

Login del grupo: alejandro.dopico2

**UN SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO PARA SELECCIÓN
DE LA MEJOR ESTRATEGIA EN UNA CARRERA DE F1**

MODELADO CONCEPTUAL EN COMMONKADS

**Alejandro Dopico Castro
Álvaro Fernández-Campa González
Marta Martín de Argenta Hernández
Rubén Tomé Moure**

**Horario de prácticas: Viernes de 8:30 a 10:30
Login de entrega: alejandro.dopico2**

**Desarrollo de Sistemas Inteligentes
Universidade da Coruña
Curso 2021/2022**

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Modelo de Conocimiento. | 2 |
| 1.1. Fase de Identificación | 2 |
| 1.1.1. Glosario | 2 |
| 1.1.2. Escenarios | 5 |
| 1.1.3. Elementos reutilizables | 8 |
| 1.2. Fase de Especificación | 9 |
| 1.2.1. Metodología empleada | 9 |
| 1.2.2. Plantilla anotada | 9 |
| 1.2.3. Esquema inicial del dominio | 10 |
| 1.2.4. Estructura inferencial y Mapeo | 11 |
| 1.2.5. Tarea | 18 |
| 1.2.6. Esquema del dominio final | 20 |
| 1.3. Fase De Refinamiento | 23 |
| 1.3.1. Validación | 23 |
| 1.3.2. Bases de conocimientos | 31 |
| 2. Modelo de Comunicación | 34 |
| 2.1. Plan de comunicación general | 34 |
| 2.2. Descripción de las Transacciones | 36 |
| 2.3. Especificación de las transacciones | 37 |

** Nota: A la hora de cubrir ambos modelos se ha tomado como guía los libros proporcionados por la asignatura: “Ingeniería del Conocimiento. Aspectos Metodológicos”[1] y “Knowledge Engineering And Management”[2].*

1. Modelo de Conocimiento.

En este modelo del documento se buscará el análisis y modelado de los elementos de un SBC, es decir, la construcción de un modelo computacional con capacidad para resolver problemas comparable a la de un experto humano en el mismo dominio de aplicación. En nuestro caso, trataremos de simular el trabajo de los estrategas de Fórmula 1 para un fin de semana de carrera.

1.1. Fase de Identificación

A continuación desarrollaremos el modelo de conocimiento referente a la tarea "Elección de la mejor estrategia", equivalente a la número 6 en la plantilla OM-3 del Modelo de Contexto.

En esta primera fase de identificación examinaremos y recopilaremos los componentes de conocimiento que fueron dotados a la misma, buscando su posible reutilización.

1.1.1. Glosario

Aquaplaning. Ocurre cuando hay más agua entre el neumático y el asfalto de la que puede evacuar del surco de la propia rueda.

Bandera negra. Bandera que se le muestra a un piloto y que significa que ha sido descalificado de la carrera.

Bandera roja. Detención de los entrenamientos o de la carrera ya sea por un accidente o por causas meteorológicas. Todos los pilotos deben reducir inmediatamente su velocidad, detenerse si es necesario y volver a los boxes -o al lugar previsto por el reglamento de la prueba-. Está prohibido adelantar.

Boxes. Lugar donde se efectúan las paradas las paradas. Su límite de velocidad es de 100 km/h durante la carrera.

Chásis. Armazón que sostiene el motor y la carrocería de un vehículo.

Compuesto. Sinónimo de neumático.

Datos de telemetría. Sistema de comunicación a distancia que permite recoger, procesar y transmitir información de un dispositivo electrónico a otro.

Diferencial. Mecanismo de cambios ubicado en la parte trasera del chasis. Permite rodar a diferentes velocidades.

Difusor. Parte trasera de los bajos del vehículo que condiciona la adherencia sobre el asfalto.

Drive-through. Penalización que obliga a un piloto a pasar por el 'pit lane' sin detenerse en boxes.

DRS. Dispositivo móvil que reduce la carga aerodinámica del monoplaza y aumenta, por tanto, su velocidad para favorecer a los adelantamientos. Sólo es posible utilizarlo en ciertas zonas delimitadas por la FIA, y si el monoplaza que le precede está a menos de 1 segundo de distancia.

Escudería. Conjunto de personas y objetos que forman un equipo conjunto dentro de algún deporte de motor, sea rallyes, Fórmula 1, motociclismo, etc, y que está formado por un conjunto de vehículos y pilotos.

Graining Fenómeno circunstancial de desgaste del neumático, caracterizado por la aparición de vetas de gomas en las estrías.

Grip. Sinónimo de agarre del neumático.

Maranello. Se refiere a la sede de Ferrari. Su nombre proviene de la ciudad donde se encuentra su fábrica.

Monoplaza. Automóvil de carreras que tiene una plaza. Puede ser de cabina cerrada o abierta, siendo diseñado especialmente para competiciones de automovilismo (en particular de automovilismo de velocidad).

Parque cerrado. Zona restringida de los boxes en la que los comisarios inspeccionan los vehículos tras la carrera. En esta situación no se permite tampoco cambiar reglajes genéricos del coche.

Pirelli. Empresa proveedora de neumáticos para el campeonato de Fórmula 1. Fundada en Milán en 1872 por Giovanni Battista Pirelli, se especializó en goma y procesos derivados, especialmente en producción de neumáticos y cables.

Pit lane. Zona paralela a la recta de salida, que se forma por los garajes de las distintas escuderías. Están conectadas con la pista y disponen de un semáforo que regula la entrada o salida del mismo.

Pit stop. Entrada en boxes para cambio de neumáticos o alguna pequeña reparación.

Pole. Primera posición de la parrilla.

Rebufo. Estela que origina un monoplaza y que permite crear un túnel de succión aerodinámico, logrando que se alcance una mayor velocidad punta para favorecer al adelantamiento.

Safety Car. Vehículo que se usa en las competiciones de motor para diversas funciones. La más conocida es la de detener el transcurso normal de la carrera, obligando a los participantes a desfilarse detrás sin adelantarlo a él o entre los rivales; salvo en las excepciones estipuladas en el reglamento específico de cada campeonato.

Set-up. Conjunto de ajustes del monoplaza para optimizar el comportamiento del mismo en la pista.

Sobreviraje. Tendencia del vehículo a irse de la parte trasera en las curvas. Además de desgastar las cubiertas delanteras, también reduce la velocidad del vehículo.

Telemetría. Sistema que permite registrar y transmitir a boxes gran cantidad de información sobre el chasis y el motor.

Virtual Safety Car. Manera de obligar a los pilotos a bajar la velocidad, cuando ellos mismos o los comisarios estén en peligro, sin la necesidad de la intervención del safety car. Para señalizarlo en las carreras de Fórmula 1 se saca dobles banderas amarillas y unos rótulos en los que aparecen las siglas VSC (Virtual Safety Car). Los monoplazas tienen que reducir la velocidad y respetar unos mínimos en los tramos señalizados con paneles luminosos. Si superan esa velocidad serán sancionados. Cuando se vaya a reanudar la carrera, se avisará a los equipos para que estos pongan sobre aviso a los pilotos. En el momento en el que los paneles luminosos se vuelvan verdes, la carrera volverá a su total normalidad.

