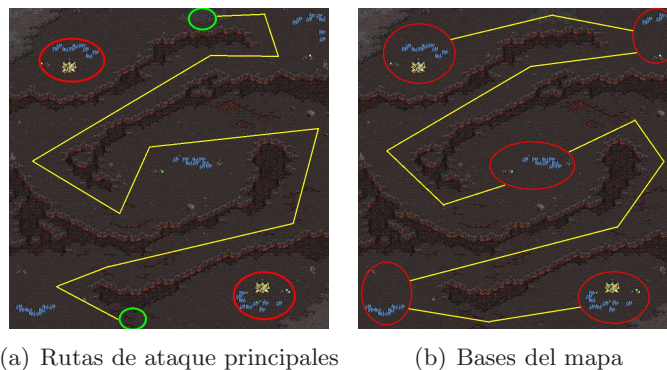


Figura 4.2: La figura izquierda muestra en color rojo las bases principales, en color verde los cuellos de botella de las bases y en amarillo las rutas de ataque principales. La figura derecha presenta en color rojo las bases disponibles y en color amarillo las rutas entre dichas bases.

- **Razas.** Nos interesa poder disputar partidas contra las tres razas posibles y probar diferentes alternativas de construcción contra cada una.
- **Estrategias.** Como se puede ver en los anexos C, D y E, existen multitud de estrategias, muchas de las cuales son similares en cuanto al orden de construcción (no tanto en cuanto a la ejecución, pero no es el objetivo de este trabajo). Por ello, se ha optado por tomar dos estrategias representativas de cada raza según el tipo de unidades que emplean

normalmente. Además, como ya se ha mencionado, las tareas referentes a la expansión a otras bases se omiten. Así, las estrategias seleccionadas han sido.

### Contra la raza Protoss

**Double Armory.** Esta estrategia se caracteriza por utilizar principalmente *Buitres*, *Tanques de asedio* y *Goliats*. Presenta una propuesta que emplea unidades puramente mecánicas provenientes de la *Factoría*.

**Siege Expand to Deep Six.** En este caso se opta por entrenar una mezcla de *Tanques de asedio* con un gran número de *Soldados* y *Médicos*. El paso de unidades mecánicas de la *Factoría* a un gran número de unidades biológicas de las *Barracas* caracteriza esta estrategia.

### Contra la raza Terran

**One Factory Fast Expand.** Esta estrategia utiliza principalmente *Buitres* y *Tanques de asedio*, unidades mecánicas provenientes de la *Factoría*.

**One Starport Wraith.** Mezcla unidades mecánicas de tipo terrestre con las de tipo aéreo, formando un grupo heterogéneo. Como unidades terrestres propone la utilización de los *Buitres* de la *Factoría* y como unidades aéreas los *Espectros* del *Puerto estelar*.

### Contra la raza Zerg

**Four Barracks Sunken Break Build.** Utiliza un gran número de unidades biológicas de las *Barracas* haciendo una mezcla de *Soldados* y *Médicos*.

**Two Starport Wraith.** Utiliza una mezcla de unidades mecánicas de tipo terrestre con tipo aéreo. Muy similar a *One Starport Wraith*, utiliza *Buitres* y *Espectros* como unidades terrestres y aéreas, respectivamente.

- **Modos de construcción.** Se prueban las cuatro opciones de asignación del espacio dentro de la base vistas en la sección 3. El objetivo es ver qué fortalezas y debilidades presentan contra cada raza en cada mapa.

## 4.2. Realización

Las pruebas realizadas incluyen un total de 367 partidas que se dividen tal y como se ve en las figuras 4.3 y 4.4.

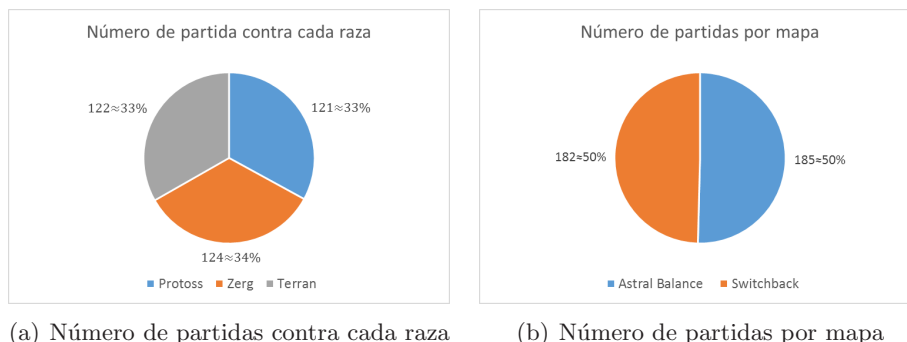


Figura 4.3: Número de partidas realizadas

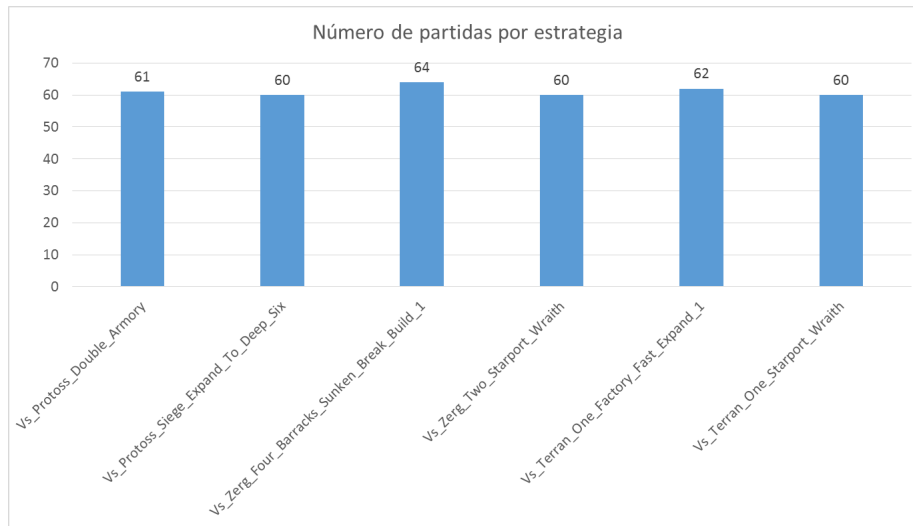


Figura 4.4: Número de partidas por estrategia

Tras jugar cada partida se han guardado una serie de estadísticas de la misma para poder comparar las diferentes estrategias y mapas. Los datos guardados han sido los siguientes.

- Tiempo de supervivencia. Al igual que en la competición AIIDE de *Starcraft: Brood War* se limita el tiempo de ejecución de las partidas a 86400 *frames*<sup>2</sup>, para simular una hora de juego.
- Cantidad de minerales recogidos.
- Cantidad de gas recogido.
- Puntuación de construcción. Proporcionada por el juego en base al número de edificios construidos, edificios enemigos destruidos y edificios propios perdidos.
- Puntuación de matanza. Proporcionada por el juego en base al número de unidades producidas, unidades enemigas aniquiladas y unidades propias perdidas.

### 4.3. Análisis

Una vez se han jugado todas las partidas se procede a analizar los resultados obtenidos. En primer lugar, se realiza un análisis comparativo de las estrategias contra cada raza. Luego, se repetirá el análisis en el contexto de un mapa concreto. Por último, se evaluará el modo de construcción utilizado y su dependencia con el mapa. Durante el análisis se hará referencia a unidades y edificios de la raza Terran. Sus características y habilidades se encuentran explicadas en el anexo B.

En este apartado, las estadísticas obtenidas de los aspectos evaluados son las que se muestran en los diferentes cuadros mediante una comparativa porcentual. Dicha comparativa se basa en la mejora que ofrece la segunda alternativa respecto a la primera y se calcula como  $1 - A/B$ , siendo  $A$  la primera alternativa y  $B$  la segunda.

<sup>2</sup>Las reglas de la competición AIIDE de *Starcraft: Brood War* pueden consultarse en <http://webdocs.cs.ualberta.ca/~cdauid/starcraftai/comp/rules.shtml>.

### 4.3.1. Análisis comparativo de estrategias

En la raza Protoss vimos que teníamos dos estrategias: una puramente mecánica (*Double Armory*) y otra que agregaba cierto componente biológico (*Siege Expand to Deep Six*). Observamos cómo una estrategia compuesta únicamente por unidades mecánicas responde generalmente peor que una compuesta por una mezcla de unidades mecánicas y biológicas. Aunque ambas tienen unidades terrestres muy potentes (*Tanques de asedio* con la mejora *Tecnología modo asedio*) y unidades antiaéreas (*Goliats* con la mejora *Aceleradores Caronte* y *Soldados* con las mejoras *Paquete de estimulación* y *Obuses U-238*, respectivamente) parece que la utilización de los médicos resulta de gran importancia en las partidas.

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *Double Armory* y (B) *Siege Expand to Deep Six*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	-11.4 %	-26.4 %	0 %	-31.3 %	0 %
Máximo	16.9 %	0 %	7.9 %	-2.3 %	53.4 %
Media	<b>30.8 %</b>	17.8 %	28.6 %	35.5 %	53.8 %
Desv. Estándar	2.2 %	-15.8 %	-0.8 %	-29.6 %	37.4 %

**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

En las dos estrategias, se observa que al hacer uso de unidades principalmente tierra-tierra<sup>3</sup> se obliga al jugador Protoss a emplear unidades aéreas para contraatacar. Por otro lado, los *Goliats* son eliminados de manera más rápida que los *Soldados*, dado que estos últimos tienen el apoyo curativo de los *Médicos* y las mejoras investigadas. Esto hace que la estrategia *Double Armory* sea más vulnerable a los ataques aéreos a lo largo de la partida. Y, dado que las unidades más poderosas de la raza Protoss son de tipo aéreo, deja en una gran desventaja al ejército que utilice la primera estrategia.

Por otro lado, analizando las estrategias utilizadas por la raza Zerg tenemos dos muy diferentes: una biológica (*Four Barracks Sunken Break Build*) y otra mecánica (*Two Starport Wraith*). La primera hace uso de *Soldados*, con las mejoras *Paquete de estimulación* y *Obuses U-238* investigadas, y *Médicos*. La segunda hace uso de Buitres y Espectros (unidades aire-tierra y aire-aire). Las últimas, de tipo mecánico, resultan más caras y requieren un mayor tiempo de producción que las primeras, de tipo biológico.

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *Four Barracks Sunken Break Build* y (B) *Two Starport Wraith*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	3.8 %	-32.4 %	0 %	-4.5 %	0 %
Máximo	-13 %	0 %	2.3 %	11.6 %	-116.7 %
Media	<b>-44.3 %</b>	-20.2 %	-37.3 %	6.2 %	-243.9 %
Desv. Estándar	10.4 %	14 %	9.9 %	32.4 %	-94.8 %

<sup>3</sup>Los conceptos como tierra-tierra, tierra-aire, etc hacen referencia a que las unidades son del primer tipo y pueden realizar ataques contra unidades del segundo tipo. Por ejemplo, los *Buitres* son unidades tierra-tierra, mientras que los *Goliats* son unidades tierra-tierra y tierra-aire, ya que pueden ser utilizados como unidades antiaéreas también.

**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                    **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

Los resultados obtenidos con la estrategia *Four Barracks Sunken Break Build* resultan mucho mejores a los obtenidos con la estrategia *Two Starport Wraith* (mejora de 44.3 % en el tiempo de supervivencia). Esto es debido principalmente al hecho de que los Zerg utilizan un gran número de unidades aéreas para contraatacar las unidades tierra-tierra como los *Buitres*. Además, la capacidad de los *Espectros* para volverse invisibles se vuelve inútil debido a la utilización de detectores de unidades invisibles durante los ataques. Esto sumado al hecho de que en partidas Terran contra Zerg los *Espectros* no están pensados para la defensa sino para el hostigamiento contra unidades que no puedan hacerles frente, como los trabajadores, hacen que la estrategia pierda gran parte de su potencial. Por otro lado, parece que los *Médicos* vuelven a desempeñar un gran papel en la curación de los *Soldados*. Esto se puede deducir a partir de la puntuación de matanza, donde observamos una mejora de un 243.9 %, lo que refleja que las unidades de ataque de dicha estrategia (*Soldados*) consiguen matar un mayor número de unidades antes de morir, ya que en caso contrario la puntuación de matanza disminuiría considerablemente.

En el caso de enfrentamiento contra la raza Terran analizamos dos estrategias de tipo mecánico. Mientras que la estrategia *One Factory Fast Expand* hace uso de *Buitres* y *Tanques de asedio*, con la mejora *Tecnología modo asedio* investigada, la estrategia *One Starport Wraith* lo hace de *Buitres* y *Espectros*.

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *One Factory Fast Expand* y (B) *One Starport Wraith*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	-6.2 %	2.4 %	100 %	20 %	0 %
Máximo	0 %	0 %	-0.4 %	6.7 %	-49.2 %
Media	<b>-35.8 %</b>	-12.9 %	-30.3 %	-5 %	-110.8 %
Desv. Estándar	-5.3 %	6.1 %	-0.3 %	-5.8 %	-52.7 %

**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                    **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

Como se puede observar, los resultados muestran que la primera estrategia es mejor en todos los aspectos. Esto es debido principalmente a dos factores: la potencia de los *Tanques de asedio* y la debilidad de los *Espectros* en aspectos defensivos. En partidas contra la raza Terran los *Espectros* son utilizados para tareas de hostigamiento generalmente, aunque pueden servir como contraataque contra *Cruceros de batalla* a final de partida debido a su habilidad de camuflaje. Por otro lado, la utilización de *Buitres* y *Tanques de asedio* supone una muy buena alternativa para mejorar la supervivencia, debido a que los jugadores Terran optan por utilizar unidades aéreas en las últimas etapas de la partida. Por último, cabe mencionar que, dado que todas las unidades y edificios del NPC se sitúan en una única base, éste se encuentra en una situación extremadamente vulnerable a ataques nucleares.

#### 4.3.2. Análisis asociado al mapa

El análisis anterior deja entrever algunas de las principales fortalezas y debilidades de cada estrategia. No obstante, hay otros factores que influyen en la misma, como el mapa en el que se



juega y cómo se distribuye el espacio de construcción dentro de la base.

Entre los mapas seleccionados, ya hemos visto que *Astral Balance* presenta caminos cortos entre las bases, con los cuellos de botella de las bases principales enfrentados y con una gran cantidad de recursos disponibles. Por otro lado, *Switchback* dispone de un único camino mucho más largo, donde los cuellos de botella no se encuentran enfrentados y con menor cantidad de recursos.

En las estrategias contra la raza Protoss observamos que la utilización de la estrategia *Double Armory* supone un mayor tiempo de supervivencia que la estrategia *Siege Expand to Deep Six* en ambos mapas.

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *Double Armory* y (B) *Siege Expand to Deep Six* en el mapa *Astral Balance*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	-11.4 %	-26.4 %	0 %	-31.3 %	0 %
Máximo	24.4 %	0 %	13.9 %	6.7 %	32.9 %
Media	<b>35.9 %</b>	27.3 %	40.7 %	39.4 %	66.5 %
Desv. Estándar	14.1 %	13.4 %	18.2 %	1.9 %	51 %

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *Double Armory* y (B) *Siege Expand to Deep Six* en el mapa *Switchback*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	20.3 %	10.1 %	100 %	44.7 %	0 %
Máximo	15.3 %	0 %	7.9 %	-2.3 %	56 %
Media	<b>26.9 %</b>	10.7 %	19.5 %	32.8 %	44.9 %
Desv. Estándar	-7.2 %	-38.6 %	-12 %	-73.9 %	30.6 %

**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                    **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

Si analizamos esta vez los datos obtenidos con las estrategias *Four Barracks Sunken Break Build* y *Two Starport Wraith* observamos que existe una gran diferencia entre ambos mapas, aunque en los dos la primera estrategia es considerablemente mejor. La diferencia tan grande observada en el mapa *Astral Balance* se debe a que el enemigo utiliza ataques rápidos al comienzo de la partida y, dado que las unidades de tipo mecánico tardan más en ser construidas que las de tipo biológico, deja indefenso al NPC.

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *Four Barracks Sunken Break Build* y (B) *Two Starport Wraith* en el mapa *Astral Balance*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	3.8 %	-32.4 %	0 %	-4.5 %	0 %
Máximo	-13 %	0 %	2.3 %	8.3 %	-116.7 %
Media	<b>-62.3 %</b>	-23.5 %	-43.8 %	-3.7 %	-391.8 %
Desv. Estándar	-2.4 %	3.8 %	-10.2 %	17 %	-121.1 %

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *Four Barracks Sunken Break Build* y (B) *Two Starport Wraith* en el mapa *Switchback*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	-4.4 %	-212.3 %	0 %	-81.8 %	0 %
Máximo	-7.1 %	0 %	-0.6 %	11.6 %	-81.1 %
Media	<b>-25.3 %</b>	-16.5 %	-30.7 %	16.3 %	-122.9 %
Desv. Estándar	34.9 %	68.1 %	60.1 %	40.3 %	-57.3 %

**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                    **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

Por último, analizando las estrategias contra la raza Terran observamos que en mapas con rutas largas, como *Switchback* ambas estrategias ofrecen unos resultados parecidos. Sin embargo, en mapas con rutas cortas, como *Astral Balance*, la estrategia *One Starport Wraith* supone la pérdida de la partida casi de forma inmediata. Esto es debido a que para construir unidades del *Puerto estelar* debemos construir primero las *Barracas* y la *Factoría*. Y dado que no se crean más que unos pocos *Buitres*, cuando el primer *Espectro* es entrenado ya es demasiado tarde y la base ha sido invadida por un grupo de *Soldados* y *Médicos*, que eliminan las pocas unidades disponibles.

Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *One Factory Fast Expand* y (B) *One Starport Wraith* en el mapa *Astral Balance*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	-176.5 %	-14.6 %	-1.6 %	-236 %	0 %
Máximo	-63.7 %	0 %	-38 %	-27.8 %	-49.2 %
Media	<b>-93.8 %</b>	-28.8 %	-71.4 %	-9.4 %	-185.5 %
Desv. Estándar	-29.6 %	9.4 %	-26.1 %	15.9 %	-27.5 %

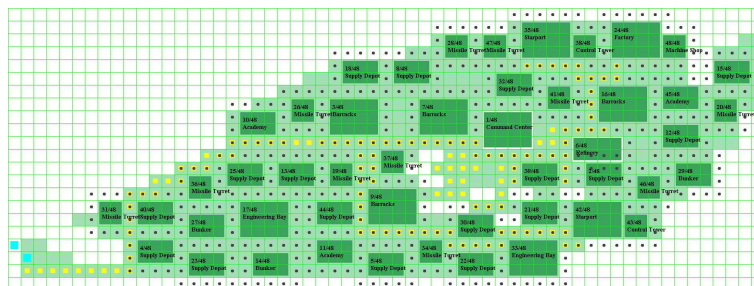
Comparativa porcentual entre las estrategias (A) *One Factory Fast Expand* y (B) *One Starport Wraith* en el mapa *Switchback*.