1.1.2. Escenarios

A continuación se muestran, a modo ejemplo, dos escenarios de uso, junto con las entradas y salidas del sistema.

Caso 1:¹

En el primer caso, la escudería Ferrari quiere elaborar la mejor estrategia para la carrera en el circuito de Jeddah en Arabia Saudita. Para ello se nos proporciona información sobre la pista y la carrera en el circuito:

1. La carrera comienza a las 14:00 hora local y el piloto1 parte en segunda posición.
2. La longitud de la pista es de 6175 m, y la carrera consiste en 50 vueltas al mismo, lo que serían 308.75 km.
3. La velocidad media de la pista es de unos 250 km/h, aunque se alcanzan los 310 km/h en las zonas DRS.
4. Al ser un circuito urbano y muy estrecho, la probabilidad de aparición de un Safety Car es del 73 %.
5. La pista consiste en 3 zonas de detección de DRS distribuidas en los segundo y tercer sectores.
6. El circuito consta de 27 curvas, aunque la mayor parte de ellas son curvas rápidas. Aún así el número de rectas es mas elevado, alrededor de 29.
7. La carga aerodinámica del circuito es baja.

Además, también se nos dan informes sobre los puntos fuertes y débiles del monoplaza, así como del comportamiento de los neumáticos en el circuito de Jeddah. Aquí vemos algunos:

1. La velocidad punta del monoplaza no es la más elevada, aunque tenemos uno de los mejores pasos por curvas del campeonato.
2. El sector fuerte de Ferrari en el circuito de Jeddah es el segundo, al tener muchas curvas rápidas.
3. El motor Ferrari no está dando problemas de fiabilidad, y se le puede pedir más potencia sin riesgo de fallo mecánico.

¹Para el escenario de uso 1 hemos utilizado las referencias [3], [4], [5], [6], [7], [8] y [9]

4. Los neumáticos medios apenas tienen degradación (alrededor del 0.4 %), y se suelen usar los neumáticos medios y duros, evitando así un mayor número de paradas en boxes.

Por otro lado, en cuanto a los datos meteorológicos sabemos:

1. La previsión de lluvia es nula para el día de la carrera.
2. Se esperan temperaturas elevadas que rondarán los 31^º.
3. El viento soplará con una fuerza de alrededor de 11 km/h a la hora de inicio; y se mantendrá durante de la misma.

Finalmente, también se sabe que el objetivo de la escudería es P2 buscando, por tanto, el pódium.

La salida deseada en este caso es salir con neumáticos medios y tener una única parada en boxes. En esa parada pondremos neumáticos duros y se parará entre la vuelta 19 y 25. Además, en el caso de que haya safety car en el primer tercio de la carrera (hasta la vuelta 16), no entraríamos en boxes, mientras que si ocurre en el segundo o tercer tercio, sí que haríamos la parada. En cuanto a la carga de combustible de salida, serán aproximadamente 110 kg. En cuanto al ala trasera el valor tendría que ser 6, y el ala trasera debería ser 10. Por último el diferencial al acelerar deberá ser del 80 % y de frenado el 55 %.

Segundo caso: ²

En el segundo ejemplo de uso, la escudería busca elaborar la estrategia para el circuito de Mónaco. En este caso, los datos obtenidos sobre la pista y la carrera son:

1. La carrera comienza a las 14:00 hora local y el piloto1 parte de la cuarta plaza.
2. La longitud de la pista es de 3337 m, y el número de vueltas total son 78 vueltas, lo que formará una carrera de 260.286 km.
3. El circuito consta de una zona de DRS, aunque el potencial del mismo en este circuito no es muy elevado.
4. Al ser, como en el caso anterior, un circuito estrecho y urbano, la probabilidad de aparición de un Safety Car es del 68 %.
5. Mónaco consta de 19 curvas.

²Para el escenario de uso 2 hemos utilizado las referencias [10] y [11]

6. La carga aerodinámica del circuito es alta.
7. El número de adelantamientos en carreras anteriores es muy bajo.
8. El porcentaje de safety car es del 80 %.

En cuanto a los informes sobre los puntos débiles y fuertes ³ del monoplaza, y el comportamiento de los neumáticos en Montecarlo, son:

1. La velocidad punta del monoplaza no es la más elevada, aunque tenemos uno de los mejores pasos por curvas del campeonato.
2. El monoplaza no está dando problemas de fiabilidad, y se le puede pedir más potencia sin riesgo de fallo mecánico.
3. Los neumáticos tienen muy baja degradación (alrededor del 0.4 %).

Si nos referimos a los datos meteorológicos respecto al día de la carrera, podemos mencionar:

1. La lluvia está casi descartada, sólo con un 10 % de posibilidades para la hora de la carrera.
2. Las temperaturas se mantendrán en 18°C de máxima.
3. Las rachas de viento estarán en torno a los 15 km/h.
4. La humedad será baja.

Por último, en cuanto a los objetivos de la escudería con el piloto1 es P2, ya que se considera que se tiene uno de los mejores rendimiento en Mónaco.

En este caso, la salida deseada sería salir con neumáticos blandos, y hacer la parada en boxes durante las vueltas 19-26, para completar la última parte de la carrera con el medio. Si hay safety car en el primer tercio de la carrera, no entraríamos. En el segundo y si no hemos entrado aún entraríamos, y en el tercero de ellos tampoco entraríamos. El ala delantera tendría el valor de 10, mientras que la trasera tendrá un valor de 11; y el diferencial al acelerar deberá ser del 55 %, y el de frenada del 50 %.

³Para los puntos fuertes y débiles nos basamos en la información procedente de la referencia[12]

1.1.3. Elementos reutilizables

A continuación se proporcionará un listado de aquellos componentes que se considera que se podrían reutilizar:

1. Bases de Datos pertenecientes a carreras anteriores.
2. Puntos fuertes y débiles del monoplaza.
3. Características de los neumáticos (pese a no poder utilizar ciertos datos como la degradación en el circuito).
4. Componentes disponibles para el monoplaza.
5. Características del piloto.
6. Reglamentos de la FIA, con datos como número de neumáticos/circuito o reglas como la obligación a usar los mismos neumáticos si quedaste entre la primera y la décima posición.

1.2. Fase de Especificación

En esta etapa nos centraremos en el modelado de conocimiento. En ella se procederá a seleccionar la plantilla de tareas, realizar una especificación inicial del esquema del conocimiento del dominio y completar dicha especificación.

1.2.1. Metodología empleada

En cuando a la metodología empleada para completar la especificación del modelo de conocimiento, hemos seguido la metodología middle-out. Esta consiste en que, a partir de la estructura inferencial, se recuperan las tareas y métodos; y luego la convertimos a nuestro esquema del dominio.

Se decidió escoger esta metodología principalmente debido a que la plantilla de la tarea ya nos proporciona una buena aproximación de la estructura inferencial y, también, por cuestiones de ahorro de tiempo, ya que la metodología middle-in es mucho más costosa en este aspecto.