	TS	M	G	PC	PM
Mínimo	-1 %	2.4 %	100 %	20 %	0 %
Máximo	0 %	0 %	-0.1 %	7.2 %	-103 %
Media	<b>-8 %</b>	-3.9 %	-10.7 %	-2 %	-65.5 %
Desv. Estándar	-4.3 %	-7.9 %	-7 %	-9.9 %	-68.4 %

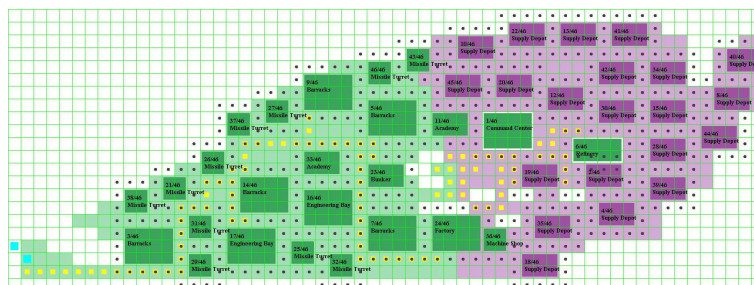
**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                    **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

### 4.3.3. Análisis asociado al modo de construcción

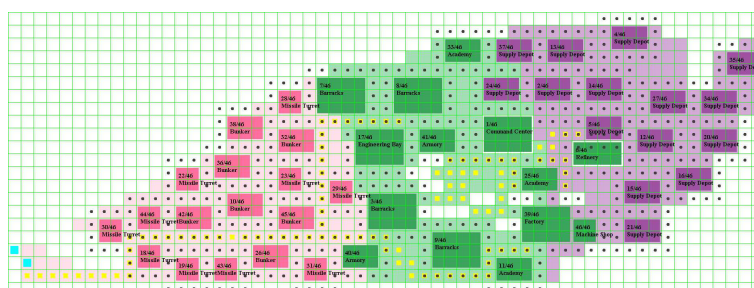
Como se ha visto, el mapa puede influir enormemente en la estrategia a utilizar. Ahora trataremos de comprobar si el modo de construcción utilizado ejerce también algún tipo de influencia. En la figura 4.5 se muestran soluciones para los diferentes modos de construcción. Como se puede observar, según agregamos nuevas áreas en la base se reduce el espacio para cada tipo de edificio.



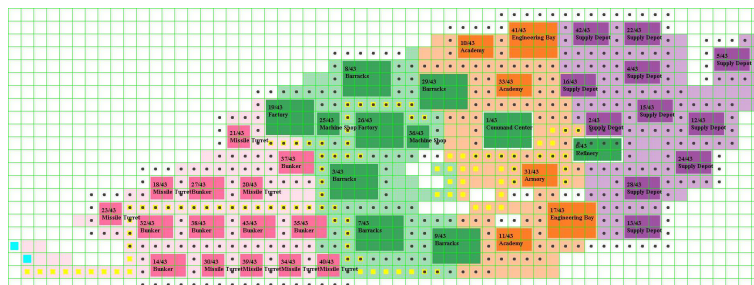
(a) Modo de construcción 1



(b) Modo de construcción 2



(c) Modo de construcción 3



(d) Modo de construcción 4

Figura 4.5: Modos de construcción. Se observa cómo según aumenta la división en áreas de la base disponemos de menos espacio asignado para cada tipo de edificio.

A continuación se muestran las estadísticas relativas a los cuatro modos de construcción vistos en la sección 3. Como se puede observar, los mejores resultados se obtienen con las opciones que dividen el espacio de la base en dos o tres áreas. Por otro lado, no dividir el espacio de construcción o hacerlo en cuatro áreas supone perder antes la partida.

Estadísticas de los diferentes modos de construcción. Únicamente se muestra la media.

	TS	M	G	PC	PM
Modo de construcción 1	31544	10007.12	3579.12	2420.97	10525.48
Modo de construcción 2	<b>40869.95</b>	<b>11218.44</b>	<b>4640.77</b>	2430.05	<b>16625.66</b>
Modo de construcción 3	39864.92	10675.32	4248	<b>2586.93</b>	14610.63
Modo de construcción 4	32722.36	10128.02	3782.4	2313.47	10018.84

**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                    **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

No obstante, debemos comprobar si dichos comportamientos también están asociados a un tipo de mapa en concreto o suceden de forma general. Los siguientes cuadros permiten comparar qué modos de construcción mejoran el tiempo de supervivencia en cada mapa.

Estadísticas de los diferentes modos de construcción en el mapa *Astral Balance*. Únicamente se muestra la media.

	TS	M	G	PC	PM
Modo de construcción 1	28053.63	8582.43	2770.74	2147.5	10617.93
Modo de construcción 2	<b>39692.83</b>	<b>10073.65</b>	<b>4211.65</b>	<b>2258.04</b>	<b>16642.39</b>
Modo de construcción 3	33710.76	8939.24	3418	2220.22	13156.22
Modo de construcción 4	31939.79	9117.5	3447.33	2176.46	10259.38

Estadísticas de los diferentes modos de construcción en el mapa *Switchback*. Únicamente se muestra la media.

	TS	M	G	PC	PM
Modo de construcción 1	34960.11	11401.49	4370.3	2688.62	10435
Modo de construcción 2	42073.22	12388.67	5079.42	2605.89	<b>16608.56</b>
Modo de construcción 3	<b>46305.33</b>	<b>12492.14</b>	<b>5116.6</b>	<b>2970.7</b>	16132.67
Modo de construcción 4	33521.57	11160.04	4124.6	2453.4	9773.19

**TS** Tiempo de supervivencia    **M** Minerales acumulados  
**G** Gas acumulado                    **PC** Puntuación de construcción  
**PM** Puntuación de matanza

En el mapa *Astral Balance* los mejores resultados se observan al dividir el espacio de construcción de dos áreas, mientras que en *Switchback* es mejor dividirlo en tres. No obstante, también se observan buenos resultados al dividir el espacio en dos áreas en éste último. Esto es así principalmente debido a que hay un mayor número de edificios de aumento del límite de suministros, lo cual permite construir un mayor ejército. En otras alternativas como no dividir el espacio de la base el espacio se reparte entre todos los tipos de edificios y no hay nada asignado. Por otro lado, cuando el espacio se divide en demasiadas áreas cada edificio dispone de muy poco espacio para cada tipo.

# 5

## Conclusiones y trabajo futuro

Este trabajo ha presentado el desarrollo de un NPC para *Starcraft: Brood War* dedicado a la construcción de edificios en lugares óptimos. Gracias a ello, se han podido analizar diferentes estrategias en el contexto de ciertos mapas y modos de construcción.

En primer lugar, se ha obtenido un gran conjunto de repeticiones de jugadores no profesionales que ha sido filtrado según las acciones por minuto (APM) de los mismos y clasificado según la estrategia utilizada. Luego, se han obtenido los órdenes de construcción de cada repetición mediante la extracción de datos relevantes usando la herramienta BWHF. Estos órdenes han sido tratados para obtener la frecuencia de construcción de cada edificio en cada momento.

La información referente a las frecuencias de construcción ha sido utilizada por un GA para generar lugares de construcción óptimos siguiendo una estrategia determinada. Las soluciones del GA han sido generadas atendiendo a una serie de restricciones y se han evaluado mediante una función de *fitness* adaptada al problema. Como método de selección se ha utilizado una selección por torneo y elitismo, para mantener la calidad de las soluciones entre generaciones. Por otro lado, el método de combinación utilizado ha sido la combinación uniforme proporcional al *fitness* de la solución. Y como método de mutación se ha optado por crear nuevas acciones de construcción. En cuanto a la tasa de mutación se han propuesto dos alternativas: una tasa de mutación estática, cuyo valor no varía, y una tasa de mutación dinámica, agregando la tasa de mutación como un gen adicional al genotipo de las soluciones. Posteriormente, se han ajustado los diferentes parámetros del GA para obtener las mejores soluciones posibles. En este contexto, se ha observado que se obtienen ligeramente mejores resultados con una tasa de mutación estática configurada tal y como se explica en la sección 3.

Después, se ha desarrollado un NPC encargado de las tareas de construcción, así como de la recogida de recursos y de la creación y gestión de unidades. Este NPC ha utilizado las soluciones del GA para poder evaluarlas contra la inteligencia artificial por defecto del juego. Las pruebas realizadas han sido llevadas a cabo en una selección de mapas y estrategias concretas.

Tras realizar las pruebas, se han llevado a cabo una serie de análisis de las estrategias y modos de construcción en los mapas probados. En primer lugar, se ha realizado un análisis comparativo de diferentes estrategias contra cada raza. Se ha observado que contra la raza Protoss funciona

mejor una estrategia mixta que una de tipo puramente mecánico, mientras que contra la raza Zerg es mejor utilizar un enfoque biológico debido al tipo de unidades que utiliza y contra la raza Terran es conveniente apoyar a los *Buitres* con *Tanques de asedio* antes que con otras unidades como *Espectros*.

Seguidamente, se han particularizado los resultados para los mapas *Astral Balance* y *Switchblack* y se ha observado cómo influyen las diferentes características de los mismos en las estrategias.

Por último, se han comparado los modos de construcción propuestos en la sección 3 en el contexto de los mapas en los cuales se ejecutan las estrategias.

Los análisis realizados llevan a la conclusión de que es posible determinar qué estrategias son más apropiadas antes de que la propia partida comience. Además, el hecho de disponer de un método de construcción robusto que facilite la defensa mejora la situación del NPC en una partida donde hay muchos aspectos que controlar, como el ataque, la expansión, etc.

Como trabajo futuro se propone la implementación de un NPC completo para *Starcraft: Brood War* en donde se apliquen diferentes algoritmos de Inteligencia Artificial para resolver los restantes problemas asociados a los videojuegos RTS. Una vez hecho esto, el NPC desarrollado podrá ser evaluado en la competición AIIDE de Starcraft, así como en la competición continua *Starcraft Brood War Bots Ladder* [79].



## Ranking Starcraft: Brood War

En el cuadro A.1 se muestra una lista<sup>1</sup> de los 50 mejores jugadores profesionales de Starcraft: Brood War ordenados según su puntuación ELO<sup>2</sup>. Según este sistema de puntuación, si un jugador gana una partida ganará puntos ELO, mientras que si pierde perderá puntos ELO. La cantidad de puntos ELO ganados o perdidos irá en función de la diferencia de puntos ELO entre ambos jugadores. En concreto, se sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Diferencia ELO} = ELO_{\text{Oponente}} - ELO_{\text{Jugador}} \quad (\text{A.1})$$

$$ELO_{\text{Nuevo}} = ELO_{\text{Actual}} + K \left( 1 - \frac{1}{10^{\frac{\text{Diferencia ELO}}{400}}} \right) \quad (\text{A.2})$$

donde  $K$  es un coeficiente que puede tomar dos valores: 40, si el jugador ha jugado menos de 20 partidas; y 20, en caso contrario. De esta forma, se evitan grandes cambios en la parte alta del ranking, ya que se reduce la posibilidad de que el ELO de los jugadores con un coeficiente  $K$  bajo cambie drásticamente. Así mismo, los jugadores que acaban de empezar a jugar pueden llegar a la zona del ranking que mejor se adecua a su nivel. Todos los jugadores empiezan con 2000 puntos. De esta forma, la probabilidad de ganar se podría calcular del siguiente modo:

$$\text{Probabilidad de ganar} = \frac{1}{1 + 10^{\frac{\text{Diferencia ELO}}{400}}} \quad (\text{A.3})$$

---

<sup>1</sup>Esta lista ha sido obtenida de <http://www.teamliquid.net/>.

<sup>2</sup>El sistema de puntuación ELO fue inventado por Arpad Elo (1903-1992), profesor de física y maestro de ajedrez. Aunque originalmente se utilizó en el ajedrez, con el tiempo se ha adecuado a otros deportes y juegos.

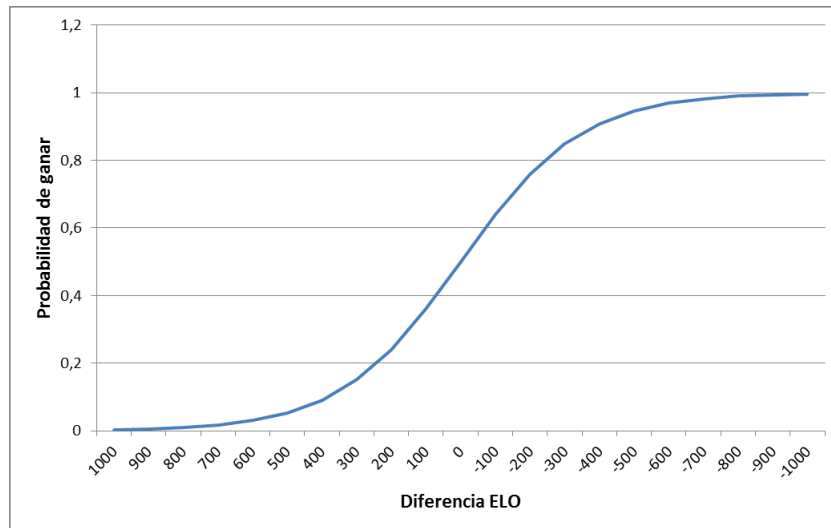


Figura A.1: Probabilidad de ganar según la diferencia de ELO entre jugadores

ID	Raza	Equipo	ELO	ELO maximo
FanTaSy	Terran	Dead Pixels	2323 pts	2362 pts
Bisu	Protoss	(Unknown/Retired)	2308 pts	2375 pts
Flash	Terran	KT Rolster	2288 pts	2443 pts
JangBi	Protoss	(Unknown/Retired)	2239 pts	2305 pts
ZerO	Zerg	(Unknown/Retired)	2213 pts	2267 pts
Soulkey	Zerg	(Teamless or Personal Sponsorship)	2210 pts	2239 pts
Stork	Protoss	Samsung Galaxy KHAN	2194 pts	2321 pts
Shine	Zerg	Samsung Galaxy KHAN	2194 pts	2238 pts
soO	Zerg	SK Telecom T1	2193 pts	2193 pts
EffOrt	Zerg	(Unknown/Retired)	2184 pts	2310 pts
Leta	Terran	CJ Entus	2175 pts	2263 pts
Jaedong	Zerg	Evil Geniuses	2174 pts	2378 pts
Stats	Protoss	KT Rolster	2174 pts	2237 pts
Movie	Protoss	(Unknown/Retired)	2173 pts	2230 pts
Horang2	Protoss	(Unknown/Retired)	2166 pts	2213 pts
TY	Terran	KT Rolster	2162 pts	2232 pts
[z-zone]SoO	Zerg	(Unknown/Retired)	2159 pts	2172 pts
Light	Terran	(Unknown/Retired)	2154 pts	2250 pts
Hwasin	Terran	(Unknown/Retired)	2152 pts	2271 pts
INnoVation	Terran	SK Telecom T1	2150 pts	2205 pts
Crazy	Zerg	(Teamless or Personal Sponsorship)	2148 pts	2173 pts
Snow	Protoss	(Unknown/Retired)	2143 pts	2183 pts
TaewoO	Zerg	(Unknown/Retired)	2142 pts	2174 pts
Calm	Zerg	STX SouL	2136 pts	2287 pts
Action	Zerg	(Teamless or Personal Sponsorship)	2132 pts	2166 pts
Brave	Protoss	(Unknown/Retired)	2131 pts	2155 pts
Sea	Terran	(Unknown/Retired)	2125 pts	2268 pts

La tabla continua en la pagina siguiente



## Continuación de la tabla

ID	Raza	Equipo	ELO	ELO maximo
ilJae	Protoss	(Unknown/Retired)	2124 pts	2141 pts
Jaehoon	Protoss	(Unknown/Retired)	2123 pts	2145 pts
Killer	Zerg	(Unknown/Retired)	2122 pts	2196 pts
Rain	Protoss	mYinsanity	2119 pts	2119 pts
Kwanro	Zerg	(Unknown/Retired)	2117 pts	2251 pts
H.O.T-Forever	Zerg	(Unknown/Retired)	2110 pts	2236 pts
Mind	Terran	(Unknown/Retired)	2105 pts	2199 pts
Reality	Terran	Samsung Galaxy KHAN	2105 pts	2115 pts
Violet	Protoss	KT Rolster	2104 pts	2197 pts
HiyA	Terran	(Unknown/Retired)	2104 pts	2212 pts
RorO	Zerg	(Unknown/Retired)	2100 pts	2213 pts
Ogogo	Zerg	(Unknown/Retired)	2099 pts	2107 pts
Shuttle	Protoss	(Unknown/Retired)	2099 pts	2201 pts
July	Zerg	(Unknown/Retired)	2098 pts	2271 pts
firebathero	Terran	(Unknown/Retired)	2098 pts	2206 pts
hyvaa	Zerg	Most Valuable Player	2098 pts	2145 pts
jjonga	Protoss	(Unknown/Retired)	2098 pts	-
HoGiL	Zerg	(Unknown/Retired)	2097 pts	2125 pts
Hydra	Zerg	ROOT Gaming	2097 pts	2288 pts
Mini	Protoss	(Unknown/Retired)	2096 pts	2130 pts
KIMDONGWOO	Zerg	(Unknown/Retired)	2092 pts	2187 pts
Modesty	Zerg	(Unknown/Retired)	2091 pts	2135 pts
ZergMaN	Zerg	(Unknown/Retired)	2090 pts	2145 pts

Cuadro A.1: Ranking de los 50 mejores jugadores profesionales coreanos.



# B

## Unidades y edificios Terran

En esta sección se presentan las unidades y edificios de los cuales dispone la raza Terran<sup>1</sup>.

### Unidades

A continuación se proporciona una lista de las unidades de la raza Terran. Para cada unidad se muestra una pequeña descripción de la misma, así como sus características y habilidades propias. Después de dicha lista se muestra una tabla con los parámetros de todas las unidades a modo de comparativa.

- **VCE (Vehículo de Construcción Espacial)**. Es el trabajador de la raza Terran, capaz de recoger recursos, construir edificios y reparar las unidades mecánicas y edificios aliados.

**Se entrena en:** *Centro de mando*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre pequeña

**Tipo de ataque:** Daño normal<sup>2</sup>

**Habilidades disponibles:** *Recoger recursos, Devolver recursos, Detener construcción, Reparar, Construir estructura básica*<sup>3</sup> y *Construir estructura avanzada*<sup>4</sup>

- **Soldado**. Es la unidad básica de combate del ejército Terran. Suelen emplearse junto con *Médicos* formando el conocido grupo de *Marines and Medics* (MnM).

**Se entrena en:** *Barracas*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre pequeña

**Tipo de ataque:** Daño normal

**Mejoras disponibles:** *Paquete de estimulación* y *Obuses U-238*

---

<sup>1</sup>La información sobre unidades y edificios ha sido obtenida principalmente de <http://www.teamliquid.net/>.

<sup>2</sup>El ataque normal efectúa un 100 % de daño a todos los tipos de unidades.

<sup>3</sup>Los edificios básicos de la raza Terran son el *Centro de mando*, el *Depósito de suministros*, la *Refinería*, las *Barracas*, la *Bahía de ingeniería*, el *Búnker*, la *Academia* y la *Torreta de misiles*.

<sup>4</sup>Los edificios avanzados de la raza Terran son la *Factoría*, el *Puerto estelar*, el *Arsenal*, y el *Laboratorio de ciencia*.

**Habilidades disponibles:** *Paquete de estimulación*

- **Murciélago de fuego.** Se trata de una unidad de apoyo a la infantería. Dispone de un lanzallamas cuyo ataque consiste en dos chorros de fuego en paralelo que realizan daño por conmoción<sup>5</sup> en forma de dispersión<sup>6</sup> lineal. A su vez, el final de la llama efectúa daño por conmoción en forma de dispersión radial.

**Se entrena en:** *Barracas*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre pequeña

**Tipo de ataque:** Daño por conmoción en forma de dispersión lineal y radial

**Mejoras disponibles:** *Paquete de estimulación*

**Habilidades disponibles:** *Paquete de estimulación*

- **Médico.** Se trata de una unidad de apoyo cuyo objetivo es curar a las unidades biológicas aliadas a cambio de energía.