1.2.2. Plantilla anotada

Nuestra tarea a modelar durante esta fase de modelado sería *selección de la mejor estrategia*, caracterizada en los formularios TM-1 y TM-2. Por ello, la plantilla seleccionada fue la de Diagnóstico, siendo la que mejor se adapta a nuestro caso.

Tomamos la plantilla de diagnóstico como base para nuestro esquema. Sin embargo, para poder adaptarla mejor a nuestras necesidades, tuvimos que hacer la siguiente modificación: *Se ha añadido una nueva inferencia para la abstracción de los datos introducidos*.

Además, hemos modificado la función de transferencia que se empleaba en la plantilla. Hemos utilizado el tipo *Presentar (present)*, en vez de *Obtener (obtain)*, debido a que aunque en ambas la iniciativa es del sistema, en la de obtener la información es externa al propio SBC. En nuestro caso, la información que vamos a observar se le ha pasado inicialmente al sistema y por tanto esa información es interna, y la función de transferencia que nos permite llevar a cabo estas acciones es la de *Presentar (present)*.

En la figura 1 podemos ver la plantilla anotada. En ella, además de realizar una breve explicación sobre lo que es en nuestro cada uno de los roles dinámicos de la plantilla, hemos utilizado un breve ejemplo de un posible valor para cada uno de ellos.

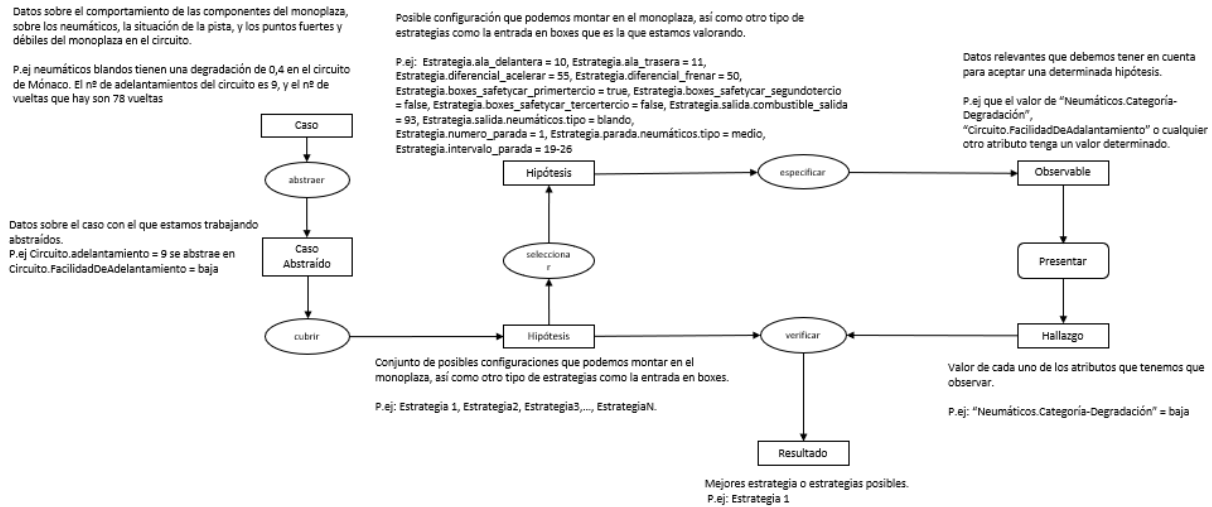


Figura 1: Plantilla de diagnóstico anotada

Gracias a todo esto hemos podido confirmar que la plantilla de diagnóstico es la plantilla óptima para el caso con el que estamos trabajando.

1.2.3. Esquema inicial del dominio

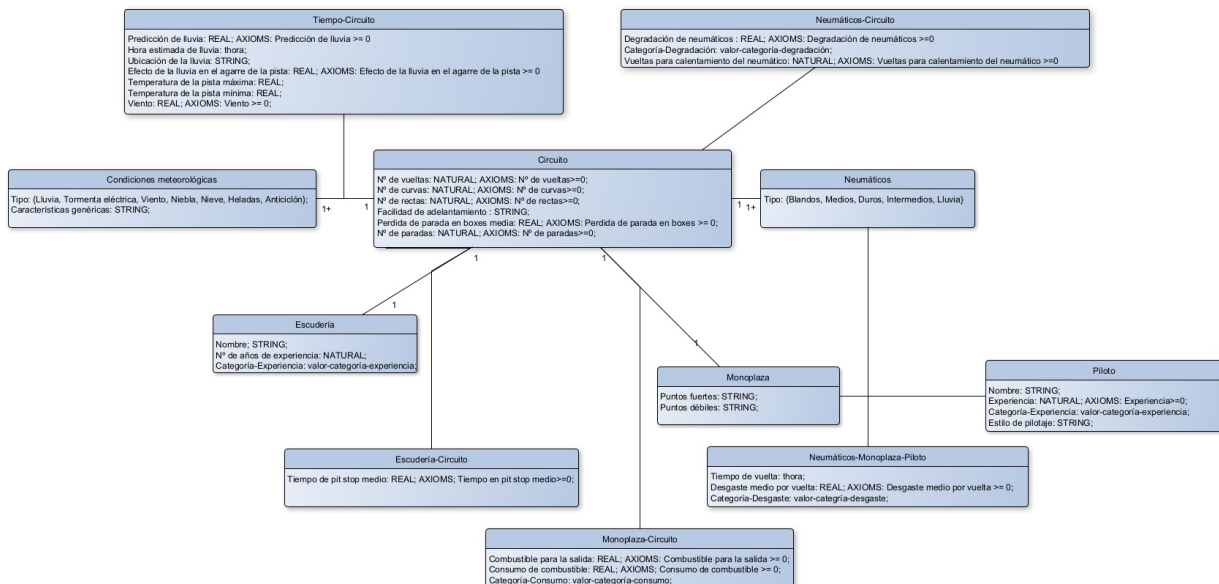


Figura 2: Plantilla inicial del dominio

Mediante el esquema de la figura 2 tratamos de representar aquella terminología general utilizada para describir el conocimiento del dominio.

A continuación definiremos los conceptos que inicialmente hemos definido en nuestro dominio:

- *Circuito*: Información general del circuito y datos recogidos en otros años para este circuito.
- *Neumáticos*: Su atributo define los posibles compuestos para la carrera.
- *Monoplaza*: Sus atributos son todos los datos recogidos sobre el monoplaza.
- *Piloto*: Sus atributos son todos los datos conocidos acerca del piloto.
- *Escudería*: Sus atributos nos permiten definir a cada uno de los equipos y su experiencia en la F1.
- *Condiciones meteorológicas*: Sus atributos son los datos de cada uno de los fenómenos meteorológicos.

En el esquema inicial, también podemos encontrar 5 relaciones entre conceptos. En este caso todas ellas son relaciones binarias y además están materializadas.

- *Neumáticos-Circuito*: Sus atributos nos permiten conocer el comportamiento de los neumáticos en el circuito correspondiente.
- *Tiempo-Circuito*: Almacena información general sobre las condiciones meteorológicas y como afectan a la carrera.
- *Escudería-Circuito*: Su atributo nos define el tiempo que tarda la escudería en realizar un cambio de compuestos en el circuito (incluye también el tiempo medio de entrada en boxes).
- *Monoplaza-Circuito*: Información sobre el comportamiento del vehículo en el circuito.
- *Neumáticos-Monoplaza-Piloto*: Información de los distintos compuestos en el monoplaza teniendo en cuenta el estilo de pilotaje del piloto.

1.2.4. Estructura inferencial y Mapeo

En este apartado describiremos cómo usar las estructuras estáticas definidas en el Conocimiento de Dominio para llevar a cabo procesos de razonamiento.

En la figura 1 podemos ver la plantilla anotada que tomamos que se descompondría en 5 inferencias y una función de transferencia. Definiéndose de la siguiente forma:

- **Abstraer:** Abstrae los datos que recibe como entrada para sacar unos adaptados al sistema.
- **Cubrir:** Busca una posible causa de avería o fallo. En nuestro caso busca el conjunto de hipótesis factibles para nuestra situación.
- **Seleccionar:** Selecciona una hipótesis desde un conjunto de posibles hipótesis (conjunto diferencial).
- **Especificar:** Nos indica qué elementos deben ser analizados para comprobar la idoneidad de la hipótesis.
- **Presentar:** Función de transferencia que demanda la inspección de un elemento y devuelve su estado.
- **Verificar:** Nos indica si la hipótesis es acertada o no en base a los estados de los elementos observados.

Por lo tanto, el proceso de nuestro sistema comienza encontrando todas las posibles estrategias candidatas (hipótesis) basándonos en los datos recogidos a lo largo de las distintas pruebas (caso), previa abstracción de aquellos que lo necesiten (abstracción de caso a caso abstraído).

A continuación, elegiremos una hipótesis del conjunto inferencial de forma aleatoria. Para la hipótesis elegida llevaremos a cabo un proceso de especificación de un elemento observable, obteniendo el valor resultante de ese elemento. Una vez obtenido este valor, comprobaremos que cumple los requisitos, verificando por lo tanto si la hipótesis es consistente. Llegados a este punto, podrían darse 3 casos:

1. En la verificación el dato muestra que la hipótesis no es consistente. En este caso se descartará la hipótesis y aquellas que vayan a producir el mismo resultado.
2. En la verificación el dato favorece que la hipótesis es consistente, pero quedan más datos de la hipótesis por comprobar. En este caso seguiremos comprobando el resto de observables.
3. En la verificación se demuestra que la hipótesis es consistente, ya que todos los observables han sido favorables. En ese caso ya hemos verificado que la hipótesis es el resultado o parte de él.

A continuación, se detallará el mapeo de cada una de las inferencias, y roles dinámicos y estáticos, así como su asociación con el conocimiento del dominio.

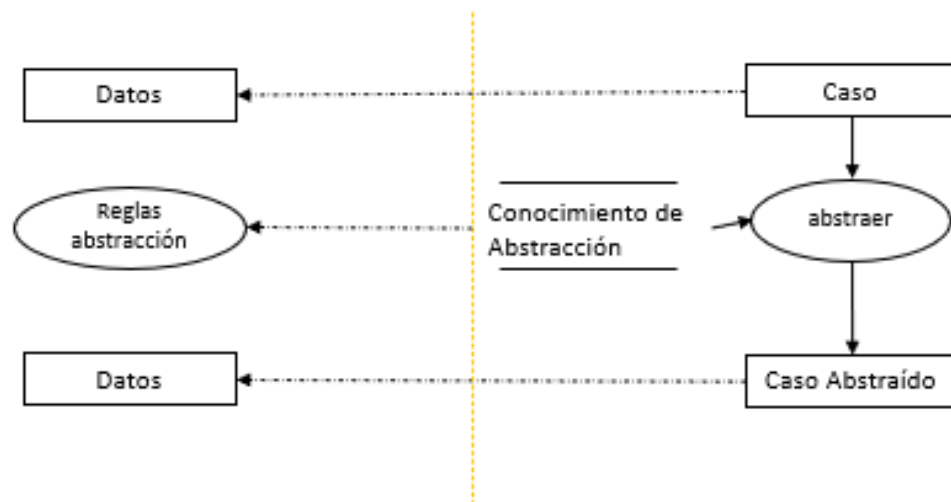


Figura 3: Esquema de representación de la inferencia *Abstraer*

Abstraer

En la figura 3 podemos ver el esquema referente a la inferencia *abstraer* que, a partir de datos particulares, obtiene una descripción cualificada de ellos. Sus roles dinámicos son los siguientes:

- *caso*: rol de entrada que representa los datos iniciales o de entrada que se introducirán en nuestro SBC
- *caso abstraído*: rol de salida que representa los datos después de realizarse una descripción cualificada de los datos iniciales.

Además, mediante el rol estático *conocimiento de abstracción* se representa el modelo que permite realizar asociaciones entre ambos roles dinámicos. En la correspondencia inferencia-dominio este rol estático se corresponde con las reglas de abstracción.

Cubrir

En la figura 4 podemos ver el esquema referente a la inferencia *cubrir* que, a través del caso abstraído, y teniendo en cuenta las reglas, crea las posibles estrategias. Sus roles dinámicos son los siguientes:

- *caso abstraído*: rol de entrada que representa las descripciones cualificadas de los datos iniciales.

- *hipotesis*: rol de salida que representa las posibles estrategias adaptadas al caso abstraído.

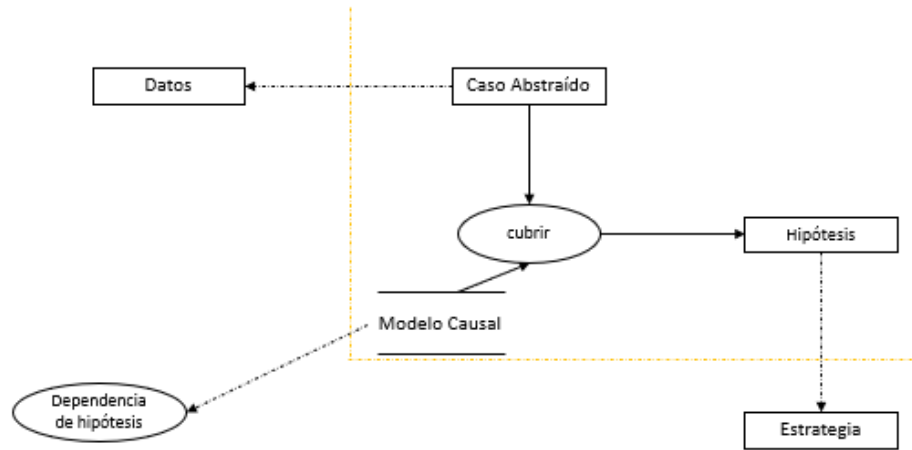


Figura 4: Esquema de representación de la inferencia *Cubrir*

Además, mediante el rol estático *modelo causal* se representa el modelo que permite realizar asociaciones entre ambos roles dinámicos. En la correspondencia inferencia-dominio este rol estático se corresponde con las dependencia de hipótesis.