**Se entrena en:** *Barracas*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre pequeña

**Tipo de ataque:** No puede atacar

**Mejoras disponibles:** *Restablecimiento*

**Habilidades disponibles:** *Curar y Restablecimiento*

- **Fantasma.** Se trata de una unidad especial de infantería que dispone de un rifle de francotirador para atacar y que es capaz de camuflarse haciéndose invisible a los enemigos. Entre sus habilidades más poderosas destaca la posibilidad de lanzar un misil nuclear.

**Se entrena en:** *Barracas*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre pequeña

**Tipo de ataque:** Daño por conmoción

**Mejoras disponibles:** *Camuflaje personal, Bloqueo, Implantes oculares y Reactor Moebius*

**Habilidades disponibles:** *Lanzar misil nuclear, Camuflaje personal y Bloqueo*

- **Buitre.** Unidad mecánica peligrosa y muy rápida capaz de disponer minas en el suelo. Dichas minas buscan al enemigo cuando entran en su radio de acción causando daño explosivo<sup>7</sup> y por dispersión.

**Se entrena en:** *Factoría*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre mediana

**Tipo de ataque:** Daño por conmoción

**Mejoras disponibles:** *Minas araña y Empuje de iones*

**Habilidades disponibles:** *Minas araña*

---

<sup>5</sup>El daño por conmoción efectúa un 100 % de daño a unidades pequeñas, un 50 % a unidades medianas y un 25 % a unidades grandes.

<sup>6</sup>El daño por dispersión es el daño que se efectúa a una unidad que no recibe directamente el ataque. Existen dos tipos: radial, que efectúa daño en forma de círculo y disminuye según se aleja del centro del ataque; lineal, que efectúa daño en forma de línea recta y no disminuye con la distancia.

<sup>7</sup>El daño explosivo efectúa un 100 % de daño a las unidades pequeñas, un 75 % a las unidades medianas y un 50 % a las unidades grandes.

- **Tanque de asedio.** Unidad mecánica lenta y pesada que realiza gran cantidad de daño. Entre otras cosas, se suele emplear para destruir edificios gracias a su potencia. Dispone de dos modos: normal y asedio. En el modo normal el *Tanque de asedio* puede moverse y atacar, no obstante, en el modo asedio solo puede atacar a cambio de un considerable aumento de su poder de destrucción.

**Se entrena en:** *Factoría*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre grande

**Tipo de ataque:** Daño explosivo y por dispersión

**Mejoras disponibles:** *Tecnología modo asedio*

**Habilidades disponibles:** *Modo asedio*

- **Goliat.** Unidad mecánica potente como arma anti-aérea, aunque también puede ser empleada contra unidades terrestres.

**Se entrena en:** *Factoría*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre grande

**Tipo de ataque:** Daño explosivo

**Mejoras disponibles:** *Aceleradores Caronte*

**Habilidades disponibles:** Ninguna

- **Espectro.** Unidad mecánica aérea que puede camuflarse haciéndose invisible a sus enemigos. Realiza potentes ataques contra unidades aéreas, por lo que se puede utilizar como unidad anti-aérea.

**Se entrena en:** *Puerto estelar*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre grande

**Tipo de ataque:** Daño explosivo

**Mejoras disponibles:** *Camuflaje y Reactor Apollo*

**Habilidades disponibles:** *Camuflarse*

- **Nave de evacuación.** Unidad mecánica aérea que permite transportar unidades. Dispone de espacio para transportar hasta ocho unidades pequeñas, cuatro unidades medianas o dos unidades grandes (o una combinación de estas).

**Se entrena en:** *Puerto estelar*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre grande

**Tipo de ataque:** No puede atacar

**Mejoras disponibles:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

- **Nave de la ciencia.** Unidad mecánica aérea capaz de detectar unidades invisibles y de atacar mediante el uso de diferentes habilidades. Se trata de una unidad poderosa que se suele emplear cuando la partida ya está avanzada.

**Se entrena en:** *Puerto estelar*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre grande

**Tipo de ataque:** Mediante habilidades

**Mejoras disponibles:** *Onda de impacto EMP, Irradiar y Reactor Titán*

**Habilidades disponibles:** *Matriz defensiva, Onda de impacto EMP e Irradiar*

- **Crucero de batalla.** Unidad mecánica aérea capaz de realizar un daño masivo gracias a sus habilidades. Es posiblemente la unidad más poderosa del ejército Terran.

**Se entrena en:** *Puerto estelar*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre grande

**Tipo de ataque:** Daño normal

**Mejoras disponibles:** *Arma Yamato y Reactor Colossus*

**Habilidades disponibles:** *Arma Yamato*

- **Valkiria.** Unidad mecánica aérea y anti-aérea, ya que no dispone de ataque de tipo terrestre. Suelen utilizarse apoyadas por otros tipos de unidades que sí puedan realizar ataque de tipo terrestre, ya que por el contrario se vuelven vulnerables.

**Se entrena en:** *Puerto estelar*

**Tipo de unidad:** Unidad terrestre grande

**Tipo de ataque:** Daño explosivo y por dispersión

**Mejoras disponibles:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

Unidad	CM	CG	TC	CP	PV	D	AT	AA	A	C	E	V
<i>VCE</i>	50	0	20	1	60	0	5	-	1	15	-	7
<i>Soldado</i>	50	0	24	1	40	0	6	6	4	15	-	7
<i>Murciélago de fuego</i>	50	25	24	1	50	1	16	-	2	22	-	7
<i>Médico</i>	50	25	30	1	60	1	-	-	-	-	50/200	9
<i>Fantasma</i>	25	75	50	1	45	0	10	10	7	22	50/200	9
<i>Buitre</i>	75	0	30	2	80	0	20	-	5	30	-	8
<i>Tanque de asedio</i> <sup>8</sup>	150	100	50	2	150	1	30/70	-	7/12	37/75	-	10
<i>Goliat</i>	100	50	40	2	125	1	12	20	5	22	-	8
<i>Espectro</i> <sup>9</sup>	150	100	60	2	120	0	8	20	5	30/22	-	7
<i>Nave de evacuación</i>	100	100	50	2	150	1	-	-	-	-	-	8
<i>Nave de la ciencia</i>	100	225	80	2	200	1	-	-	-	-	50/200	10
<i>Crucero de batalla</i>	400	300	133	6	500	3	25	25	6	30	50/200	11
<i>Valkiria</i>	250	125	50	3	200	2	-	6	6	64	-	8
<i>Torreta de misiles</i> <sup>10</sup>	75	0	30	0	200	0	-	20	7	15	-	11

**CM** Coste en recursos minerales

**TC** Tiempo de creación en *frames* por segundo

**PV** Puntos de vida

**AT** Ataque terrestre

**A** Alcance

**E** Energía

**CG** Coste en recursos de gas

**CP** Coste de población

**D** Defensa

**AA** Ataque aéreo

**C** *Cooldown*, tiempo de reutilización

**V** Longitud del campo de visión

<sup>10</sup>El *Tanque de asedio* tendrá ciertos parámetros con diferentes valores para los modos normal y asedio, respectivamente. Dichos parámetros se separan con una barra lateral.

<sup>10</sup>El *Espectro* tendrá ciertos parámetros con diferentes valores para tierra y aire, respectivamente. Dichos parámetros se separan con una barra lateral.

<sup>10</sup>Se agrega la *Torreta de misiles* a la lista de unidades a pesar de no ser una unidad debido a la capacidad de ataque que presenta como edificio defensivo.

## Edificios

A continuación se muestran los edificios de la raza Terran realizando para cada uno una pequeña descripción y comentando diferentes aspectos de los mismos. Al final se muestra una tabla comparativa de sus características.

- **Centro de mando.** Edificio más importante de la raza Terran. Permite producir trabajadores y es el lugar en el que se almacenan los recursos. La habilidad para elevarse y moverse por el aire permite realizar expansiones con facilidad. Aumenta en diez el límite de suministros disponible.

**Tamaño<sup>11</sup>:** 4x3

**Se puede elevar en el aire:** Sí

**Unidades entrenadas:** *VCE*

**Anexiones posibles:** *Estación ComSat* o *Silo nuclear*

**Edificios requeridos:** Ninguno

**Edificios desbloqueados:** *Barracas* y *Bahía de ingeniería*

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Estación ComSat.** Anexión del *Centro de mando* que permite realizar escaneos de áreas del mapa. Dispone de 50 puntos de energía inicialmente, que se recargan hasta obtener un máximo de 200 puntos. Cada vez que se realiza un escaneo se gastan 50 puntos de energía.

**Tamaño:** 2x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Centro de mando* y *Academia*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** *Barrido de escáner*

**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Silo nuclear.** Anexión del *Centro de mando* que permite lanzar un misil nuclear sobre el objetivo indicado por un *Fantasma*. Para ello es necesario disponer primero de un misil que lanzar. Dicho misil cuesta un total de 200 minerales y 200 de gas. Una vez que está armado es necesario que un *Fantasma* indique el lugar donde se desea lanzar el misil. Al lanzar un misil todos los jugadores de la partida reciben un aviso de que se ha detectado un lanzamiento de misil, unos segundos después impacta produciendo un daño igual al máximo entre 2/3 de los puntos de vida máximos de la unidad o 500 puntos de vida, todo ello para cada unidad y edificio afectado.

**Tamaño:** 2x2

**Se puede elevar en el aire:** No

---

<sup>11</sup>El tamaño de los edificios viene determinado por el número de casillas de construcción que ocupa. El formato es ancho por alto.

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Centro de mando, Laboratorio de ciencia y Centro de operaciones secretas*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** *Lanzar misil nuclear*

**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Depósito de suministros.** Edificio que aumenta el límite de suministros en ocho, permitiendo entrenar más unidades.

**Tamaño:** 3x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** Ninguno

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Refinería.** Edificio que habilita la extracción de gas vespeno de los géisers.

**Tamaño:** 4x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** Ninguno

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Barracas.** Edificio capaz de entrenar las unidades de infantería de la raza Terran.

**Tamaño:** 4x3

**Se puede elevar en el aire:** Sí

**Unidades entrenadas:** *Soldado, Murciélago de fuego, Médico y Fantasma*

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Centro de mando*

**Edificios desbloqueados:** *Factoría, Búnker y Academia*

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** Ninguna



- **Bahía de ingeniería.** Edificio que habilita la investigación de mejoras para la infantería.

**Tamaño:** 4x3

**Se puede elevar en el aire:** Sí

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Centro de mando*

**Edificios desbloqueados:** *Torreta de misiles*

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** *Armas de la infantería* y *Blindaje de la infantería*

- **Búnker.** Edificio defensivo que permite alojar hasta cuatro unidades de infantería. Las unidades que estén dentro y dispongan de ataque a distancia podrán atacar. Además, mientras estén dentro, las unidades como *Soldados* sufren una mejora en el alcance de su ataque de un punto.

**Tamaño:** 3x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Barracas*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Academia.** Edificio capaz de investigar diferentes mejoras que afectan a las unidades de infantería.

**Tamaño:** 3x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Barracas*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** *Murciélago de fuego*, *Médico* y *Fantasma*

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** *Paquete de estimulación*, *Obuses U-238*, *Restablecimiento*, *Bengala óptica* y *Reactor caduceo*

- **Torreta de misiles.** Edificio defensivo capaz de lanzar misiles anti-aéreos que destruyen rápidamente cualquier objetivo enemigo.

**Tamaño:** 2x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna  
**Edificios requeridos:** *Bahía de ingeniería*  
**Edificios desbloqueados:** Ninguno  
**Unidades desbloqueadas:** Ninguna  
**Habilidades disponibles:** Ninguna  
**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Factoría.** Edificio capaz de entrenar las unidades mecánicas terrestres de la raza Terran.

**Tamaño:** 4x3  
**Se puede elevar en el aire:** Sí  
**Unidades entrenadas:** *Buitre, Goliat y Tanque de asedio*  
**Anexiones posibles:** *Taller de maquinaria*  
**Edificios requeridos:** *Centro de mando y Barracas*  
**Edificios desbloqueados:** *Puerto estelar y Arsenal*  
**Unidades desbloqueadas:** Ninguna  
**Habilidades disponibles:** Ninguna  
**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Taller de maquinaria.** Anexión de la *Factoría* que habilita la construcción de *Tanques de asedio* y ciertas mejoras relacionadas con las unidades mecánicas terrestres.

**Tamaño:** 2x2  
**Se puede elevar en el aire:** No  
**Unidades entrenadas:** Ninguna  
**Anexiones posibles:** Ninguna  
**Edificios requeridos:** *Centro de mando y Factoría*  
**Edificios desbloqueados:** Ninguno  
**Unidades desbloqueadas:** *Tanque de asedio*  
**Habilidades disponibles:** Ninguna  
**Mejoras disponibles:** *Tecnología modo asedio, Minas araña, Empuje de iones y Aceleradores Caronte*

- **Puerto estelar.** Edificio capaz de entrenar las unidades mecánicas aéreas de la raza Terran.

**Tamaño:** 4x3  
**Se puede elevar en el aire:** Sí  
**Unidades entrenadas:** *Espectro, Nave de evacuación, Valkiria, Nave de la ciencia y Crucero de batalla*  
**Anexiones posibles:** *Torre de control*  
**Edificios requeridos:** *Centro de mando y Factoría*  
**Edificios desbloqueados:** Ninguno  
**Unidades desbloqueadas:** Ninguna  
**Habilidades disponibles:** Ninguna  
**Mejoras disponibles:** Ninguna

- **Torre de control.** Anexión del *Puerto estelar* que habilita la construcción de la *Nave de evacuación* y la investigación de ciertas mejoras para las unidades mecánicas aéreas.

**Tamaño:** 2x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Puerto estelar*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** *Nave de evacuación*

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** *Camuflaje* y *Reactor Apollo*

- **Arsenal.** Edificio que habilita la investigación de mejoras para unidades mecánicas.

**Tamaño:** 3x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Factoría*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** Ninguna

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** *Armas de los vehículos*, *Acorazamiento de los vehículos*, *Armas de las naves* y *Chapado de las naves*

- **Laboratorio de ciencia.** Edificio que habilita la construcción de *Naves de la ciencia*, así como la investigación de sus mejoras.

**Tamaño:** 4x3

**Se puede elevar en el aire:** Sí

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** *Laboratorio de física* o *Centro de operaciones secretas*

**Edificios requeridos:** *Factoría* y *Puerto estelar*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** *Nave de la ciencia*

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** *Onda de impacto EMP*, *Irradiar* y *Reactor Titán*

- **Laboratorio de física.** Anexión del *Laboratorio de ciencia* que habilita la construcción de *Cruceros de batalla* y la investigación de sus mejoras relacionadas.

**Tamaño:** 2x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Centro de mando y Laboratorio de ciencia*

**Edificios desbloqueados:** Ninguno

**Unidades desbloqueadas:** *Crucero de batalla*

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** *Arma Yamato y Reactor Colossus*

- ***Centro de operaciones secretas.*** Anexión del *Laboratorio de ciencia* que habilita la construcción del *Silo nuclear*, así como el entrenamiento de *Fantasmas* y la investigación de sus mejoras relacionadas.

**Tamaño:** 2x2

**Se puede elevar en el aire:** No

**Unidades entrenadas:** Ninguna

**Anexiones posibles:** Ninguna

**Edificios requeridos:** *Centro de mando y Laboratorio de ciencia*

**Edificios desbloqueados:** *Silo nuclear*

**Unidades desbloqueadas:** *Fantasma*

**Habilidades disponibles:** Ninguna

**Mejoras disponibles:** *Camuflaje personal, Implantes oculares, Reactor Moebius y Bloqueo*

Edificio	CM	CG	TC	PV	D
<i>Centro de mando</i>	400	0	120	1500	1
<i>Estación ComSat</i>	50	50	40	500	1
<i>Estación ComSat</i>	100	100	80	600	1
<i>Depósito de suministros</i>	100	0	40	500	1
<i>Refinería</i>	100	0	40	750	1
<i>Barracas</i>	150	0	80	1000	1
<i>Bahía de ingeniería</i>	125	0	60	850	1
<i>Búnker</i>	100	0	30	350	1
<i>Academia</i>	150	0	80	600	1
<i>Torreta de misiles</i>	75	0	30	200	0
<i>Factoría</i>	200	100	80	1250	1
<i>Taller de maquinaria</i>	50	50	40	750	1
<i>Puerto estelar</i>	150	100	70	1300	1
<i>Torre de control</i>	50	50	40	500	1
<i>Arsenal</i>	100	50	80	750	1
<i>Laboratorio de ciencia</i>	100	150	60	850	1
<i>Laboratorio de física</i>	50	50	40	600	1
<i>Centro de operaciones secretas</i>	50	50	40	750	1

**CM** Coste en recursos minerales

**CG** Coste en recursos de gas

**TC** Tiempo de construcción en *frames* por segundo

**PV** Puntos de vida

**D** Defensa

## Mejoras y habilidades

En la siguiente lista se describen cada una de las habilidades y mejoras pertenecientes a los edificios y unidades de la raza Terran.

- Recoger recursos.** Recoge los recursos del campo mineral o géiser de gas seleccionado.
- Devolver recursos.** Devuelve los recursos que haya recogido la unidad al *Centro de mando* más cercano.
- Detener construcción.** Detiene la construcción de un edificio.
- Reparar.** Repara una unidad mecánica o edificio.
- Construir estructura básica.** Construye un edificio básico.
- Construir estructura avanzada.** Construye un edificio avanzado.
- Paquete de estimulación.** Reduce el tiempo de reutilización del ataque a la mitad a cambio de 10 puntos de vida cada vez que se ataca, doblando la tasa de ataque de la unidad. Además, mejora la velocidad de movimiento.
- Curar.** Cura una unidad biológica aliada que se encuentre próxima. Gasta 1 punto de energía para curar 2 puntos de vida.
- Restablecimiento.** Elimina los estados alterados que pueda tener la unidad, como los provenientes de las habilidades *Bloqueo*, *Bengala óptica*, *Irradiar*, *Plaga*, *Atrapar*, *Parásito* y *Vórtice*.
- Bengala óptica.* Reduce el campo de visión de la unidad a uno y la inhabilita para poder detectar unidades invisibles, en caso de que pudiese.
- Reactor caduceo.* Aumenta la energía del *Médico* a 62 al crearse y a 250 en total.
- Lanzar misil nuclear.** Lanza un misil nuclear en el objetivo. Requiere disponer de un *Silo nuclear* equipado con un misil nuclear.
- Camuflaje personal.** Hace invisible a la unidad para todas las unidades excepto las que puedan detectar unidades camufladas.
- Bloqueo.** Hace que la unidad que lo reciba no pueda moverse ni recibir órdenes durante 60 segundos, por lo que queda expuesta a posibles ataques enemigos.
- Implantes oculares.** Los implantes oculares aumentan la visión del *Fantasma* en 2 puntos, proporcionando la posibilidad de lanzar un ataque nuclear desde una distancia más segura.
- Reactor Moebius.** Aumenta la energía del *Fantasma* a 62 al crearse y 250 en total.
- Minas araña.** Dispone minas en el suelo capaces de perseguir a los enemigos una vez entran en su radio de acción.
- Empuje de iones.** Aumenta la velocidad del *Buitre*.
- Tecnología modo asedio.** Transforma el tanque normal en modo asedio, lo cual aumenta su potencia de fuego y alcance, a costa de perder totalmente la movilidad y ralentizar su cadencia de disparo.