Seleccionar

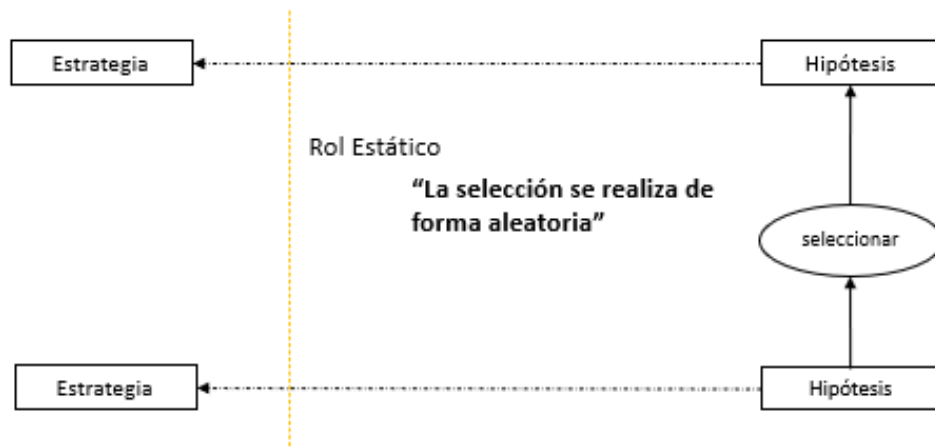


Figura 5: Esquema de representación de la inferencia *Seleccionar*

En la figura 5 podemos ver el esquema referente a la inferencia *seleccionar* que, de entre todas las hipótesis de entrada (aquellas que restringimos con la inferencia *cubrir* tras ver que cumplía), selecciona una de forma aleatoria. Sus roles dinámicos son los siguientes:

- *hipotesis*: rol de entrada que representa todas las hipótesis obtenidas tras el método cubrir.
- *hipotesis*: rol de salida que representa la hipótesis que se ha seleccionado de forma aleatoria.

En este caso, como la selección de hipótesis se realiza de manera aleatoria, la inferencia no llevaría rol estático asociado.

Especificar

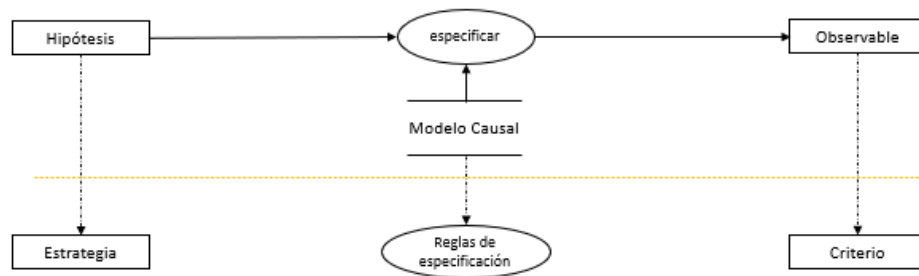


Figura 6: Esquema de representación de la inferencia *Especificar*

En la figura 6 podemos ver el esquema referente a la inferencia *especificar* que, una vez seleccionada la hipótesis de entrada, busca el observable que será analizado para su validación. Sus roles dinámicos son los siguientes:

- *hipótesis*: rol de entrada que representa la hipótesis que se ha seleccionado de forma aleatoria.
- *observable*: rol de salida que representa el atributo que se observará del caso para analizar su valor.

Además, mediante el rol estático *modelo causal* se representa el modelo que permite realizar asociaciones entre ambos roles dinámicos. En la correspondencia inferencia-dominio este rol estático se corresponde con la reglas de especificación.

Presentar

En la figura 7 podemos ver el esquema referente a la función de transferencia *presentar* que, una vez sabemos el observable que necesitamos, obtiene el valor del mismo. Sus roles dinámicos son los siguientes:

- *datos*: rol de entrada que representa el atributo de los datos a observar.
- *datos*: rol de salida que representa el valor del atributo perteneciente a los datos.

Hemos utilizado esta función de transferencia debido a que la iniciativa es del sistema y, además, la información está interna en el SBC. Por tanto este es el tipo de función de transferencia que nos permite llevar a cabo esta acción.

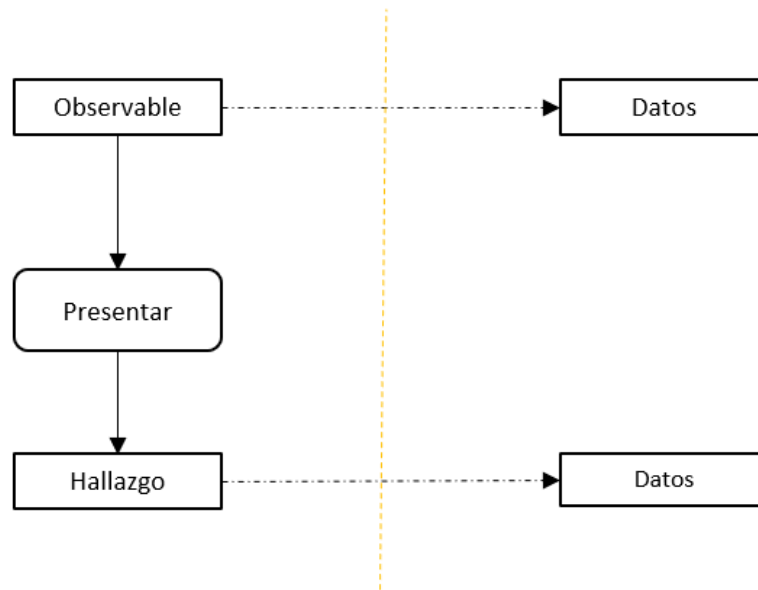


Figura 7: Esquema de representación de la función de transferencia *presentar*

Verificar

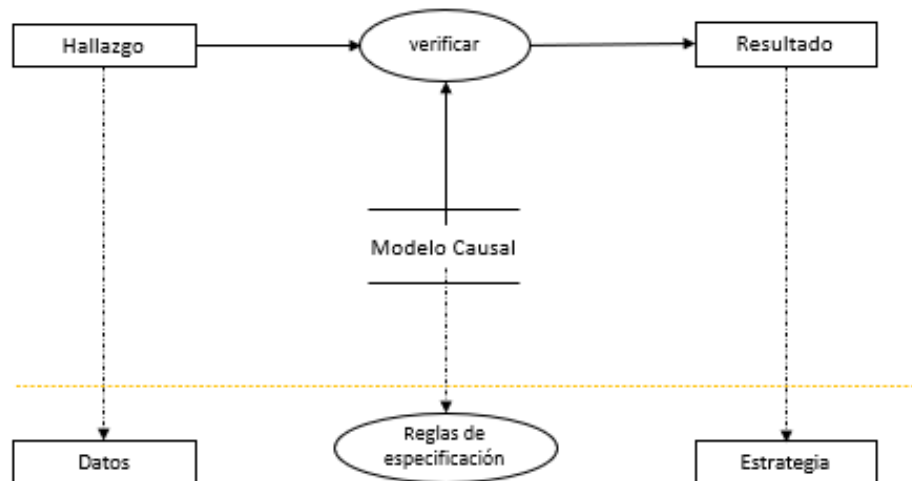


Figura 8: Esquema de representación de la inferencia *Verificar*

En la figura 8, podemos ver el esquema referente a la inferencia *verificar* que comprueba si los resultados tras aplicar la función de transferencia son adecuados para poder aceptar la estrategia. Sus roles dinámicos son los siguientes:

- *hallazgo*: rol de entrada que representa el resultado de aplicar la función de transferencia.
- *resultado*: rol de salida que representa el resultado final del proceso, es decir, si la condición es válida o no.

Además, mediante el rol estático *modelo causal* se representa el modelo que permite realizar asociaciones entre ambos roles dinámicos. En la correspondencia inferencia-dominio este rol estático se corresponde con la reglas de especificación, representadas en la figura 18 y explicadas en la inferencia anterior.

1.2.5. Tarea

En esta sección detallaremos la tarea que forma parte del sistema, la tarea de diagnóstico, y el método empleado, método de cobertura causal (todo ello siguiendo la metodología CML). En la figura 9, se muestran las entradas y salidas del sistema. En cuanto a la entrada sería el caso, que contendría todos los datos de la carrera; y por su parte, la salida, es la estrategia o conjunto de hipótesis idóneas para el gran premio.

Además, también en la figura 9, se muestra el método de cobertura causal que realiza la tarea de diagnóstico. En este caso, en cuanto a la estructura de control, hemos incluido una variación con respecto al original que es la función `abstract()`, que permitiría abstraer el caso.

Su funcionamiento incluirá un primer momento donde se cubren todas las posibles hipótesis para el caso. Una vez ya tenemos el conjunto de hipótesis factibles seleccionaremos una de manera aleatoria y observaremos los aspectos relevantes que nos permitan elegir o rechazar esa hipótesis. Después, recorreremos todo el conjunto de hipótesis y eliminaremos aquellas que no cumplan con la evidencia que hemos obtenido hasta que encontremos la hipótesis idónea o no tengamos más observables por mirar.

```

TASK diagnóstico;
GOAL:
  "Obtener la mejor hipótesis para un caso aplicando los criterios de aceptación de cada una de ellas";
ROLES:
INPUT:
  caso: "Conjunto de datos sobre la carrera y las condiciones meteorológicas, así como información sobre el
    comportamiento del monoplaza en el circuito";
OUTPUT:
  estrategia: "Mejor hipótesis encontrada para una situación de carrea, y acciones a llevar a cabo para cumplir
    con la misma";
END TASK diagnóstico;

TASK-METHOD cobertura causal;
REALIZES: diagnóstico;
DECOMPOSITION:
  INFERENCES: cubrir, seleccionar, especificar, verificar;
  TRANSFER-FUNCTIONS: obtener;
ROLES:
INTERMEDIATE:
  caso_abstraído: "conjunto de datos después de activar las reglas de abstracción";
  conj_hipótesis: "conjunto de hipótesis candidatas activas";
  hipótesis: "solución candidata";
  resultado: "indica el resultado del test";
  hallazgo esperado: "datos que uno normalmente esperaría encontrar";
  hallazgo actual: "datos observados en la práctica";
CONTROL-STRUCTURE:
  caso_abstraído := abstract(caso)
  WHILE NEW-SOLUTION cover(caso_abstraído -> hipótesis) DO
    hipótesis := hipótesis ADD hipótesis;
  END WHILE
  REPEAT
    select(conj_hipótesis -> hipótesis);
    specify(hipótesis -> observable);
    obtain(observable -> finding);
    evidence := finding ADD evidence;
    FOR-EACH hipótesis in conj_hipótesis DO
      verify(hipótesis + evidence -> result);
      IF result == false
        THEN conj_hipótesis := conj_hipótesis SUBTRACT hipótesis;
      END IF
    END FOR-EACH
  UNTIL
    SIZE conj_hipótesis <= 1 OR "no more observables left";
  END REPEAT
  faults := conj_hipótesis;
END TASK-METHOD cobertura causal;

```

Figura 9: Método de cobertura causal para la tarea de diagnóstico

1.2.6. Esquema del dominio final

Tras la realización de todos los procesos mostrados anteriormente, se acabó obteniendo el esquema del dominio de la figura 10, que se ha decidido elegir como esquema del dominio final y será el empleado para fases posteriores.