**Aceleradores Caronte.** Aumenta el alcance de los ataques aéreos del *Goliat* en 3 puntos.

**Camuflaje.** Camufla al *Espectro*, haciéndolo invisible a las unidades enemigas, excepto a aquellas que puedan detectar unidades invisibles.

**Reactor Apollo.** Aumenta la energía del *Espectro* a 62 al crearse y a 250 en total.

**Matriz defensiva.** Crea una barrera defensiva alrededor de la unidad que recibe la habilidad, aumentando durante 55 segundos sus puntos de vida en 250.

**Onda de impacto EMP.** Elimina la energía y el escudo de todas las unidades y edificios dentro de su área de efecto.

**Irradiar.** Realiza un daño de 250 durante 25 segundos a la unidad biológica que lo reciba y al resto de unidades biológicas que estén cerca de la misma.

**Reactor Titán.** Aumenta la energía de la *Nave de la ciencia* a 62 al crearse y a 250 en total.

**Arma Yamato.** Dispara un potente rayo de energía al objetivo causando 260 puntos de daño explosivo.

**Reactor Colossus.** Aumenta la energía del *Crucero de batalla* a 62 al crearse y a 250 en total.

**Barrido de escáner.** Revela durante 10 segundos todas las unidades y edificios del área afectada por el escáner. Si una unidad invisible sale del área de escaneo permanece visible mientras dure el mismo.

**Armas de la infantería.** Mejora el ataque de los *Soldados* y *Fantasmas* en un punto por cada nivel y de los *Murciélagos de fuego* en dos puntos por cada nivel. Dispone de tres niveles de mejora.

**Blindaje de la infantería.** Mejora la defensa de los *VCEs*, *Soldados*, *Murciélagos de fuego*, *Médicos* y *Fantasmas* en un punto por cada nivel. Dispone de tres niveles de mejora.

**Obuses U-238.** Mejora el alcance de los *Soldados* en un punto.

**Armas de los vehículos.** Mejora por cada nivel: en un punto el ataque terrestre y en tres puntos el ataque aéreo de los *Goliats*; en dos puntos el ataque terrestre de los *Buitres*; y en tres puntos el ataque en modo normal y en cinco puntos el ataque en modo asedio de los *Tanques de asedio*. Dispone de tres niveles de mejora.

**Acorazamiento de los vehículos.** Mejora en un punto la defensa de las unidades mecánicas terrestres (*Tanques de asedio*, *Goliats* y *Buitres*) por cada nivel. Dispone de tres niveles de mejora.

**Armas de las naves.** Mejora por cada nivel: en un punto el ataque terrestre y en dos puntos el ataque aéreo de los *Espectros*; en un punto el ataque de las *Valkirias*; y en tres puntos el ataque de los *Cruceros de batalla*. Dispone de tres niveles de mejora.

**Chapado de las naves.** Mejora en un punto la defensa de las unidades mecánicas aéreas (*Espectros*, *Naves de evacuación*, *Valkirias*, *Naves de la ciencia* y *Cruceros de batalla*) por cada nivel. Dispone de tres niveles de mejora.



## Estrategias Terran vs Protoss

En esta sección se muestran algunas de las estrategias más conocidas cuando se enfrenta un jugador de raza Terran a un jugador de raza Protoss<sup>1</sup>. Para cada estrategia se muestra un pequeño resumen de la misma, así como un cuadro que hace referencia al orden de construcción que se ha de seguir.

**NOTA:** El orden de construcción de cada estrategia viene determinado por un conjunto de líneas, posiblemente separados en dos columnas. Se debe leer de arriba a abajo y luego de izquierda a derecha por columnas. En cada línea se muestran dos cifras separadas por una barra lateral y luego el nombre del edificio. Las cifras indican la cantidad de suministros que debemos tener antes de construir el edificio y el total de suministros disponibles que deberíamos tener en dicho instante, respectivamente. Cabe mencionar que algunos órdenes de construcción no incluyen el momento concreto en el que el edificio debe ser construido, ya que muchas veces depende de otros factores en la partida o se deja a elección del jugador, por lo que terminan siendo meramente orientativos.

### Estrategias *Two Factory*

Las aperturas *Two Factory* permiten al jugador entrenar *Tanques de asedio* y *Buitres* principalmente mediante la creación de dos *Factorías*. Tienen como objetivo penalizar a un jugador Protoss avaricioso. Tal jugador tratará de adueñarse de una o más expansiones muy rápido sacrificando la creación de un gran ejército al inicio de la partida con el objetivo de disponer de gran cantidad de recursos a mitad de partida o de crear unidades avanzadas y más poderosas lo más pronto posible. En tal escenario, este jugador será vulnerable a ataques, ya que dispondrá de pocas unidades con las que defenderse.

---

<sup>1</sup>La información se ha extraído de <http://wiki.teamliquid.net/>, una página web que almacena gran cantidad de información sobre diversos juegos, incluyendo Starcraft: Brood War.

## Two Factory Vultures

También conocida como *Two Factory Vultures/Mines* ya que usa las minas de los *Buitres* con varios objetivos: en primer lugar, evitar que los exploradores Protoss (posiblemente invisibles dependiendo de la unidad) consigan detectar que el jugador Terran está recolectando gas, lo que implicaría que va a crear unidades propias de la *Factoría*; en segundo lugar, para retrasar cualquier posible contraataque que el jugador Protoss quiera realizar. Este tipo de estrategia suele ser efectiva contra jugadores Protoss que comienzan la partida con una estrategia que apuesta por mejorar la tecnología, como *Dark Templar Rush*<sup>2</sup> o una *One Gate Expansion*<sup>3</sup> avariciosa. No obstante, es difícil que únicamente los *Buitres* puedan acabar completamente con el jugador Protoss, por lo que, en ese caso, el jugador Terran deberá tratar de expandirse mientras mantiene a raya al rival con los *Buitres*. Tecnologías a investigar: *Empuje de iones* y *Minas araña*.

### Apertura *Two Factory Vultures*

09/10 - Depósito de suministros	18/26 - Factoría
11/18 - Barracas	22/26 - Depósito de suministros
11/18 - Refinería	??/34 - Taller de maquinaria
16/18 - Factoría	??/34 - Taller de maquinaria
16/18 - Depósito de suministros	28/34 - Depósito de suministros

## Gundam Rush

Se trata de una variación de la estrategia *Two Factory Vultures*. En este caso se apuesta por el uso de *Tanques de asedio* junto con *Buitres* para ejercer presión sobre el rival. No se trata de atacar la base o expansión del rival, sino de situar las unidades de ataque a la salida de la base enemiga con el fin de hacer daño desde la distancia con los *Tanques de asedio*. Si el ataque no surte efecto inicialmente el jugador Terran podrá tratar de expandirse, mientras usa los *Buitres* para obtener el control del mapa y mantener a raya al jugador Protoss. Esta estrategia fue ideada y popularizada por el jugador profesional *V-Gundam*. Tecnologías a investigar: *Minas araña* y *Tecnología modo asedio*.

### Apertura *Gundam Rush*

09/10 - Depósito de suministros	??/26 - Factoría
11/18 - Barracas	22/26 - Factoría
13/18 - Refinería	??/26 - Taller de maquinaria
17/18 - Depósito de suministros	??/26 - Depósito de suministros

## JoyO Rush

Muy similar a la estrategia *Gundam Rush*, pero con una apuesta mucho más fuerte por el ataque. El objetivo es presionar al jugador Protoss con el uso de tres *Tanques de asedio*, cinco *Soldados* y *Buitres* que nada más ser creados son dirigidos al ataque junto con el resto de las

<sup>2</sup>La estrategia *Dark Templar Rush* hace uso de unidades tecnológicamente avanzadas que usan camuflaje, por lo que puede coger desprevenido a un jugador que no pueda hacer frente a unidades invisibles. No obstante, para conseguir dichas unidades es necesario invertir recursos y tiempo, momento que debe aprovechar el jugador Terran para atacar.

<sup>3</sup>La estrategia *One Gate Expansion* consiste en expandirse rápidamente al inicio de la partida, lo que supone que el jugador Protoss dispondrá de pocas unidades para defenderse. El jugador Terran debe aprovecharse de esta situación y atacar antes de que la expansión le aporte beneficios económicos considerables.



unidades situando minas que dificulten la defensa. Si el jugador Protoss tiene una expansión deberá ser eliminada en primer lugar. Si todo sale bien el rival deberá comenzar a crear más unidades para poder defender su base, lo que dará tiempo al jugador Terran para expandirse y estar por delante económicamente. La estrategia fue ideada y popularizada por el jugador profesional *JoyO*. Tecnologías a investigar: *Empuje de iones* y *Minas araña*.

#### Apertura *JoyO Rush*

09/10 - Depósito de suministros	23/26 - Depósito de suministros
10/18 - Barracas	??/34 - Factoría
12/18 - Refinería	??/34 - Taller de maquinaria
15/18 - Depósito de suministros	??/34 - Taller de maquinaria
18/26 - Factoría	

#### ***NaDa Two Factories***

Similar al resto de estrategias *Two Factory* con la diferencia de que se crea un mayor número de *Tanques de asedio*. El objetivo es atacar directamente la base enemiga usando los *Soldados* y *Buitres* como escudo de los *Tanques de asedio*, mientras estos realizan la mayor parte del daño. En caso de que el ataque no funcione correctamente puede pasar a ser una contención del enemigo a la salida de su base. En general, se debe tratar de mantener los *Tanques de asedio* vivos, con el objetivo de seguir efectuando daño considerable. Por otro lado, mientras el ataque se lleva a cabo el jugador Terran debe tratar de expandirse para que, pase lo que pase, supere económicamente al jugador Protoss. La estrategia fue ideada y popularizada por el jugador profesional *NaDa*. Tecnologías a investigar: dependiendo del estilo *Empuje de iones* y/o *Minas araña* y *Tecnología modo asedio* cuando comienza el ataque.

#### Apertura *NaDa Two Factories*

08/10 - Depósito de suministros	16/18 - Depósito de suministros
10/18 - Barracas	18/26 - Factoría
11/18 - Refinería	??/26 - Taller de maquinaria
16/18 - Factoría	22/26 - Depósito de suministros

#### ***Fake Fake Double***

Este tipo de estrategia simula ser una apertura *Fake Double* pero en realidad es de tipo *Two Factory*. Para ello es necesario que cuando se cree el primer *Buitre* sea enviado a poner minas a la salida de la expansión natural con el fin de engañar al jugador Protoss para que crea que es una estrategia *Fake Double*. Luego, una vez el jugador Terran disponga de tres *Tanques de asedio* y tres o más *Buitres*, comienza la presión sobre el jugador Protoss. El objetivo es destruir la expansión natural del rival, ya que de esta forma podrá disponer de una ventaja considerable. Si lo consigue deberá retroceder y expandirse, con el fin de ser superior económicamente. No obstante, en este punto deberá tener cuidado con estrategias como *Dark Templars Drop*<sup>4</sup> o *Four Gateway Dragoons*<sup>5</sup>. Tecnologías a investigar: *Minas araña*, *Empuje de iones* y *Tecnología modo asedio*.

---

<sup>4</sup>La estrategia *Dark Templars Drop* consiste en la creación de *Templarios tétricos* (unidades con camuflaje) que son posteriormente introducidas en la base enemiga mediante *Transportes*. Si el jugador Terran no dispone de unidades o edificios capaces de detectar unidades invisibles estará en un grave aprieto.

<sup>5</sup>La estrategia *Four Gateway Dragoons* es muy agresiva, ya que su objetivo es crear un gran ejército de *Dragones* en poco tiempo. No obstante, es arriesgada, ya que si el ataque falla es difícil poder rearmar un ejército con el que defenderse.

### Apertura *Fake Fake Double*

09/10 - Depósito de suministros	??/26 - Taller de maquinaria
11/18 - Barracas	20/26 - Factoría
11/18 - Refinería	23/26 - Depósito de suministros
15/18 - Factoría	??/34 - Taller de maquinaria
16/18 - Depósito de suministros	

## Estrategias *Bionic Play*

Estas estrategias usan *Soldados*, *Médicos* y *Murciélagos de fuego* principalmente. No obstante, son muy arriesgadas, ya que pueden ser fuertemente contraatacadas y llevar a una derrota inmediata.

### *Barracks Barracks Supply*

Apertura que consiste en construir dos *Barracas* antes del primer *Depósito de suministros*. De esta forma, se consigue disponer de un gran ejército compuesto principalmente por *Soldados* y *VCEs* en poco tiempo. El objetivo de esta estrategia es acabar la partida con el primer ataque. Los *Soldados* infligen el mayor daño posible mientras los *VCEs* son utilizados como escudo para los primeros. Si el jugador Protoss comenzó con una estrategia de expansión tendrá pocas unidades con las que defenderse por lo que el jugador Terran habrá ganado la partida. Por otro lado, si el ataque falla pueden darse dos escenarios: aquel en el que el jugador Protoss aprovecha para realizar un contraataque (si comenzó con una estrategia que se lo permite); aquel en el que ambos jugadores se encuentran en una situación delicada y crecen de forma económicamente lenta, en cuyo caso la batalla continuará con otro tipo de estrategias a media partida.

#### Apertura *Barracks Barracks Supply*

08/10 - Barracas
08/10 - Barracas
09/10 - Depósito de suministros
14/18 - Depósito de suministros

### *Deep Six*

Transición que se puede dar a mitad de partida. Es viable, aunque muy difícil de ejecutar, si se ha abierto con una estrategia como *One Barracks Fast Expand* o *Siege Expand*. Además, se considera una estrategia muy arriesgada, ya que en caso de fallar lo más probable es que suponga la derrota. Consiste en el cambio de unidades entrenadas en *Factorías* a unidades entrenadas en *Barracas*. En concreto, se lleva a cabo la construcción de seis *Barracas*, capaces de crear un ejército lo suficientemente grande como para castigar a un jugador Protoss avaricioso. Dicho ejército estará compuesto por *Soldados* y *Médicos*. Cabe mencionar que en todo momento se debe tratar de ocultar la *Bahía de ingeniería* y la *Academia* de la vista del jugador Protoss, ya que implicaría que se están obteniendo mejoras para unidades biológicas (como *Soldados*, *Médicos*, etc.), de ahí que sea necesario construir un anillo de *Torreta de misiles*, con el fin de mantener controlada la zona de posibles exploradores invisibles. Tecnologías a investigar: *Tecnología modo asedio*, *Paquete de estimulación*, *Obuses U-238* y *Blindaje de la infantería*.

Apertura *One Barracks Fast Expand*

09/10 - Depósito de suministros  
11/18 - Barracas  
15/18 - Centro de mando  
16/28 - Depósito de suministros  
16/36 - Refinería  
21/36 - Factoría  
??/36 - Taller de maquinaria  
21/36 - Búnker en Expansión Natural

Apertura *Siege Expand*

09/10 - Depósito de suministros  
12/18 - Barracas  
12/18 - Refinería  
15/18 - Depósito de suministros  
16/26 - Factoría  
??/26 - Taller de maquinaria  
21/26 - Centro de mando  
24/36 - Depósito de suministros

Transición *Deep Six*

??/?? - Refinería en Expansión Natural  
??/?? - Factoría  
??/?? - Taller de maquinaria  
??/?? - Bahía de ingeniería  
??/?? - Academia  
??/?? - Anillo de Torretas de misiles  
??/?? - 5 x Barracas

## ***Shallow Two***

Apertura similar a *Deep Six*, con la diferencia de que utiliza únicamente dos *Barracas*, por lo que el ataque se puede realizar mucho más pronto. Idealmente el objetivo es destruir la base enemiga completamente. No obstante, como mínimo se debe eliminar la expansión del jugador Protoss mientras se construye la propia. De esta forma se dispondrá de una ventaja económica considerable. A partir de este punto se puede pasar a construir entre cuatro y seis *Factorías* y atacar, ya que el rival no dispondrá de recursos suficientes para resistir el ataque. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación*.

Apertura *Shallow Two*

09/10 - Depósito de suministros	23/26 - Refinería
11/18 - Barracas	26/26 - Academia
13/18 - Barracas	??/26 - Estación ComSat
15/18 - Depósito de suministros	??/26 - Centro de mando en Expansión Natural
17/26 - Búnker	

## **Estrategias de expansión rápida**

Estas estrategias tienen como objetivo expandirse rápidamente a otras bases con el objetivo de disponer de más recursos y, por lo tanto, mejorar la economía del jugador.

### ***One Factory Double Expand***

Se trata de una apertura que se extiende hasta mitad de la partida en la cual se aprovechan las desventajas de los jugadores Protoss que comienzan con una estrategia de expansión rápida, como es la incapacidad inicial para atacar de forma efectiva, y se obtiene un gran beneficio gracias a la doble expansión. La estrategia comienza como si fuese una estrategia *Siege Expand* típica, no obstante, en lugar de *Tanques de asedio* se entrenan *Buitres*, que junto con los *Soldados* permitirán mantener a raya al jugador Protoss en caso de que trate de atacar. Una vez ha sido construido el segundo *Centro de mando* es esencial entrenar *Tanques de asedio*, con el objetivo de poder repeler cualquier posible ataque Protoss. Por último, cuando se vaya a construir el tercer *Centro de mando* lo esencial será usar una expansión que no esté en el camino entre las bases Terran y Protoss. Esta estrategia fue ideada por el jugador profesional *BoxeR* y popularizada por el jugador profesional *Light*. Tecnologías a investigar: *Minas araña* y *Tecnología modo asedio*.

#### *Apertura One Factory Double Expand*

09/10 - Depósito de suministros	??/26 - Taller de maquinaria
12/18 - Barracas	21/26 - Centro de mando
12/18 - Refinería	24/36 - Depósito de suministros
15/18 - Depósito de suministros	36/44 - Centro de mando
16/26 - Factoría	38/44 - Factoría

### ***One Barracks Fast Expand***

El objetivo de esta apertura es obtener una ventaja económica frente al rival si comienza con una estrategia de expansión muy rápida. Hay que tener en cuenta que si el jugador Protoss comienza una táctica agresiva, el jugador Terran deberá construir un *Búnker* en la expansión natural lo antes posible y entrenar al menos dos *Soldados* que le puedan servir para defenderse. La colocación del *Búnker* es importante de cara a rechazar posibles futuros ataques y se deberá reparar siempre de forma instantánea en caso de que sufra daños. Por otro lado, si no se dispone de información suficiente sobre el tipo de estrategia que está siguiendo el jugador Protoss es preferible llevar a cabo una estrategia más conservadora y segura, aunque esto implique que se retrasen posibles futuras estrategias de mitad de partida. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Flash*. Tecnologías a investigar: *Tecnología modo asedio*.

#### *Apertura One Barracks Fast Expand*

09/10 - Depósito de suministros
11/18 - Barracas

#### *Apertura rápida*

15/18 - Centro de mando
16/28 - Depósito de suministros
16/36 - Refinería
21/36 - Factoría
21/36 - Búnker en Expansión Natural

#### *Apertura conservadora*

16/18 - Depósito de suministros
17/26 - Centro de mando
18/36 - Refinería
21/36 - Factoría
21/36 - Búnker en Expansión Natural

## Transición estándar

25/36 - Factoría  
 28/36 - Depósito de suministros  
 30/44 - Refinería en Expansión Natural  
 37/44 - Depósito de suministros  
 44/52 - Bahía de ingeniería

## Transición segura

25/36 - Bahía de ingeniería  
 ??/36 - Anillo de Torretas de misiles

**14 Command Center**

Apertura que consiste en crear un *Centro de mando* cuando tenemos un número de suministros igual a 14, lo cual equivale a un momento muy temprano en la partida. Dado que invertimos gran parte de los beneficios iniciales en crear un *Centro de mando*, no los usamos para entrenar unidades para defendernos, por lo que se trata de una estrategia muy arriesgada. Si el oponente abre con una estrategia de expansión rápida destinará recursos a dicha expansión y no a crear unidades para atacar, por lo que se puede omitir la creación de *Soldados* y pasar directamente a unidades propias de la *Factoría*. Por otro lado, si comienza con una estrategia agresiva de tipo *Two Gateway*<sup>6</sup> será necesario construir un *Búnker* y entrenar al menos un *Tanque de asedio* para defender la base lo antes posible. Por último, si comienza con una estrategia que apuesta por la tecnología (por lo que es probable que use unidades con camuflaje) el jugador Terran deberá construir una *Bahía de ingeniería* rápidamente, ya que habilita la construcción de *Torretas de misiles*. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Flash*.

## Apertura 14 Command Center

09/10 - Depósito de suministros  
 14/18 - Centro de mando  
 ??/28 - Barracas  
 ??/28 - Depósito de suministros  
 ??/36 - Refinería

**Fake Double**

Esta apertura se utiliza para hacer creer al jugador Protoss que se trata de una estrategia *Two Factory*. Permite al jugador Terran expandirse y tomar ventaja ante un rival que utilice una estrategia de expansión o de mejora tecnológica al inicio de la partida. Entre sus objetivos destacan mantener el control del mapa con las minas de los *Buitres*, impedir posibles ataques de unidades tecnológicamente avanzadas y expandirse. Para poder cumplir los objetivos que esta estrategia propone es necesario un grupo de unidades medido y balanceado. Se propone la utilización de entre cuatro y ocho *Soldados*, un *Tanque de asedio* y al menos dos *Buitres*. Algunos de los puntos clave durante la partida son asegurar el camino entre las bases Protoss y Terran con minas, construir el *Centro de mando* en la expansión natural mientras se realiza el ataque a la base enemiga y evitar que los exploradores Protoss puedan ver el modo en el que se recoge el gas<sup>7</sup>. La estrategia fue ideada y popularizada por el jugador profesional *Midas*.

<sup>6</sup>Las estrategias tipo *Two Gateway* tienen como objetivo preparar un ataque temprano proveniente de dos *Accesos*. El ataque en sí es agresivo, no obstante, dependiendo del tipo de unidades que se entrenen y la estrategia del rival podrá ser más o menos efectivo. Una estrategia típica suele ser *Two Gateway Dragoons*, la cual crea cierto número de *Dragones* en poco tiempo con el fin de presionar al rival al inicio de la partida.

<sup>7</sup>La estrategia *Fake Double* hace uso de cortes en la recogida de gas justo cuando se comienza a preparar el ataque. El objetivo es que una vez que se dispone del gas necesario para poder crear las unidades que queremos, podemos dejar de obtener gas y destinar los *VCEs* involucrados a recoger minerales. De esta forma, el jugador tendrá más minerales para la creación de unidades que no requieran gas, como los *Soldados*. El problema viene

Tecnologías a investigar: *Minas araña*.

Apertura *Fake Double*

Apertura original	Apertura <i>Hwasin</i>
09/10 - Depósito de suministros	10/10 - Depósito de suministros
11/18 - Barracas	10/10 - Barracas
11/18 - Refinería	10/10 - Refinería

Continuación

16/18 - Factoría  
16/18 - Depósito de suministros  
??/26 - Depósito de suministros  
??/34 - Taller de maquinaria  
??/34 - Centro de mando en Expansión Natural

Existen variaciones al *Fake Double* original de carácter más agresivo y que apuestan por un mayor número de unidades creadas. Estas variaciones se conocen como *Strong Fake Double* y variación de *Flash*. La primera anticipa la construcción de algunos edificios con el fin de poder disponer antes de las unidades de ataque, creando además un mayor número de éstas: ocho *Soldados*, dos *Buitres* y dos *Tanques de asedio*. Por otro lado, la variación de *Flash* agregará una última *Factoría* y entrenará unidades de ataque hasta tener un total de ocho *Soldados*, dos *Buitres* y tres *Tanques de asedio* con la *Tecnología modo asedio* investigada. En ambos casos se trata de estrategias que suponen que el jugador Protoss estará atento a cómo recoge gas el jugador Terran. Gracias a esto se puede engañar al jugador Protoss del siguiente modo: en primer lugar, se crean unidades suficientes como para comenzar un ataque; luego, se para la recogida de gas, por lo que el rival creerá que se avecina un ataque, y se siguen creando unidades; seguidamente, se realiza un ataque falso, es decir, se comienza a atacar pero se aborta el ataque haciendo creer al rival que aún no se está preparado; por último, se retoma la recogida de gas, por lo que el jugador Protoss creerá que aún falta para el próximo ataque, y se realiza el ataque con todas las unidades disponibles. Si el ataque va bien al menos se infligirá gran cantidad de daño al enemigo. Por otro lado, si el ataque falla dejará en una posición delicada al jugador Terran, ya que invirtió gran cantidad de recursos en entrenar unidades que ya no tiene. Ambas variaciones fueron ideadas por el jugador profesional *Flash*.

---

cuando el jugador Protoss se fija en la forma en que el gas es obtenido, ya que le puede dar pistas de cuándo el jugador Terran atacará.

---

### Variación *Strong Fake Double*

09/10 - Depósito de suministros  
10/18 - Barracas  
10/18 - Refinería  
15/18 - Factoría  
16/18 - Depósito de suministros  
??/26 - Taller de maquinaria  
22/26 - Depósito de suministros  
??/34 - Centro de mando en Expansión Natural

### Variación de *Flash*

??/44 - Factoría

## ***Siege Expand***

Apertura muy conservadora que permite al jugador Terran disponer de su primera expansión de forma rápida y segura, ya que facilita la defensa frente a gran parte de las estrategias ofensivas Protoss. El problema principal es que se sacrifica la mejora económica que ofrecen otro tipo de estrategias. El objetivo no es atacar al enemigo, sino defenderse del mismo mientras se completa la expansión, por lo que las unidades entrenadas deben ser utilizadas con este fin. Basta con unos pocos *Soldados* y un *Tanque de asedio* para poder resistir los ataques del jugador Protoss. Por otro lado, puede ser necesaria la construcción de una *Bahía de ingeniería* en caso de que se intuya la utilización de unidades tecnológicamente avanzadas (unidades con camuflaje). Y en este caso, se deberán construir *Torretas de misiles* para su detección. Tecnologías a investigar: *Tecnología modo asedio*.

### Apertura *Siege Expand*

09/10 - Depósito de suministros	??/26 - Taller de maquinaria
12/18 - Barracas	21/26 - Centro de mando
12/18 - Refinería	24/36 - Depósito de suministros
15/18 - Depósito de suministros	28/44 - Bahía de ingeniería
16/26 - Factoría	

## **Estrategias de transición**

En este apartado se sitúan aquellas estrategias que cubren las acciones desde el inicio de la partida hasta la mitad o el final de la misma. Dado que son estrategias bastante completas también son más difíciles de ejecutar que otras, ya que están sujetas a muchos factores.

### ***Hiya Four Factory***

Esta estrategia se aprovecha de un jugador Protoss avaricioso que vaya a expandirse y que, por lo tanto, disponga de pocas unidades para defenderse. Consiste en preparar un fuerte ataque compuesto por un total de ocho *Tanques de asedio* y cuatro *Buitres* hacia mitad de la partida.

Además, se trata de una estrategia algo arriesgada ya que utiliza cortes de *VCEs*<sup>8</sup>. Por otro lado, en cuanto al orden de construcción propuesto cabe mencionar que las *Torretas de misiles* pueden ser omitidas en caso de que no se espere un ataque de unidades tecnológicamente avanzadas. Además, la *Bahía de ingeniería* y las *Barracas* pueden ser elevadas y dispuestas cerca de la base enemiga, ya sea para otorgar una mejor visión de la zona o para bloquear los posibles ataques Protoss. La estrategia fue ideada y popularizada por el jugador profesional *HiyA*. Tecnologías a investigar: *Tecnología modo asedio*, *Empuje de iones* y *Minas araña*.

#### Apertura *Hiya Four Factory*

09/10 - Depósito de suministros	??/36 - Factoría
11/18 - Barracas	??/36 - Torretas de misiles (4 máximo)
12/18 - Refinería	??/36 - Factoría
16/18 - Factoría	??/36 - Factoría
16/18 - Depósito de suministros	??/36 - Academia
??/26 - Centro de mando	??/36 - Estación ComSat
??/36 - Bahía de ingeniería	??/36 - Estación ComSat en Expansión Natural

#### *Double Armory*

Se trata de una estrategia de inicio a fin de partida que basa su confianza en las expansiones rápidas, las mejoras provenientes de las dos *Arsenales* y la presión que ejerce al final de la partida un ejército de unidades mejoradas. Si todo sale bien, el jugador Protoss tendrá que lidiar con un ejército de *Tanques de asedio*, *Buitres* y *Goliats* con mejoras de daño y de armadura que convertirán la defensa en una tarea difícil. No obstante, las unidades a crear y el comportamiento depende en gran medida de la estrategia seguida por el jugador Protoss. Si dicho jugador opta por una estrategia de expansión o de mejora tecnológica el jugador Terran deberá atacar en cuanto lo detecte, ya que significará que está destinando recursos a otras tareas diferentes de entrenar unidades. Por otro lado, en caso de que esté creando edificios destinados al entrenamiento masivo de unidades, es preferible que el jugador Terran se prepare para defenderse. En cualquier caso, cabe mencionar que el momento en el que el jugador Terran disponga de un ejército superior al del enemigo o consiga rechazar un ataque Protoss será el óptimo para expandirse. La estrategia fue ideada por el jugador profesional *iloveoov* y popularizada por el jugador profesional *Flash*. Tecnologías a investigar: *Tecnología modo asedio*, *Minas araña*, *Armas de los vehículos* e *Aceleradores Caronte*.

---

<sup>8</sup>Los cortes de *VCEs* consisten en parar de entrenar dichas unidades durante cierto tiempo, lo que influye negativamente en la economía. Se suelen utilizar con el fin de ahorrar ciertos recursos, que serán gastados posteriormente en algo importante desde un punto de vista estratégico. No obstante, si el ataque falla el jugador Terran pasará a tener pocos *VCEs* para lo avanzada que pueda estar la partida, lo cual supone una desventaja ya que no podrá rehacer su economía con la misma rapidez que si hubiese seguido entrenando dichas unidades.



Estrategia *Double Armory*

09/10 - Depósito de suministros	46/52 - Depósito de suministros
11/18 - Barracas	??/60 - Torretas de misiles (3 máximo)
11/18 - Refinería	49/60 - Depósito de suministros
15/18 - Factoría	49/68 - Factoría
15/18 - Depósito de suministros	50/68 - Centro de mando
21/26 - Centro de mando en Expansión Natural	??/78 - Puerto estelar
??/36 - Taller de maquinaria	??/78 - Laboratorio de ciencia
24/36 - Depósito de suministros	??/78 - Arsenal
33/44 - Arsenal	??/78 - Academia
33/44 - Bahía de ingeniería	??/78 - Estación ComSat
38/44 - Depósito de suministros	??/78 - Estación ComSat
??/52 - Refinería en Expansión Natural	

*iloveoov Build*

Esta estrategia surge en el momento en el que se comienzan a identificar las debilidades de *Double Armory*. Se puede entender como un contraataque de las estrategias de contraataque de *Double Armory*. Por lo tanto, será una construcción fuerte contra cualquier construcción que sea fuerte contra *Double Armory* y, del mismo modo, será una construcción débil contra cualquier construcción que sea débil contra *Double Armory*. Al comienzo de la partida será importante la colocación de los edificios con el fin de evitar posibles ataques o exploración enemiga, así se puede omitir la creación de *Soldados* y construir antes el *Centro de mando*. Por otro lado, si el mapa no lo permite se deberán entrenar tres o cuatro *Soldados* capaces de deshacerse de posibles unidades Protoss que tenga intención de explorar o realizar un ataque temprano. En cualquier caso, las actualizaciones deben ser investigadas lo más pronto posible, para otorgar a las unidades una ventaja contra sus enemigos. También se ha de tener en cuenta qué tipo de apertura utiliza el enemigo, ya que puede ser necesario adelantar la construcción de la *Bahía de ingeniería* en caso de que utilice unidades como *Templarios tétricos* o *Reavers* (unidades tecnológicamente avanzadas). La estrategia fue ideada y popularizada por el jugador profesional *iloveoov*. Tecnologías a investigar: *Tecnología modo asedio*, *Minas araña* y *Empuje de iones*.

*iloveoov Build*

09/10 - Depósito de suministros	??/36 - Factoría
12/18 - Barracas	??/36 - Factoría
12/18 - Refinería	??/36 - Centro de mando
15/18 - Depósito de suministros	??/46 - Arsenal
16/26 - Factoría	??/46 - Arsenal
21/26 - Centro de mando	??/46 - Factoría
21/36 - Taller de maquinaria	??/46 - Factoría
??/36 - Academia	??/46 - Centro de mando
??/36 - Puerto estelar	??/56 - Laboratorio de ciencia

## Otras estrategias

En este apartado quedan las estrategias que no se clasifican en ninguna de las categorías anteriores.

## *Fast Drop*

Estrategias de apertura cuyo objetivo es introducir las unidades del jugador directamente en la base enemiga haciendo uso de las *Naves de evacuación*. El objetivo de este tipo de estrategias no es ganar el juego sino dañar gravemente la economía del rival. En una situación ideal, se introducen *Buitres* en la base enemiga que se encargan de: por un lado, colocar minas a la entrada de la misma para dificultar la defensa a las unidades que estén fuera de la base; por otro lado, atacar a los trabajadores para que no recolecten minerales. Gracias a esto el jugador Protoss sufre grandes pérdidas, desde un punto de vista económico. Cabe mencionar que se debe tratar de ocultar la obtención de gas a posibles exploradores, ya que le daría información al rival sobre el tipo de apertura que se está realizando. Además, se debe tener en cuenta que si el jugador Protoss comienza con una estrategia agresiva, como *Two Gateway*, se deberá posponer el *Drop* para más adelante y priorizar la defensa. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *FanTaSy*. Tecnologías a investigar: *Minas araña*.

### Apertura *Fast Drop*

09/10 - Depósito de suministros	20/26 - Taller de maquinaria
11/18 - Barracas	20/26 - Puerto estelar
12/18 - Refinería	22/26 - Depósito de suministros
16/18 - Depósito de suministros	??/34 - Torre de control
16/26 - Factoría	32/34 - Centro de mando

# D

## Estrategias Terran vs Zerg

En esta sección se muestran algunas de las estrategias más conocidas cuando se enfrenta un jugador de raza Terran a un jugador de raza Zerg<sup>1</sup>. Para cada estrategia se muestra un pequeño resumen de la misma, así como un cuadro que hace referencia al orden de construcción que se ha de seguir.

**NOTA:** El orden de construcción de cada estrategia viene determinado por un conjunto de líneas, posiblemente separados en dos columnas. Se debe leer de arriba a abajo y luego de izquierda a derecha por columnas. En cada línea se muestran dos cifras separadas por una barra lateral y luego el nombre del edificio. Las cifras indican la cantidad de suministros que debemos tener antes de construir el edificio y el total de suministros disponibles que deberíamos tener en dicho instante, respectivamente. Cabe mencionar que algunos órdenes de construcción no incluyen el momento concreto en el que el edificio debe ser construido, ya que muchas veces depende de otros factores en la partida o se deja a elección del jugador, por lo que terminan siendo meramente orientativos.

### Estrategias *Bio*

Este tipo de estrategias hacen uso de unidades biológicas principalmente. Cabe mencionar la utilización conjunta de *Soldados* y *Médicos*, lo que se conoce como *Marines'n'Medics* o *MnM*.

#### *+1 Five Barracks*

Se trata de una estrategia cuyo objetivo es construir un gran ejército de *MnM* con armas mejoradas que merme la economía rival. Gracias a dicho ejército se puede mantener el control del mapa, haciendo que el jugador Zerg se vea obligado a gastar sus *Larvas* en *Zerglings* en lugar de *Zánganos*. En principio está pensada para utilizarse contra una estrategia *Three Hatchery*

---

<sup>1</sup>La información se ha extraído de <http://wiki.teamliquid.net/>, una página web que almacena gran cantidad de información sobre diversos juegos, incluyendo Starcraft: Brood War.

*Mutalisk*<sup>2</sup>, pero no contra una *Two Hatchery*<sup>3</sup>, ya que en esta última el jugador Zerg no ha gastado tantos recursos y puede realizar una transición a otro tipo de estrategia en caso de verse amenazado. Cuando el jugador Terran ha entrenado un total de 16-20 *Soldados* y 4-5 *Médicos* es el momento ideal para comenzar el ataque. Tecnologías a investigar: *Armas de la infantería* y dependiendo de la continuación *Paquete de estimulación* y *Obuses U-238*.

#### Apertura +1 *Five Barracks*

09/10 - Depósito de suministros  
 11/18 - Barracas  
 15/18 - Depósito de suministros  
 18/26 - Centro de mando

#### Continuación # 1

??/36 - Refinería  
 ??/36 - Depósito de suministros  
 ??/44 - Bahía de ingeniería  
 ??/44 - Búnker  
 ??/44 - Academia  
 ??/44 - 4 x Barracas  
 ??/44 - 2 x Estación ComSat  
 ??/44 - Depósito de suministros  
 ??/52 - Factoría  
 ??/52 - Torretas de misiles

#### Continuación # 2

22/36 - Depósito de suministros  
 23/44 - Refinería  
 25/44 - Bahía de ingeniería  
 30/44 - Academia  
 32/44 - Barracas  
 35/44 - Barracas  
 40/44 - 2 x Barracas  
 40/44 - Estación ComSat  
 40/44 - Depósito de suministros  
 43/52 - Depósito de suministros

### ***One Barracks Fast Expand***

Se considera la estrategia estándar en partidas *Terran vs Zerg*. Aunque principalmente está pensada para contraatacar construcciones *Three Hatchery* que optan por mejorar tecnológicamente de forma rápida, es muy flexible y permite realizar transición a otras muchas estrategias dependiendo de la situación. En cuanto a la estrategia, es posible adelantar la construcción del *Centro de mando* y no entrenar ningún *Soldado* hasta más adelante en caso de que el jugador Zerg construya el *Criadero* primero. Por otro lado, si planea realizar un ataque compuesto por *Zerglings* será necesario bloquear la entrada a la base con *VCEs* hasta que el primer *Soldado* salga y pueda defenderla. Además, en caso de que no construya la *Guarida* una vez haya construido el *Extractor* será necesario proteger la base con un *Búnker* a la entrada de la misma. En cuanto a qué transición realizar en caso de que la partida avance dependerá principalmente del jugador Zerg. Si construye tres *Criaderos* se podrá continuar con una estrategia como *Nine Minute Push*, *Ayumi Build* o una más agresiva como *+1 Five Barracks*. En caso de que construya dos *Criaderos* se puede seguir con aquellas construcciones que aumenten el número de *Barracas* y utilicen grupos de *MnM* para mantener el control del mapa o con aquellas que no aumenten demasiado el número de *Barracas* a cambio de disponer de más *Tanques de asedio* y *Naves de*

---

<sup>2</sup>La estrategia *Three Hatchery Mutalisk* tiene como objetivo mantener al jugador Terran en su base mediante la utilización de *Mutaliscos* mientras el jugador Zerg se expande de forma relativamente segura. Además, provee una economía fuerte de cara al resto de la partida en caso de que la presión sobre el jugador Terran sea fructífera. No obstante, se trata de una apertura avariciosa, por lo que es arriesgada y puede ser contraatacada al inicio de partida.