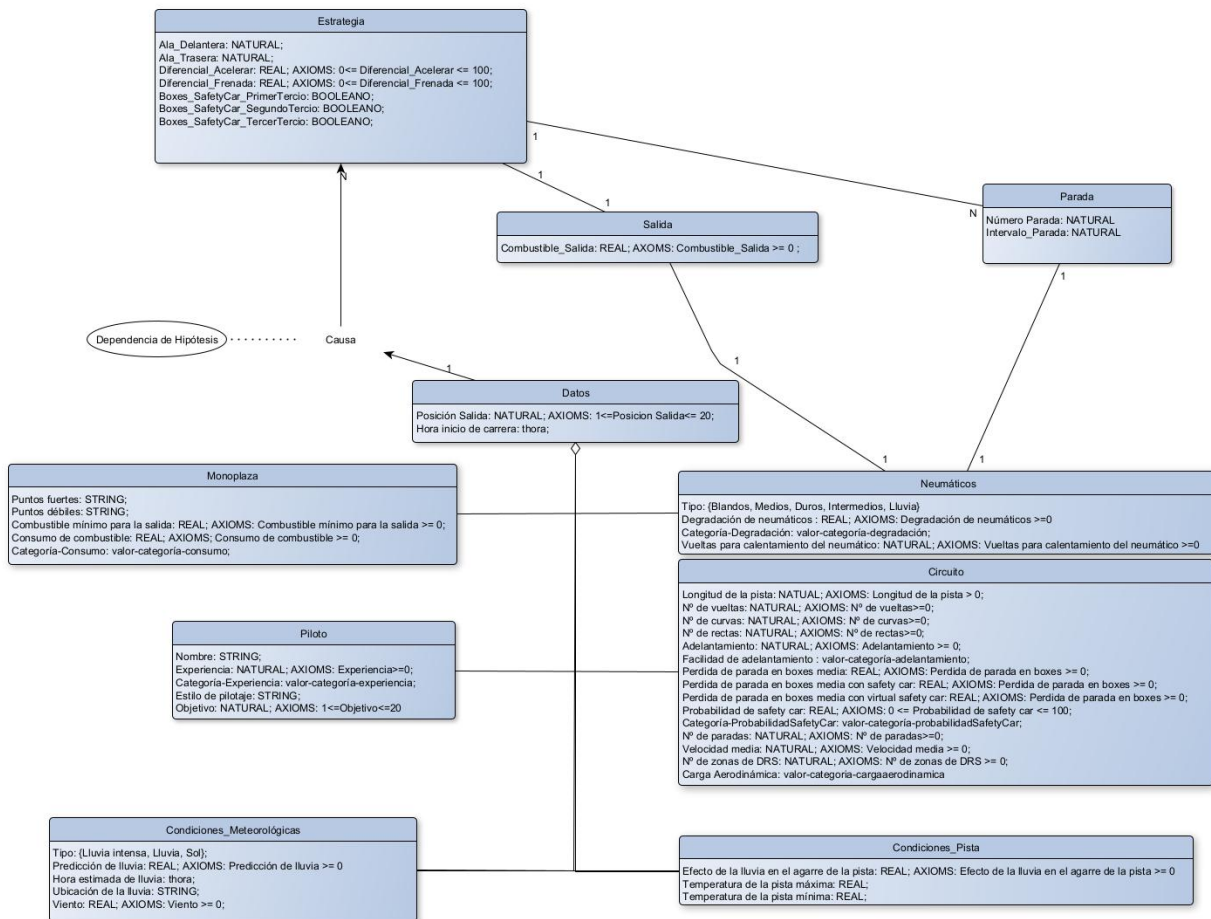


Figura 10: Esquema del dominio final

En primer lugar, destacamos la relación *causa* (figura 11). Esta relación representa cómo con los *Datos*, mediante la *Dependencia de Hipótesis*, causamos la *Estrategia*. Es decir, una vez recopilados los datos crearemos la estrategia en base a ellos.

Para cada *Estrategia* tendremos una serie de paradas (entre 0 y N), representadas mediante la entidad *Parada*. En cada parada almacenaremos número y el intervalo donde se llevará a cabo. Además, indicaremos los neumáticos que se utilizarán en este cambios, por lo que también se relaciona con la entidad *Neumáticos*. Esto lo podemos apreciar en la figura 12.