<sup>3</sup>Las estrategias tipo *Two Hatchery* realizan una expansión en los primeros instantes de la partida para obtener ventaja económica más adelante. No obstante, no son tan avariciosas como las estrategias tipo *Three Hatchery*, por lo que permiten la creación de un ejército capaz de defender la base e incluso presionar al jugador Terran si es necesario.

la ciencia a final de partida. Tecnologías a investigar: dependiendo del tipo de transición que se escoja puede ser necesario *Paquete de estimulación*, *Tecnología modo asedio*, *Armas de la infantería* y *Blindaje de la infantería*.

#### Apertura *One Barracks Fast Expand*

09/10 - Depósito de suministros  
11/18 - Barracas  
18/18 - Centro de mando

#### ***One Barracks Gas***

Apertura que apuesta por una rápida mejora tecnológica, haciendo al jugador Terran más agresivo que el jugador Zerg al comienzo de la partida. Se trata de una estrategia muy versátil que permite realizar transición a otras muchas estrategias. Entre ellas puede escoger entre estrategias de tipo mixto, como *Two Starport Wraith* o *iloveoov Fake Mech*, o de tipo *Mech*, como *FanTaSy Build*, entre otras. Esto obliga al jugador Zerg a estar muy pendiente del tipo de transición seguida por el jugador Terran y depender de su habilidad de exploración. Por otro lado, el jugador Terran deberá tener cuidado con posibles ataques rápidos de *Zerglings* y disponer el primer *Depósito de suministros* de tal forma que bloquee parcialmente la entrada a la base.

#### Apertura *One Barracks Gas*

09/10 - Depósito de suministros  
11/18 - Barracas  
12/18 - Refinería  
15/18 - Depósito de suministros  
16/26 - Factoría

#### ***Two Barracks Fast Expand***

Esta apertura, efectiva contra estrategias tipo *Two Hatchery*, tiene como objetivo engañar al jugador Zerg para obtener una ventaja económica y seguridad al expandirse. El jugador Terran hace creer a su enemigo que está creando un gran ejército de *MnM*, por lo que el jugador Zerg comenzará a gastar sus recursos en defender su base con *Colonias hundidas*. En este momento el primero optará por expandirse mientras el segundo esperará un ataque que nunca llegará. No obstante, si el rival es capaz de ver el tamaño real del ejército o se da cuenta de la expansión puede suponer una gran desventaja para el jugador Terran. Esta estrategia fue creada y popularizada por el jugador profesional *iloveoov*.

#### Apertura *Two Barracks Fast Expand*

09/10 - Depósito de suministros	18/26 - Refinería
11/18 - Barracas	22/26 - Academia
13/18 - Barracas	24/26 - Depósito de suministros
14/18 - Depósito de suministros	

#### ***Two Barracks SCV Allin***

Esta apertura permite obtener una victoria rápida al jugador Terran, no obstante, es extremadamente arriesgada. Al comenzar la partida se deben crear dos *Barracas* que serán las encargadas de crear los *Soldados* y deberán ser ocultadas al rival, ya que en dicho caso el jugador Zerg

optará por construir *Colonias hundidas* para defender sus bases, lo cual haría que el ataque fallara estrepitosamente. Luego, una vez el jugador Zerg ha construido su *Criadero* en la expansión natural será el momento para atacar con todas las unidades de las que se dispongan (una mezcla de *Soldados* y *VCEs*). Los *VCEs* serán los encargados de bloquear los ataques de *Zánganos* y *Zerglings* para que los *Soldados* puedan efectuar el mayor daño posible. Si el ataque sale bien significará la victoria para el jugador Terran, mientras que si falla el jugador Zerg será el que gane la partida. Por último, cabe mencionar que dependiendo del tipo de estrategia que esté siguiendo el rival serán necesarios más o menos *Soldados*, ya que el número de *Zerglings* de los que dispondrá será diferente.

#### Apertura *Two Barracks SCV Allin*

09/10 - Depósito de suministros	14/18 - Depósito de suministros
10/18 - Barracas	22/26 - Depósito de suministros
11/18 - Barracas	

#### ***Two Barracks Tech***

Esta apertura es especialmente efectiva contra estrategias *Two Hatchery* y permite realizar una transición a estrategias que apuestan por un gran ejército variado a final de partida. En contraste con otras aperturas también efectivas contra estrategias *Two Hatchery*, como *Three Barracks* o *Four Barracks*, deja a un lado la presión a mitad de partida para lograr una presión más adelante formada principalmente por *Tanques de asedio* y *Naves de la ciencia*. Cabe mencionar que el *Búnker* deberá ser construido para defender la base únicamente en caso de que el jugador Zerg opte por utilizar *Zerglings* con la mejora de velocidad investigada, en cuyo caso será necesario disponer un *VCE* junto al *Búnker* que se encargue de repararlo cuando sea necesario. Por último, será necesario disponer las *Torretas de misiles* de forma estratégica para rechazar posibles ataques de *Mutaliscos*. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación*, *Armas de la infantería* y *Obuses U-238*.

#### Apertura *Two Barracks Tech*

09/10 - Depósito de suministros	??/44 - Bahía de ingeniería
11/18 - Barracas	??/44 - 2 x Estación ComSat
18/18 - Centro de mando	??/44 - Torretas de misiles
20/28 - Barracas	??/44 - Factoría
23/28 - Depósito de suministros	??/44 - 2 x Barracas
24/36 - Refinería	??/44 - Puerto estelar
??/36 - Búnker	??/44 - Refinería en Expansión Natural
30/36 - Academia	??/44 - Laboratorio de ciencia
??/36 - Depósito de suministros	??/44 - Bahía de ingeniería

#### ***Four Barracks Sunken Break Build***

Esta apertura, también conocida como *Ayumi Build*, tiene como objetivo contraatacar la estrategia *Three Hatchery Mutalisk* con un ejército constituido por un gran número *Soldados* y algunos *Médicos*. Para ello, el jugador Terran hace creer al jugador Zerg que se va a seguir una apertura *One Barracks Fast Expand*, por lo que el ataque principal no llegará hasta que disponga de las *Naves de la ciencia*. No obstante, la estrategia opta por dejar a un lado la parte tecnológica a cambio de construir cuatro *Barracas*. Dado que se deja la tecnología a un lado, si el ataque falla deja al jugador Terran en una situación difícil, ya que dispondrá de edificios

básicos en un momento avanzado de la partida. Además, es esencial disponer las cuatro *Barracas* y los *Soldados* que creamos de tal forma que el enemigo no pueda ser capaz de verlo, bloqueando la entrada a posibles exploradores si es necesario. Por otro lado, dependiendo del tipo de estrategia que vaya a seguir el rival el jugador Terran deberá adaptarse como sigue: si opta por una estrategia como *Nine Pool*<sup>4</sup> o *Three Hatchery Speedling*<sup>5</sup> será necesario bloquear la entrada a la base con *VCEs* mientras los *Soldados* de los que se dispongan atacan desde detrás; mientras que si comienza con una apertura tipo *Two Hatchery* será mejor realizar una transición a otro tipo de estrategia. Esta estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Ayumi*. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación* y *Obuses U-238*.

#### Apertura *Four Barracks Sunken Break Build*

09/10 - Depósito de suministros  
11/18 - Barracas  
14/18 - Depósito de suministros  
21/26 - Centro de mando en Expansión Natural

Si crea seis *Zerglings* inicialmente:

25/36 - Búnker  
26/36 - 3 x Barracas  
26/36 - Refinería  
26/36 - Academia  
28/36 - Depósito de suministros  
40/44 - Depósito de suministros  
40/52 - Estación ComSat  
48/52 - Depósito de suministros  
48/60 - Estación ComSat  
48/60 - Bahía de ingeniería

Si no crea *Zerglings* inicialmente:

??/36 - 3 x Barracas  
26/36 - Refinería  
26/36 - Academia  
31/36 - Depósito de suministros  
39/44 - Depósito de suministros  
43/52 - Estación ComSat  
47/52 - Depósito de suministros  
51/60 - Estación ComSat  
51/60 - Bahía de ingeniería

### ***Barracks Barracks Supply***

Esta apertura opta por construir dos *Barracas* antes del primer *Depósito de suministros*. Suele utilizarse contra enemigos que comienza con estrategias de expansión rápida o de mejora tecnológica, ya que dispondrán de pocas unidades para defenderse al inicio. No obstante, si el ataque falla es muy difícil que el jugador Terran pueda realizar una transición a otro tipo de estrategia. Por ello se considera muy arriesgada. Una mejora a este tipo de estrategia es colocar las *Barracas* en un punto cercano a la base enemiga, con el fin de que los *Soldados* puedan atacar rápidamente.

#### Apertura *Barracks Barracks Supply*

08/10 - Barracas  
08/10 - Barracas  
09/10 - Depósito de suministros

---

<sup>4</sup>La estrategia *Nine Pool*, como el resto de estrategias tipo *Pool*, crea una *Reserva de producción* y entrena cierto número de *Zerglings* para realizar un ataque muy pronto, sorprendiendo al jugador Terran. Cuanto menor sea el número que lleva asociada la estrategia *Pool* más pronto se deberá construir la *Reserva de producción*.

<sup>5</sup>La estrategia *Three Hatchery Speedling* tiene como objetivo tomar una segunda expansión pronto, por lo que es una estrategia avariciosa, mientras se entrenan *Zerglings* con la mejora de velocidad investigada que dificultan a su rival la defensa y control de los mismos.

## ***Bunker rush***

Esta apertura trata de sorprender al rival acabando con su expansión natural y luego su base principal. Poco después del inicio de la partida, el jugador Terran deberá dirigir aproximadamente cuatro *Soldados* y algunos *VCEs* a la expansión natural enemiga. Una vez allí, deberá construir un *Búnker* donde poder meter a los *Soldados* para evitar que reciban daño. A su vez los *VCEs* servirán como escudo para dichos *Soldados* y para el *Búnker* en sí mismo, reparándolo si es necesario. El objetivo es atacar a los trabajadores para evitar que recolecten minerales y eliminar el *Criadero*. Si el ataque tiene éxito se debe tratar de eliminar luego la base principal. En cualquier caso, deben agregarse *Soldados* al conjunto de ataque si se puede, con el fin de maximizar la probabilidad de éxito. En caso de que el jugador Zerg comience con una estrategia tipo *Pool* puede ser necesaria la transición a la estrategia *One Barracks Fast Expand* antes de que se lleve a cabo el ataque. La estrategia fue popularizada por el jugador *BoXeR*.

### Apertura *Bunker Rush*

08/10 - Barracas  
09/10 - Depósito de suministros  
15/18 - Depósito de suministros  
??/?? - Búnker

## ***Sparks Terran***

Se trata de una apertura cuyo nombre procede de la animación que realizan las *Colonias hundidas* al ser destruidas. Es especialmente eficaz contra aperturas tipo *Three Hatchery* y débil contra las de tipo *Two Hatchery*. El objetivo es eliminar la expansión natural del rival con una gran fuerza de infantería. El ataque debe estar compuesto por dos grupos de *Soldados*, *Médicos* y *Murciélagos de fuego*. Una vez en la base enemiga unos cuatro o cinco *Soldados* deberán atacar a *Zerglings* y *Zánganos*, mientras el resto de *Soldados* y los *Murciélagos de fuego* se encargan de las *Colonias hundidas*. Los *Médicos* por otro lado se dedicarán a curar a las unidades que lo necesiten. Por su parte, el jugador Zerg necesitará crear más *Colonias hundidas* sacrificando la creación de *Zánganos* para poder seguir vivo. El jugador Terran debe mantener la posición aunque el ataque falle finalmente, ya que el bajo número de *Zánganos* de los cuales dispondrá su rival harán que tenga una ventaja económica que se hará notar a mitad de partida. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Sync*. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación* y opcionalmente *Armas de la infantería* o *Blindaje de la infantería*.

### Apertura *Sparks Terran*

09/10 - Depósito de suministros	20/26 - Refinería
11/18 - Barracas	24/26 - Academia
13/18 - Barracas	??/?? - Barracas
15/18 - Depósito de suministros	

## ***Estrategias Mech***

Las estrategias *Mech* son aquellas en las cuales los jugadores Terran se encuentran a final de partida con unidades propias de la *Factoría* contra jugadores Zerg que utilizan principalmente *Hidraliscos* y *Mutaliscos*.



## ***FanTaSy Build***

Este tipo de apertura, fuerte contra estrategias *Three Hatchery Mutalisk*, permite realizar una estrategia tipo *Mech* en mapas que en principio son poco apropiados para ello. Para ello, prevé ciertas conductas propias de los Zerg y las evita en cierto modo ofreciendo ventajas al jugador Terran. En primer lugar, impide cualquier apertura agresiva tipo *Pool*, mediante la colocación de los primeros edificios en ciertas zonas que bloqueen la entrada a la base. Así mismo, mediante la utilización de los *Buitres* y sus minas se dificultan ataques de *Zerglings* o *Hidraliscos*, e incluso se permiten posibles hostigamientos al inicio de la partida contra el jugador Zerg. Por otro lado, gracias a la utilización de las *Naves de evacuación* se presiona al rival para evitar que consiga su tercera y/o cuarta expansión, mermando su economía. Dado que las unidades provenientes de la *Factoría* son más duras de matar que las propias de las *Barracas*, el jugador Zerg necesitará aumentar su número de unidades considerablemente. No obstante, dispone de una expansión únicamente, por lo que no podrá obtener los recursos suficientes y se verá en una gran desventaja de cara al resto de la partida. La estrategia fue creada por el jugador profesional *iloveoov* y popularizada por el jugador profesional *FanTaSy*. Tecnologías a investigar: *Minas araña*, *Empuje de iones* y *Blindaje de la infantería*.

### Apertura *FanTaSy Build*

09/10 - Depósito de suministros	28/44 - Arsenal
11/18 - Barracas	32/44 - Depósito de suministros
12/18 - Refinería	44/52 - Factoría
13/18 - Depósito de suministros	45/52 - Refinería en Expansión Natural
16/26 - Factoría	??/?? - 6 x Factoría
23/26 - Puerto estelar	??/?? - Bahía de ingeniería
24/26 - Centro de mando en Expansión Natural	??/?? - Academia
25/36 - Depósito de suministros	

## **Estrategias mixtas**

Este tipo de estrategias mezclan conjuntos de unidades propios de las *Barracas*, de las *Factorías* y de los *Puertos estelares*, por lo que ofrecen un amplio abanico de posibilidades tanto al inicio como a la mitad y al final de la partida.

### ***One Factory Starport***

Se trata de una apertura que hace uso de *Naves de la ciencia* y es efectiva contra jugadores Zerg que comienzan con estrategias de *Mutaliscos*. Permite terminar con el hostigamiento que ejercen los *Mutaliscos* y realizar presión sobre las expansiones del rival. No obstante, esta estrategia es débil contra construcciones que usen *Merodeadores* y *Zerglings*, dado que se dispone de un menor número de *Soldados* y que la *Academia* se construye más tarde. Es esencial evitar que el rival pueda explorar la base y determinar la estrategia que se está siguiendo, ya que en dicho caso el jugador Terran estará en gran desventaja. Una vez se construye la *Nave de la ciencia* el jugador Zerg pierde el control del mapa y comienza la presión sobre el mismo. Tecnologías a investigar: *Irradiar*.

Apertura *One Factory Starport*

08/10 - Depósito de suministros	??/36 - Puerto estelar
11/18 - Barracas	??/36 - Bahía de ingeniería
13/18 - Refinería	??/36 - Barracas
18/18 - Centro de mando	??/36 - Laboratorio de ciencia
18/28 - Depósito de suministros	??/36 - Torretas de misiles
18/36 - Factoría	??/36 - Academia

***One Factory Tanks***

Apertura similar a *Nine Minute Push* cuyo objetivo es eliminar al jugador Zerg antes de que consiga la tecnología suficiente para construir la *Colmena*. No obstante, si el jugador Zerg consigue retrasar o romper la presión ejercida sobre él, deja al jugador Terran en una desventaja mayor que con *Nine Minute Push*, debido a las tardías mejoras y *Naves de la ciencia*. En cuanto a la estrategia, es importante contener las unidades del jugador Zerg con un grupo de *MnM* dentro de su expansión natural antes de que construya la *Guarida*, gracias a esto se retrasará la obtención de una tercera expansión. Además, si utiliza *Merodeadores* será necesario agregar *Tanques de asedio* al grupo de contención. Por otro lado, si comienza con *Mutaliscos* será mejor utilizar el grupo de contención para defender la expansión natural propia. Por último, cabe mencionar que si el jugador Terran no es capaz de eliminar al jugador Zerg antes de que haya conseguido entrenar *Corruptores*, se encontrará en una gran desventaja, ya que se retrasarán habilidades como *Irradiar* y las mejoras de infantería. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación* y *Tecnología modo asedio*.

Apertura *One Factory Tanks*

09/10 - Depósito de suministros	??/34 - Factoría
11/18 - Barracas	??/34 - Taller de maquinaria
13/18 - Barracas	??/34 - Factoría
14/18 - Depósito de suministros	??/34 - Taller de maquinaria
18/26 - Refinería	??/34 - Barracas
22/26 - Academia	
24/26 - Depósito de suministros	

***14 Command Center***

Esta apertura toma un gran riesgo con el fin de poder disponer de gran ventaja más adelante en la partida. No obstante, dependiendo de la estrategia con la que inicie el jugador Zerg puede resultar en una derrota instantánea (principalmente si inicia con estrategias tipo *Pool*, como *Four-Five Pool* o *Nine Pool*). En cuanto a la estrategia, en el momento en el que se ha construido la *Academia* se deben entrenar un total de seis *Soldados*, dos *Médicos* y dos *Murciélagos de fuego* para presionar al jugador Zerg y destruir su tercera expansión si existe. Por otro lado, si comienza con una estrategia tipo *Two Hatchery* es preferible mantenerse en la base y defenderla. Luego, dependiendo del tipo de estrategia que siga el rival se podrán entrenar *Tanques de asedio* e investigar mejoras, mientras se espera hasta que se consigan entrenar las *Naves de la ciencia*, momento en el cual se deberá pasar a la presión. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Flash*. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación*, *Obuses U-238*, *Armas de la infantería*, *Blindaje de la infantería* y *Tecnología modo asedio*.

Apertura 14 *Command Center*

09/10 - Depósito de suministros	40/52 - Barracas
14/18 - Centro de mando	42/52 - Bahía de ingeniería
15/28 - Barracas	46/52 - Depósito de suministros
15/28 - Depósito de suministros	50/60 - Factoría
17/36 - Barracas	??/?? - Puerto estelar
18/36 - Refinería	??/?? - Laboratorio de ciencia
22/36 - Academia	??/?? - Bahía de ingeniería
30/36 - Depósito de suministros	??/?? - Barracas
36/44 - Depósito de suministros	??/?? - 2 x Estación ComSat

**Two Starport Wraith**

Este tipo de apertura si se ejecuta correctamente puede otorgar al jugador Terran una ventaja de cara a la mitad y al final de la partida. Además, es flexible desde el punto de vista que puede realizar transición a otras estrategias tipo *Mech* o tipo *Bio*. Por otro lado, si el ataque falla o no es lo suficientemente fructífero, dejará al jugador Terran por detrás de su rival. Dado que el objetivo de esta estrategia es la creación de *Espectros*, se dispondrán de pocos *Soldados* al inicio de la partida, por lo que será vulnerable a ataques rápidos de *Zerglings*. Por esta razón es importante la colocación de los edificios de tal forma que dificulten el paso a los enemigos. Además, será necesario el entrenamiento de *Buitres* que comiencen el hostigamiento de las tropas Zerg, mientras los *Espectros* son creados finalmente. Cabe mencionar que puede ser apropiado la creación de la *Factoría* cerca de la base enemiga para que el hostigamiento producido por los *Buitres* sea aún mayor. Por último, aunque se puede realizar transición a diferentes tipos de estrategias, se recomienda *MnM*, ya que el contraataque frente a *Two Starport Wraith* será probablemente de *Hidraliscos*, y los grupos de *Soldados* y *Médicos* son fuertes contra este tipo de unidades. La estrategia fue creada por el jugador profesional *ElkY* y popularizada por los jugadores profesionales *Leta*, *Lomo* y *Light*. Tecnologías a investigar: *Camuflaje*.

Apertura *Two Starport Wraith*

09/10 - Depósito de suministros	16/26 - Factoría
11/18 - Barracas	22/26 - 2 x Puerto estelar
12/18 - Refinería	22/26 - Depósito de suministros
13/18 - Depósito de suministros	30/34 - Depósito de suministros

**Fast Nuke**

Esta apertura utiliza la habilidad de los *Fantasmas* para lanzar un misil nuclear con el fin de realizar el mayor daño posible en la base enemiga. Para ello es esencial que el jugador Zerg no pueda explorar la base de ningún modo, por ello se suele utilizar en aquellos mapas con puntos de entrada a la base estrechos. Una vez se ha formado un ejército compuesto por aproximadamente 16 *Soldados*, cuatro *Médicos*, un *Nave de la ciencia* y un *Fantasma* se puede pasar al ataque yendo a por la expansión natural del rival. En todo momento se debe proteger al *Fantasma* para evitar que sea eliminado o interrumpido durante el lanzamiento del misil. Una vez se ha lanzado el misil, el resto de unidades deben entrar en la base y acabar con las unidades y edificios que queden. Luego se puede realizar transición a otra estrategia tipo *Bio* mientras se aprovecha el momento para expandirse. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación*, *Obuses U-238* y *Armas de la infantería*.

Apertura *Fast Nuke*

08/10 - Depósito de suministros	27/34 - Torre de control
10/18 - Barracas	31/34 - Depósito de suministros
13/18 - Refinería	33/42 - Laboratorio de ciencia
15/18 - Depósito de suministros	33/42 - Centro de operaciones secretas
20/26 - Factoría	34/42 - Academia
24/26 - Depósito de suministros	??/42 - Bahía de ingeniería
27/34 - Puerto estelar	??/42 - Silo nuclear

***iloveoov Fake Mech***

Se trata de una apertura que aprovecha el hecho de que los contraataques que pueden realizar los jugadores Zerg frente a estrategias tipo *Mech* y tipo *Bio* son muy diferentes. Por esta razón el jugador Terran opta por llevar un estilo que mezcle ambos tipos, capaz de resistir cualquier ataque rápido por parte del jugador Zerg y flexible, ya que permite múltiples variaciones. Una vez construidas cuatro *Barracas*, una *Factoría* y un *Puerto estelar* viene el momento clave de cara al resto de la partida. El jugador Terran debe elegir qué estilo seguirá: una primera opción es hacer al estilo *Mech* tomar importancia creando una segunda *Factoría* y agregando dos *Barracas* más, junto con un *Laboratorio de ciencia*; una segunda opción es continuar con un estilo *Bio* en caso de que el rival utilice un gran número de *Hidraliscos*, agregando seis *Barracas*, dos *Puertos estelares* y un *Laboratorio de ciencia* cuanto antes; una tercera opción es realizar una segunda expansión disponiendo así de tres bases antes de decidir finamente qué estrategia seguir. Cabe mencionar que al inicio de partida el jugador debe estar atento a ataques tempranos como *Nine Pool*, que podrían mermar su economía. El creador de esta estrategia es el jugador profesional *iloveoov* y fue popularizada por jugadores profesionales como *FanTaSy*, *Canata* y el propio *iloveoov*. Tecnologías a investigar: *Minas araña*, *Tecnología modo asedio*, *Paquete de estimulación* y *Obuses U-238*.

Apertura *iloveoov Fake Mech*

08/10 - Depósito de suministros	??/?? - Bahía de ingeniería
11/18 - Barracas	??/?? - Arsenal
12/18 - Refinería	??/?? - Torre de control
15/18 - Depósito de suministros	??/?? - Torretas de misiles
16/26 - Factoría	??/?? - Academia
??/26 - Taller de maquinaria	??/?? - 3 x Barracas
??/26 - Puerto estelar	??/?? - Bahía de ingeniería
??/26 - Centro de mando	

***Proxy Factory***

Este tipo de apertura crea una *Factoría* cerca de la base enemiga con el objetivo de mermar la economía rival en lo posible. Para ello crea un *Buitre* rápidamente que es dirigido a la base enemiga inmediatamente y que, si es manejado de forma correcta, puede eliminar un gran número de *Zánganos* y forzar al jugador Zerg a permanecer en una base temporalmente. Una vez se disponen de más recursos se pueden seguir enviando *Buitres* según se vea si el jugador Terran puede seguir obteniendo ventaja. Luego se puede optar por realizar una transición a otra estrategia de tipo *Bio* con un posible *Drop* que acabe completamente con el enemigo. Por otro lado, cabe mencionar que hay algunos inconvenientes. Si el jugador Zerg explora antes de lo habitual o abre con una estrategia tipo *Pool* descubrirá las intenciones y el jugador Terran

será probablemente eliminado antes incluso de que salga el *Buitre*. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Hwasin*.

#### Apertura *Proxy Factory*

08/10 - Barracas  
 08/10 - Refinería  
 08/10 - Factoría  
 08/10 - Depósito de suministros

#### *Nine Minute Push*

Esta apertura, contraataque a la estrategia *Three Hatchery Fast Hive*<sup>6</sup>, tiene como objetivo atacar al jugador Zerg antes de que pueda crear *Corruptores*. No obstante, es débil contra aperturas tipo *Two Hatchery*. El jugador Terran deberá estar atento a ataques tipo *Nine Pool* que puedan acabar con su expansión natural al comienzo de la partida. Luego dependiendo de la estrategia que siga el jugador Zerg serán necesarias acciones diferentes. Frente a una estrategia *Three Hatchery Mutalisk* será conveniente construir *Torretas de misiles* que puedan defender las bases y mover a los *Soldados* de forma apropiada para no que sean eliminados<sup>7</sup>. Por otro lado, en una estrategia como *Three Hatchery Lurker*<sup>8</sup> el jugador Terran deberá ser muy agresivo para evitar que su rival tome ventaja estratégica. Una vez se haya detectado la construcción de la *Colmena* se realiza el ataque con aproximadamente siete *Tanques de asedio*, tres *Naves de la ciencia* y varios grupos de *MnM*. En caso contrario, se puede tratar de tomar una segunda expansión y esperar a decidir en qué momento atacar. Tecnologías a investigar: *Paquete de estimulación*, *Armas de la infantería*, *Blindaje de la infantería* y *Tecnología modo asedio*.

#### Apertura *Nine Minute Push*

09/10 - Depósito de suministros	44/52 - Depósito de suministros <sup>9</sup>
11/18 - Barracas	49/?? - Factoría
15/18 - Depósito de suministros	51/?? - 2 x Estación ComSat
18/26 - Centro de mando en Expansión Natural	53/?? - Refinería en Expansión Natural
22/36 - Depósito de suministros	60/?? - Puerto estelar
23/44 - Refinería	61/?? - Taller de maquinaria
26/44 - Barracas	73/?? - Laboratorio de ciencia
32/44 - Academia	73/?? - Bahía de ingeniería
37/44 - Depósito de suministros	75/?? - Torre de control
38/52 - Bahía de ingeniería	88/?? - 3 x Barracas
44/52 - Depósito de suministros	

---

<sup>6</sup>La estrategia *Three Hatchery Fast Hive* trata de obtener cuanto antes la *Colmena* mediante una ventaja económica conseguida al tomar la segunda expansión. Gracias a esto puede utilizar unidades avanzadas lo más pronto posible en la partida.

<sup>7</sup>Al luchar contra *Mutaliscos* las unidades terrestres como los *Soldados* deben moverse en forma de bola y no en línea, para evitar que el ataque dañe demasiado al grupo.

<sup>8</sup>La estrategia *Three Hatchery Lurker* basa su ataque en los *Merodeadores*, unidades que atacan bajo tierra y resultan molestas para el jugador Terran por su tipo y potencia de ataque, principalmente cuando se usan grupos de unidades de infantería, como los *Soldados*. Para ello opta por una estrategia avariciosa en la cual toma una segunda expansión con cierta rapidez.

<sup>9</sup>A partir de este punto será necesario construir *Depósitos de suministros* de manera constante durante el resto de la partida.





## Estrategias Terran vs Terran

En esta sección se muestran algunas de las estrategias más conocidas cuando se enfrenta dos jugadores de raza Terran entre sí<sup>1</sup>. Para cada estrategia se muestra un pequeño resumen de la misma, así como un cuadro que hace referencia al orden de construcción que se ha de seguir.

**NOTA:** El orden de construcción de cada estrategia viene determinado por un conjunto de líneas, posiblemente separados en dos columnas. Se debe leer de arriba a abajo y luego de izquierda a derecha por columnas. En cada línea se muestran dos cifras separadas por una barra lateral y luego el nombre del edificio. Las cifras indican la cantidad de suministros que debemos tener antes de construir el edificio y el total de suministros disponibles que deberíamos tener en dicho instante, respectivamente. Cabe mencionar que algunos órdenes de construcción no incluyen el momento concreto en el que el edificio debe ser construido, ya que muchas veces depende de otros factores en la partida o se deja a elección del jugador, por lo que terminan siendo meramente orientativos.

### Estrategias de expansión rápida

Las estrategias de expansión rápida pretenden tomar otras bases lo más pronto posible en la partida con el fin de obtener ventaja económica más adelante en la misma. No obstante, se trata de estrategias avariciosas que pueden ser contraatacadas con facilidad, ya que el jugador que las realice dispondrá de pocas unidades para defenderse.

#### *One Factory Fast Expand*

El objetivo de esta apertura es expandirse relativamente rápido en la partida. Se trata de una apertura fuerte contra estrategias que tomen expansiones más rápido aún, pero débil contra las que hagan uso de un gran número de unidades. Si no crea ningún *Soldado* para defender la base la expansión podrá tomarse más rápido, no obstante, el jugador estará más expuesto a ataques. Por otro lado, hacer más de cuatro *Soldados* puede retrasar tanto el *Centro de mando*

---

<sup>1</sup>La información se ha extraído de <http://wiki.teamliquid.net/>, una página web que almacena gran cantidad de información sobre diversos juegos, incluyendo Starcraft: Brood War.

que no resulte tan fructífero como lo era inicialmente. En esta estrategia el ataque principal vendrá compuesto por *Buitres* y *Tanques de asedio* provenientes de las *Factorías* una vez se haya establecido la expansión. Como siempre, los *Buitres* serán los encargados de mantener el control del mapa mediante la utilización de minas. Algunas posibles transiciones dependiendo de cómo actúe el jugador rival pueden ser: si no se expandió será deseable construir una *Bahía de ingeniería* o *Arsenal* con el objetivo de defenderse de posibles ataques aéreos; otra opción es construir uno o dos *Puertos estelares* con los que poder presionar al rival tanto por suelo como por aire. Tecnologías a investigar: *Minas araña* y *Tecnología modo asedio*.

#### Apertura *One Factory Fast Expand*

09/10 - Depósito de suministros	20/26 - Taller de maquinaria
12/18 - Barracas	23/26 - Depósito de suministros
12/18 - Refinería	28/34 - Centro de mando en Expansión Natural
15/18 - Depósito de suministros	28/44 - Depósito de suministros
16/26 - Factoría	32/52 - Factoría

#### Variación más rápida y arriesgada

09/10 - Depósito de suministros	20/26 - Centro de mando en Expansión Natural
12/18 - Barracas	23/36 - Depósito de suministros
12/18 - Refinería	24/44 - Factoría
15/18 - Depósito de suministros	25/44 - Taller de maquinaria
16/26 - Factoría	

#### *One Barracks Fast Expand*

Esta apertura, al igual que la anterior, trata de realizar una expansión en un momento temprano de la partida. Por lo tanto estamos ante una estrategia arriesgada, débil contra aperturas que traten de realizar ataques rápidos. Se debe tratar de crear al menos dos *Soldados* para defender la base y un *Búnker* en caso de que el rival opte por una estrategia de ataque. Una vez se ha construido la *Factoría* deben agregarse *Buitres* y *Tanques de asedio* si se puede. Si la expansión sale bien y no se reciben ataques se dispondrá de una ventaja económica de cara al resto de la partida. Otra posible estrategia es disponer las *Barracas* al lado de la base enemiga y comenzar a atacar nada más sean creados los *Soldados* mientras se realiza una expansión segura, ya que el rival estará ocupado defendiéndose.

#### Apertura *One Barracks Fast Expand*

09/10 - Depósito de suministros	16/28 - Depósito de suministros
11/18 - Barracas	21/36 - Factoría
15/18 - Centro de mando en Expansión Natural	??/36 - Búnker
15/28 - Refinería	

#### 14 *Command Center*

Esta apertura es la más arriesgada de cara a expansiones rápidas, ya que opta por emplear la mayor parte de los recursos iniciales en construir un *Centro de mando* en la expansión natural, sin embargo, si funciona bien garantiza una ventaja considerable más adelante. Puede funcionar bien si el rival comienza con una estrategia tipo *One Barracks Fast Expand* defensiva, ya que se tardará en recibir los ataques y en caso de recibirlos se podrá defender la base. No obstante,



es débil contra estrategias que opten por construir las *Barracas* cerca de la propia base, ya que no se dispondrán de suficientes unidades como para defenderla eficientemente. Una vez haya asegurado la expansión el jugador podrá realizar una transición a estrategias como *Two Starport Wraith* o seguir con *Factorías*. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Flash*.

#### Apertura 14 *Command Center (Flash)*

09/10 - Depósito de suministros	16/28 - Depósito de suministros
14/18 - Centro de mando en Expansión Natural	21/36 - Factoría
15/28 - Barracas	23/36 - Búnker
16/28 - Refinería	26/36 - Refinería en Expansión Natural

#### Apertura 13 *Command Center (FanTaSy)*

09/10 - Depósito de suministros	20/36 - Factoría
13/18 - Centro de mando en Expansión Natural	23/36 - Búnker
15/28 - Barracas	??/36 - Puerto estelar
15/28 - Refinería	??/36 - Refinería en Expansión Natural
16/28 - Depósito de suministros	

## Estrategias *Mech*

En el caso de partidas entre jugadores Terran, las estrategias tipo *Mech* hacen referencia a la utilización de *Factorías* y *Puertos estelares* como elemento principal en los ataques.

### *One Starport Wraith*

Esta apertura crea una combinación 1/1/1 de *Barracas*, *Factoría* y *Puerto estelar*, lo que la hace ideal de cara a estar abierta a todo tipo de posibilidades. Permite rechazar la mayor parte de los ataques ya que puede disponer de unidades de diferentes tipos rápidamente. Además, habilita la toma de la expansión natural con cierta seguridad. Por otro lado, se debe tratar de minimizar el número de *Soldados* en la medida de lo posible al inicio, ya que un número desmesurado podría retrasar la construcción de la *Factoría* y el *Puerto estelar*. De cara a realizar ataques, la estrategia permite la utilización de *Espectros* en un momento no muy alejado del inicio de la partida, lo cual la hace fuerte contra aperturas de expansión rápida. Por otro lado, puede ser fuertemente contraatacada por estrategias como *Two Factory Vultures* o *Three Factory Vultures* debido al control sobre el mapa que ejercen los *Buitres* y al mayor número de estos.

#### Apertura *One Starport Wraith*

09/10 - Depósito de suministros	??/26 - Taller de maquinaria
12/18 - Barracas	24/26 - Puerto estelar
12/18 - Refinería	24/26 - Depósito de suministros
16/18 - Factoría	??/34 - Torre de control
17/18 - Depósito de suministros	28/34 - Depósito de suministros

### *Two Starport Wraith*

Apertura que tiene como objetivo hostigar al enemigo dañando su economía. Es efectiva contra estrategias de expansión rápida y débil contra aquellas que realizan ataques al comienzo de la

partida, como *Two Factory Vultures*, ya que es necesario tiempo para poder crear un número considerable de *Espectros*. Por ello, puede ser necesario disponer los edificios para bloquear la entrada a la base al comienzo de la partida. Además, una vez se disponga del primer *Buitre* será necesario colocar minas en puntos estratégicos del mapa, como la entrada a la base. De cara al ataque, es necesario tener cuidado con posibles ataques antiaéreos provenientes de *Torretas de misiles* y *Goliats*. Así mismo, mientras dure el hostigamiento se puede tratar de realizar una expansión si el rival lo permite. Una vez el hostigamiento haya sido efectivo, una buena estrategia de transición puede ser un *Drop* de *Murciélagos de fuego* o de *Tanques de asedio* y *Goliats*. La estrategia fue popularizada por el jugador profesional *Flash*.

#### Apertura *Two Starport Wraith*

09/10 - Depósito de suministros	16/26 - Factoría
11/18 - Barracas	22/26 - 2 x Puerto estelar
12/18 - Refinería	22/26 - Depósito de suministros
13/18 - Depósito de suministros	30/34 - Depósito de suministros

### ***Two Factory Vultures***

Esta apertura, también conocida como *Two Factory Vultures/Mines*, permite sorprender a un enemigo que trate de expandirse rápidamente dañando su economía de forma considerable. La clave del ataque radica en el hecho de que cuando el rival se expande dispone de menos unidades para defenderse a principio de la partida, por lo que es más vulnerable. Por otro lado, se trata de una construcción débil contra estrategias en las que el enemigo no se expande y utiliza unidades aéreas, como *Two Starport Wraith*, o un número mayor del mismo tipo de unidades, como *Three Factory Vultures*. En cuanto al ataque se refiere, es esencial que los *Buitres* se encarguen de disponer minas con las que acabar con los *Tanques de asedio* y *Goliats*, mientras atacan a otro tipo de unidades de tierra como *Soldados* y *Buitres*. Además, dado que se quiere dañar la economía rival, será importante acabar con los *VCEs*. Mientras se realiza presión en su base (idealmente incluso contención), el jugador se deberá tratar de expandir cuanto antes para obtener más ventaja aún. Tecnologías a investigar: *Empuje de iones* y *Minas araña*.

#### Apertura *Two Factory Vultures*

09/10 - Depósito de suministros	??/26 - Taller de maquinaria
11/18 - Barracas	18/26 - Factoría
11/18 - Refinería	??/26 - Taller de maquinaria
16/18 - Depósito de suministros	23/26 - Depósito de suministros
16/26 - Factoría	28/34 - Depósito de suministros

### ***Three Factory Vultures***

Esta apertura utiliza el mismo sistema que la estrategia *Two Factory Vultures*, excepto por el hecho de que construye una *Factoría* más, por lo que el número de unidades que se crean es mayor. Resulta una estrategia muy buena contra expansiones rápidas e incluso contra construcciones que tengan pensado entrenar unidades aéreas, ya que la rapidez y cantidad de unidades hacen que sea difícil de defender. No obstante, en caso de que el rival consiga colocar sus edificios de forma que bloqueen las entradas a su base y su expansión natural, el ataque pierde gran parte de su fuerza. Por ello es esencial que el enemigo no disponga de información sobre qué tipo de estrategia se está siguiendo. La estrategia fue creada y popularizada por el jugador profesional *TheMarine*. Tecnologías a investigar: *Empuje de iones* y *Minas araña*.

### Apertura *Three Factory Vultures*

09/10 - Depósito de suministros	??/26 - Taller de maquinaria
11/18 - Barracas	??/26 - Taller de maquinaria
11/18 - Refinería	22/26 - Depósito de suministros
15/18 - Depósito de suministros	??/34 - Factoría
18/26 - Factoría	27/34 - Taller de maquinaria
20/26 - Factoría	30/34 - Depósito de suministros

## Estrategias *all-in*

Este tipo de estrategias tratan de acabar con el rival en los primeros instantes de juego a expensas de ser extremadamente arriesgadas. Si el ataque surte efecto se gana la partida, pero si falla no hay posible vuelta atrás y constituirá una derrota.

### *Barracks Barracks Supply*

Esta apertura se caracteriza por construir dos *Barracas* antes del primer *Depósito de suministros*. Es muy arriesgada ya que opta por la creación de *Soldados* desde el primer momento y deja a un lado cualquier intención de mantener una buena situación económica para el resto de la partida. De esta forma, los *Soldados* creados se dirigen a la base enemiga apoyados por algunos *VCEs* que les sirven como escudo. Una mejora que incrementa considerablemente la probabilidad de éxito es construir las *Barracas* lo más cerca posible de la base enemiga, de esta forma se siguen creando *Soldados* de forma continua, que se agregan al ataque y acaban con cualquier resistencia que ofrezca el rival. Otra mejora es tratar de construir un *Búnker* dentro de la base enemiga donde meter a los *Soldados* y poder protegerlos mientras atacan.

#### Apertura *Barracks Barracks Supply*

08/10 - Barracas
08/10 - Barracas
09/10 - Depósito de suministros

### *Proxy Five Barracks*

Esta apertura, muy parecida a la estrategia *Five Pool* de los Zerg, construye unas *Barracas* al comienzo de la partida, con un número de suministros igual a cinco, lo más cerca posible de la base enemiga. Al igual que con *Barracks Barracks Supply* se trata de acabar con el rival lo más pronto posible agregando más y más *Soldados* al ataque cuando se dispone de recursos para ello. Es muy importante no perder *Soldados* pero molestar lo suficiente al rival como para que el ataque surta efecto. Esto significa que el primer *Soldado* no debe ser rodeado por los *VCEs* enemigos, pero si atacarlos mientras huye de un lado para otro hasta que se unen más *Soldados*. También es muy importante que el rival no consiga crear sus *Barracas*, ya que esto equilibraría considerablemente la balanza si se gestiona mal.

#### Apertura *Proxy Five Barracks*

05/10 - Barracas
07/10 - Depósito de suministros



# Bibliografía

- [1] J.T.T. Goldsmith and M.E. Ray. Cathode-ray tube amusement device, December 14 1948. US Patent 2,455,992.
- [2] C. E. Shannon. Programming a computer for playing chess. *Philosophical Magazine*, 41(314), March 1950.
- [3] R. Redheffer. A machine for playing the game nim. *The American Mathematical Monthly*, 55(6):pp. 343–349, 1948.
- [4] G. Kendall and K. Spoerer. Scripting the game of lemmings with a genetic algorithm. In *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, pages 117–124, 2004.
- [5] N. Cole, S. J. Louis, and C. Miles. Using a genetic algorithm to tune first-person shooter bots. In *Evolutionary Computation, 2004. CEC2004. Congress on*, volume 1, pages 139–145. IEEE, 2004.
- [6] C. K. Tong, C. K. On, J. Teo, and A. M. J. Kiring. Evolving neural controllers using ga for warcraft 3-real time strategy game. In *Bio-Inspired Computing: Theories and Applications (BIC-TA), 2011 Sixth International Conference on*, pages 15–20. IEEE, 2011.
- [7] D. Demyen and M. Buro. Efficient triangulation-based pathfinding. In *Aaai*, volume 6, pages 942–947, 2006.
- [8] T. Szczepański and A. Aamodt. Case-based reasoning for improved micromanagement in real-time strategy games. *Project Report NTNU-IDI*, 2008.
- [9] J. Hostetler, E. W. Dereszynski, T. G. Dietterich, and A. Fern. Inferring strategies from limited reconnaissance in real-time strategy games. *arXiv preprint arXiv:1210.4880*, 2012.
- [10] N. Sturtevant and M. Buro. Partial pathfinding using map abstraction and refinement. In *AAAI*, volume 5, pages 1392–1397, 2005.
- [11] G. Synnaeve and P. Bessiere. A bayesian model for rts units control applied to starcraft. In *Computational Intelligence and Games (CIG), 2011 IEEE Conference on*, pages 190–196. IEEE, 2011.
- [12] H. Park, H. Cho, K. Lee, and K. Kim. Prediction of early stage opponents strategy for starcraft ai using scouting and machine learning. In *Proceedings of the Workshop at SIG-GRAPH Asia*, pages 7–12. ACM, 2012.
- [13] Skynet bot. <https://code.google.com/p/skynetbot/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [14] Nova bot. <http://nova.wolfwork.com/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [15] Overmind bot. <http://overmind.cs.berkeley.edu/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.

- [16] N. A. Barriga, M. Stanescu, and M. Buro. Building placement optimization in real-time strategy games. In *Tenth Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference*, 2014.
- [17] Brood war application programming interface. <https://github.com/bwapi/bwapi>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [18] Brood war terrain analyzer. <https://code.google.com/p/bwta/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [19] A. Belicza. Starcraft broodwar hacker finder, anti-hack, replay analyzer-organizer and utility tool. <http://code.google.com/p/bwhf/source/browse/>, 2011.
- [20] M. Buro. Real-time strategy games: A new ai research challenge. In *IJCAI*, pages 1534–1535, 2003.
- [21] Age of empires. [www.ageofempires.com](http://www.ageofempires.com). Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [22] Warcraft iii. <http://us.blizzard.com/es-mx/games/war3/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [23] J. Lee. Categorizing rts games, Fall 2007. CMS.600 / CMS.998 Videogame Theory and Analysis. MIT OpenCourseWare (<http://ocw.mit.edu/>), Massachusetts Institute of Technology.
- [24] M. W. G. Dye, C. S. Green, and D. Bavelier. The development of attention skills in action video game players. *Neuropsychologia*, 47(8):1780–1789, 2009.
- [25] M. H. Kim. Gaming across the divide: Racial dynamics in e-sports and the changing landscape of east-west relations. [http://digitalwindow.vassar.edu/senior\\_capstone/164](http://digitalwindow.vassar.edu/senior_capstone/164), 2013.
- [26] T. Back, D. B. Fogel, and Z. Michalewicz. *Handbook of evolutionary computation*. IOP Publishing Ltd., 1997.
- [27] J. H. Holland. *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence*. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1992.
- [28] D. E. Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1st edition, 1989.
- [29] D. L. Applegate, R. E. Bixby, V. Chvatal, and W. J. Cook. *The Traveling Salesman Problem: A Computational Study (Princeton Series in Applied Mathematics)*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 2007.
- [30] Y. Wang, X. Ma, Y. Lao, Y. Wang, and H. Mao. Vehicle routing problem. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2378(1):120–128, 2013.
- [31] M. Maiti, S. Maity, and A. Roy. An improved genetic algorithm and its application in constrained solid tsp in uncertain environments. In Mihir K. Chakraborty, Andrzej Skowron, Manoranjan Maiti, and Samarjit Kar, editors, *Facets of Uncertainties and Applications*, volume 125 of *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, pages 177–200. Springer India, 2015.

- [32] P.C. Pop, O. Matei, and C. Sabo. A new approach for solving the generalized traveling salesman problem. In M. Blesa, C. Blum, G. Raidl, A. Roli, and M. Sampels, editors, *Hybrid Metaheuristics*, volume 6373 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 62–72. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [33] T. Vidal, T. G. Crainic, M. Gendreau, N. Lahrichi, and W. Rei. A hybrid genetic algorithm for multidepot and periodic vehicle routing problems. *Operations Research*, 60(3):611–624, 2012.
- [34] T. Vidal, T. G. Crainic, M. Gendreau, and C. Prins. A hybrid genetic algorithm with adaptive diversity management for a large class of vehicle routing problems with time-windows. *Computers & Operations Research*, 40(1):475–489, 2013.
- [35] C. Darwin. On the origins of species by means of natural selection. *London: Murray*, 1859.
- [36] X. Yao. An empirical study of genetic operators in genetic algorithms. *Microprocessing and Microprogramming*, 38(1):707–714, 1993.
- [37] L. M. Schmitt. Theory of genetic algorithms. *Theoretical Computer Science*, 259(1):1–61, 2001.
- [38] M. F. Bramlette. Initialization, mutation and selection methods in genetic algorithms for function optimization. In *ICGA*, pages 100–107, 1991.
- [39] G. Harik, E. Cantú-Paz, D. E. Goldberg, and B. L. Miller. The gambler’s ruin problem, genetic algorithms, and the sizing of populations. *Evolutionary Computation*, 7(3):231–253, 1999.
- [40] V. Toğan and A. T. Daloğlu. An improved genetic algorithm with initial population strategy and self-adaptive member grouping. *Computers & Structures*, 86(11):1204–1218, 2008.
- [41] D. E. Goldberg and K. Deb. A comparative analysis of selection schemes used in genetic algorithms. *Foundations of genetic algorithms*, 1:69–93, 1991.
- [42] J. Grefenstette. Proportional selection and sampling algorithms. *Evolutionary computation*, 1:172–180, 2000.
- [43] M. Chakraborty and U. K. Chakraborty. An analysis of linear ranking and binary tournament selection in genetic algorithms. In *Information, Communications and Signal Processing, 1997. ICICS., Proceedings of 1997 International Conference on*, volume 1, pages 407–411. IEEE, 1997.
- [44] B. L. Miller and D. E. Goldberg. Genetic algorithms, tournament selection, and the effects of noise. *Complex Systems*, 9(3):193–212, 1995.
- [45] G. Syswerda. A study of reproduction in generational and steady state genetic algorithms. *Foundations of genetic algorithms*, 2:94–101, 1991.
- [46] W. M. Spears and V. Anand. A study of crossover operators in genetic programming. In *Proceedings of the 6th International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems, ISMIS '91*, pages 409–418, London, UK, UK, 1991. Springer-Verlag.
- [47] R. Poli and W. B. Langdon. Schema theory for genetic programming with one-point crossover and point mutation. *Evolutionary Computation*, 6(3):231–252, 1998.
- [48] G. Syswerda. Uniform crossover in genetic algorithms. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Genetic Algorithms*, pages 2–9, San Francisco, CA, USA, 1989. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

- [49] H. Mühlenbein. How genetic algorithms really work: Mutation and hillclimbing. In *PPSN*, volume 92, pages 15–25, 1992.
- [50] M. Albayrak and N. Allahverdi. Development a new mutation operator to solve the traveling salesman problem by aid of genetic algorithms. *Expert Systems with Applications*, 38(3):1313–1320, 2011.
- [51] G. Rudolph. Convergence analysis of canonical genetic algorithms. *Neural Networks, IEEE Transactions on*, 5(1):96–101, 1994.
- [52] O. Hrstka and A. Kučerová. Improvements of real coded genetic algorithms based on differential operators preventing premature convergence. *Advances in Engineering Software*, 35(3):237–246, 2004.
- [53] M. Buro and T. Furtak. Rts games and real-time ai research. In *Proceedings of the Behavior Representation in Modeling and Simulation Conference (BRIMS)*, volume 6370, 2004.
- [54] M. Buro. Call for ai research in rts games. In *In Proceedings of the AAAI Workshop on AI in Games*, pages 139–141. AAAI Press, 2004.
- [55] M. Ponsen, H. Munoz-Avila, P. Spronck, and D. W. Aha. Automatically generating game tactics through evolutionary learning. *AI Magazine*, 27(3):75, 2006.
- [56] M. Ponsen and Ir. P. H. M. Spronck. Improving adaptive game ai with evolutionary learning. In *University of Wolverhampton*, pages 389–396, 2004.
- [57] C. Miles and S. J. Louis. Co-evolving real-time strategy game playing influence map trees with genetic algorithms. In *Proceedings of the International Congress on Evolutionary Computation, Portland, Oregon*, pages 0–999, 2006.
- [58] S. Ontañón, G. Synnaeve, A. Uriarte, F. Richoux, D. Churchill, and M. Preuss. A survey of real-time strategy game ai research and competition in starcraft, December 2013.
- [59] B. G. Weber, M. Mateas, and A. Jhala. Building human-level ai for real-time strategy games. In *AAAI Fall Symposium: Advances in Cognitive Systems*, volume 11, page 01, 2011.
- [60] R. Parra and L. Garrido. Bayesian networks for micromanagement decision imitation in the rts game starcraft. In Ildar Z. Batyrshin and Miguel González-Mendoza, editors, *MICAI (2)*, volume 7630 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 433–443. Springer, 2012.
- [61] E. A. Rathe and J. B. Svendsen. Micromanagement in starcraft using potential fields tuned with a multi-objective genetic algorithm. Master’s thesis, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 2012.
- [62] T. W. Sandberg and J. Togelius. *Evolutionary Multi-Agent potential field based AI approach for SSC scenarios in RTS games*. PhD thesis, Master’s thesis, University of Copenhagen, 2011.
- [63] I. Gabriel, V. Negru, and D. Zaharie. Neuroevolution based multi-agent system for micromanagement in real-time strategy games. In *Proceedings of the Fifth Balkan Conference in Informatics*, pages 32–39. ACM, 2012.
- [64] W. Zhe, K. Q. Nguyen, R. Thawonmas, and F. Rinaldo. Using monte-carlo planning for micro-management in starcraft. In *Proc. of the 4th Annual Asian GAME-ON Conference on Simulation and AI in Computer Games (GAMEON ASIA)*, pages 33–35, 2012.



- [65] T. Nguyen, K. Nguyen, and R. Thawonmas. Potential flow for unit positioning during combat in starcraft. In *Consumer Electronics (GCCE), 2013 IEEE 2nd Global Conference on*, pages 10–11. IEEE, 2013.
- [66] J. Hagelbäck. Potential-field based navigation in starcraft. In *Computational Intelligence and Games (CIG), 2012 IEEE Conference on*, pages 388–393. IEEE, 2012.
- [67] J. M. Lewis, P. Trinh, and D. Kirsh. A corpus analysis of strategy video game play in starcraft: Brood war. In *Proceedings of the 33rd annual conference of the cognitive science society*, pages 687–692, 2011.
- [68] M. Certicky. Implementing a wall-in building placement in starcraft with declarative programming. *arXiv preprint arXiv:1306.4460*, 2013.
- [69] Brood war standard add-on library. <https://code.google.com/p/bwsal/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [70] Jnibwapi. <https://github.com/JNIBWAPI/JNIBWAPI>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [71] Prologic. <http://sourceforge.net/projects/prologic/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [72] Bwapi projects. <https://code.google.com/p/bwapi/wiki/Projects>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.
- [73] A. Kausar, Dhaka V.S., and S.K. Singh. Web crawler: A review. *International Journal Of Computer Applications*, 63(2), February 2013.
- [74] S. Dill, R. Kumar, K. S. Mccurley, S. Rajagopalan, D. Sivakumar, and A. Tomkins. Self-similarity in the web. *ACM Trans. Internet Technol.*, 2(3):205–223, August 2002.
- [75] M. Koster. A standard for robot exclusion. <http://www.robotstxt.org/orig.html>, 1996.
- [76] D.G. Rees. *Foundations of Statistics*. Science paperbacks. Taylor & Francis, 1987.
- [77] T. Bäck, D. B. Fogel, and Z. Michalewicz. *Evolutionary computation 1: Basic algorithms and operators*, volume 1. CRC Press, 2000.
- [78] A. E. Eiben, R. Hinterding, and Z. Michalewicz. Parameter control in evolutionary algorithms. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, 3(2):124–141, 1999.
- [79] Starcraft brood war bots ladder. <http://bots-stats.krasi0.com/>. Visitado por última vez 1 Junio 2015.



# Glosario

- **Command Center (CC)**: Centro de mando
- **ComSat Station (CSS)**: Estación ComSat
- **Nuclear Silo (NS)**: Silo nuclear
- **Supply Depot (SP)**: Depósito de suministros
- **Refinery (R)**: Refinería
- **Barracks (B)**: Barracas
- **Engineering Bay (EB)**: Bahía de ingeniería
- **Bunker (Bu)**: Búnker
- **Academy (A)**: Academia
- **Missile Turret (MT)**: Torreta de misiles
- **Factory (F)**: Factoría
- **Machine Shop (MS)**: Taller de maquinaria
- **Starport (S)**: Puerto estelar
- **Control Tower (CT)**: Torre de control
- **Armory (Ar)**: Arsenal
- **Science Facility (SF)**: Laboratorio de ciencia
- **Physics Lab (PL)**: Laboratorio de física
- **Covert Ops (CO)**: Centro de operaciones secretas
- **BBS**: Barracks Barracks Supply
- **14CC**: 14 Command Center
- **TFV**: Two Factory Vultures
- **NTF**: NaDa Two Factory
- **FDO**: Fake Double Original
- **FFD**: Fake Fake Double
- **FDS**: Fake Double Strong
- **FDF**: Fake Double Flash

- **HFF**: *HiyA Four Factory*
- **DA**: *Double Armory*
- **GR**: *Gundam Rush*
- **JR**: *JoyO Rush*
- **iB**: *iloveoov Build*
- **SE**: *Siege Expand*
- **SEDS**: *Siege Expand to Deep Six*
- **OFDE**: *One Factory Double Expand*
- **FDr**: *Fast Drop*
- **ST**: *Shallow Two*
- **OBDS**: *One Barracks to Deep Six*
- **OBFEFStd**: *One Barracks Fast Expand Fastest to Standard*
- **OBFEFS**: *One Barracks Fast Expand Fastest to Safe*
- **OBFECStd**: *One Barracks Fast Expand Conservative to Standard*
- **OBFECS**: *One Barracks Fast Expand Conservative to Safe*
- **+1FB1**: *+1 Five Barracks 1*
- **+1FB2**: *+1 Five Barracks 2*
- **NMP**: *Nine Minute Push*
- **FBSB1**: *Four Barracks Sunken Break 1*
- **FBSB2**: *Four Barracks Sunken Break 2*
- **OBFE**: *One Barracks Fast Expand*
- **TBT**: *Two Barracks Tech*
- **TBFE**: *Two Barracks Fast Expand*
- **OFT**: *One Factory Tanks*
- **Spa**: *Sparks*
- **TBSA**: *Two Barracks SCV Allin*
- **OBG**: *One Barracks Gas*
- **TSW**: *Two Starport Wraith*
- **FB**: *FanTaSy Build*
- **FN**: *Fast Nuke*
- **iFM**: *iloveoov Fake Mech*

- **OFS**: *One Factory Starport*
- **BR**: *Bunker Rush*
- **PF**: *Proxy Factory*
- **OFFE1**: *One Factory Fast Expand 1*
- **ThFV**: *Three Factory Vultures*
- **OFFE2**: *One Factory Fast Expand 2*
- **OSW**: *One Starport Wraith*
- **13CC**: *13 Command Center*
- **PFB**: *Proxy Five Barracks*