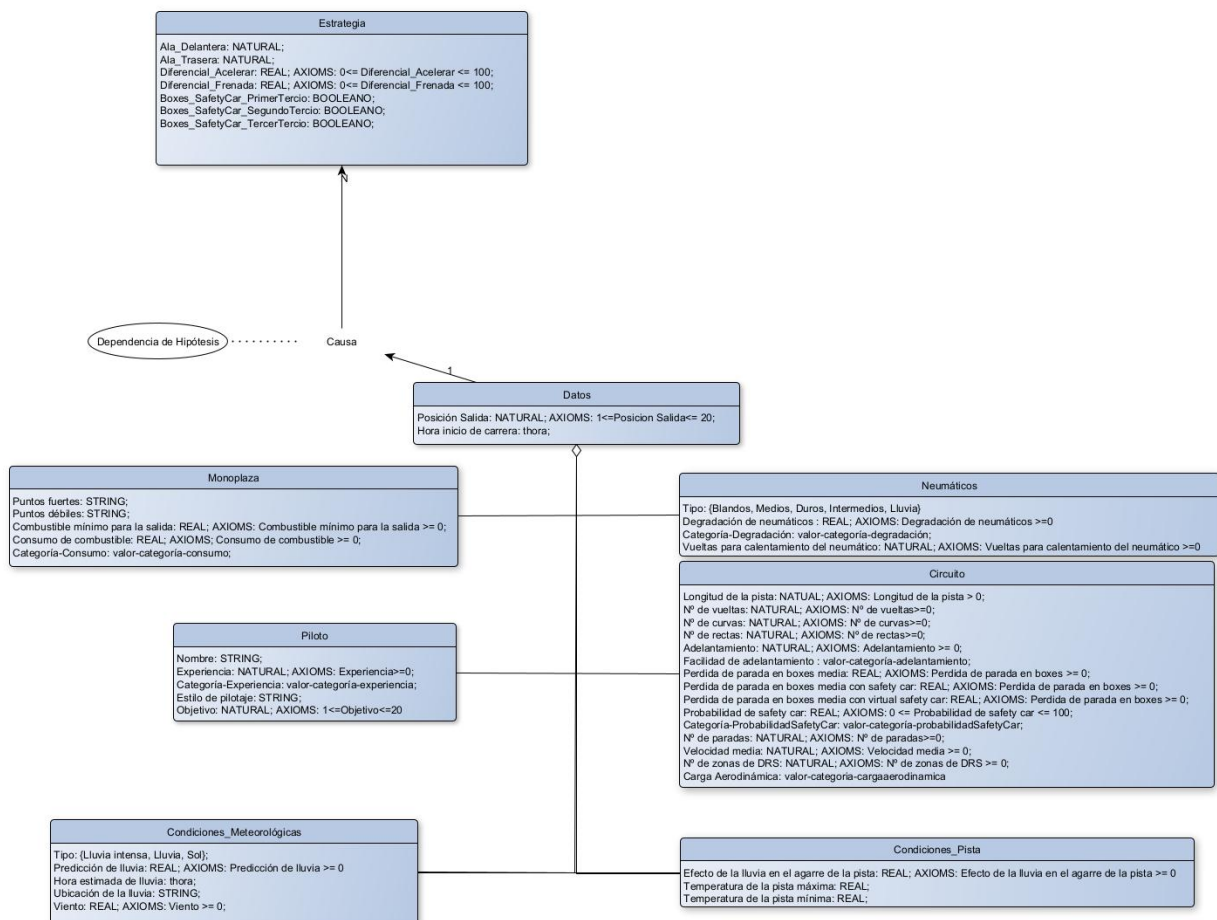


Figura 11: Relación Causa entre las entidades Datos y Estrategia

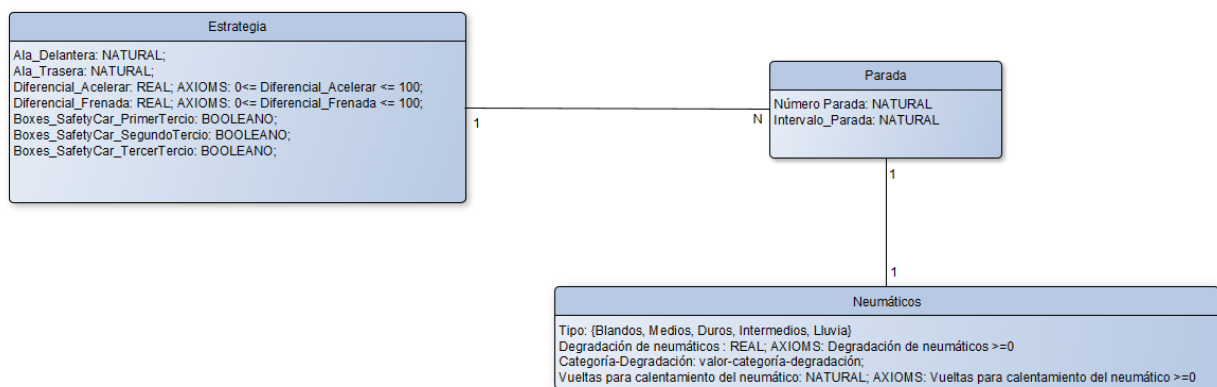


Figura 12: Relación entre Estrategia, Parada y Neumáticos

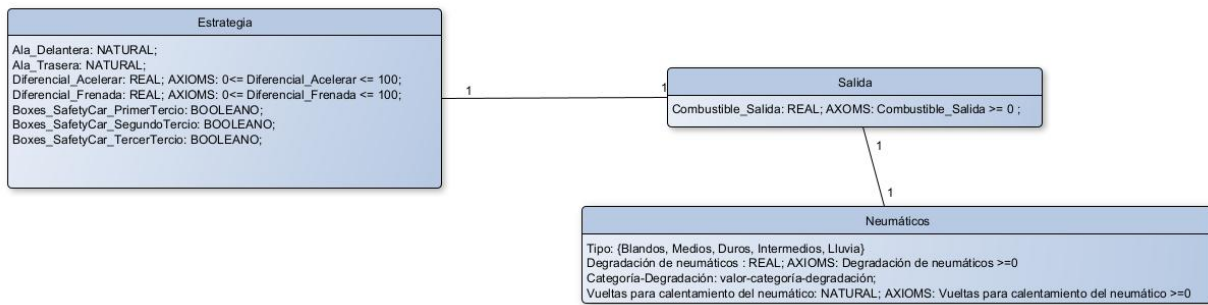


Figura 13: Relación entre Estrategia, Salida y Neumáticos

Por otro lado, ambas entidades también se relacionarán mediante *Salida* (figura 13), que representa por un lado el combustible del que dispondremos en la salida de la carrera según nuestra estrategia y los neumáticos que emplearemos para la misma.

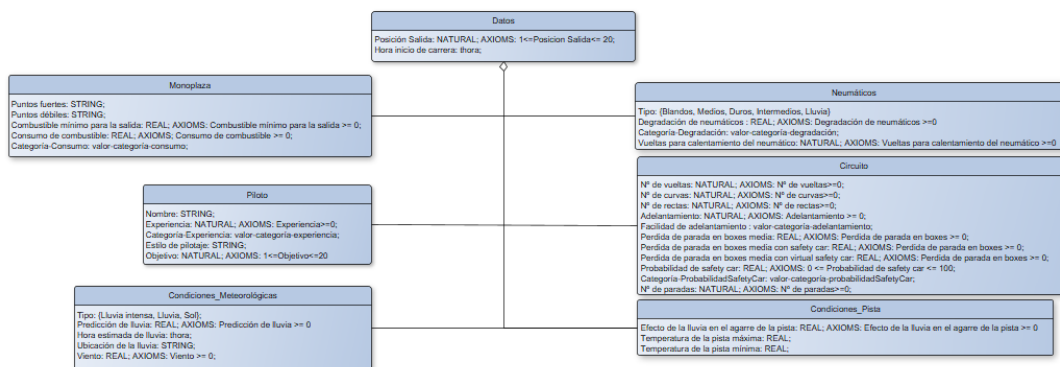


Figura 14: Relación de tipo parte-de entre datos y el resto de entidades que representan una parte de la entidad

Todos los datos de cada prueba (representados con una entidad por elemento al que perteneces) se juntan para formar la entidad *Datos*. Las relaciones de asociación de tipo *parte de* representan una entidad global y cada una de las partes que lo forman, es por ello que decidimos usar este tipo de relación para representar los datos.

En la figura 14 podemos apreciar como el concepto *datos* se puede representar mediante una relación *parte de* con los distintos datos recogidos para cada uno de los elementos relevantes.

1.3. Fase De Refinamiento

1.3.1. Validación

En esta fase, en busca de la validación del modelo, hemos decidido realizar un prototipo detallado sobre papel en el que se simula el escenario planteado. Para ello, nos basaremos en el primer escenario propuesto en la fase de identificación.

Interacción Usuario-Sistema. La escudería necesita para evaluar las posibles estrategias para el gran premio de Jeddah. Los trabajadores nos proporcionan la siguiente información:

1. La carrera comienza a las 14:00 hora local y el piloto1 parte de la cuarta plaza.
2. La longitud de la pista es de 6175 m, y la carrera consiste en 50 vueltas al mismo, lo que serían 308.75 km.
3. La velocidad media de la pista es de unos 250 km/h, aunque se alcanzan los 310 km/h en las zonas DRS.
4. La pista consiste en 3 zonas de detección de DRS distribuidas en los segundo y tercer sectores. Esto permite que el número de adelantamientos sea elevado (alrededor de unos 41).
5. Al ser un circuito urbano y muy estrecho, la probabilidad de aparición de un Safety Car es del 73 %.
6. El circuito consta de 27 curvas, aunque la mayor parte de ellas son curvas rápidas. Aún así el número de rectas es mas elevado, alrededor de 29.
7. La carga aerodinámica del circuito es baja.
8. La velocidad punta del monoplaza no es la más elevada, aunque tenemos uno de los mejores pasos por curva rápida del campeonato.
9. El sector fuerte de Ferrari en el circuito de Jeddah es el segundo, al tener muchas curvas rápidas.
10. El motor Ferrari no está dando problemas de fiabilidad, y se le puede pedir más potencia sin riesgo de fallo mecánico.
11. Los neumáticos medios apenas tienen degradación (alrededor del 0.4 %), y se suelen usar los neumáticos medios y duros, evitando así un mayor número de paradas en boxes.
12. La previsión de lluvia es nula para el día de la carrera.

13. Se esperan temperaturas elevadas que rondarán los 31º.
14. El viento soplará con una fuerza de alrededor de 11 km/h a la hora de inicio y se mantendrá durante de la misma.
15. El objetivos de la escudería con este piloto es P2, buscando por tanto el podium.

Comportamiento del modelo. En este momento tenemos los valores introducidos por la escudería, que formarán nuestro caso. El caso se almacena en la entidad Datos de la siguiente manera:

1. Datos.HoraInicioDeCarrera = 14:00
2. Datos.PosiciónSalida = 4
3. Circuito.LongitudDeLaPista = 6175
4. Circuito.NºDeVueltas = 50
5. Circuito.VelocidadMedia = 250
6. Circuito.NºDeZonasDRS = 3
7. Circuito.NºDeCurvas = 27
8. Circuito.NºDeRectas = 29
9. Circuito.Adelantamiento = 41
10. Circuito.ProbabilidadSafetyCar = 73
11. Circuito.CargaAerodinámica = baja
12. Monoplaza.PuntosDébiles = Velocidad punta no es la más elevada
13. Monoplaza.PuntosFuertes = Uno de los mejores paso por curva rápida
14. Monoplaza.PuntosFuertes = Sector 2 es el fuerte de Ferrari
15. Monoplaza.PuntosFuertes = Fiabilidad del motor
16. Neumáticos.Medio.Degradación = 0.4
17. CondicionesMeteorológicas.PredicciónDeLluvia = 0.0
18. CondicionesPista.TemperaturaDeLaPistaMáxima = 31
19. CondicionesMeteorológicas.Viento = 11
20. Piloto.Objetivo = 2

Explicación. Se almacena en los datos, los valores del caso recibido.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del modelo. En este momento se abstraen los datos que nos ha introducido la escudería. Se almacenarían de la siguiente manera en Datos:

1. Datos.HoraInicioDeCarrera = 14:00
2. Datos.PosiciónSalida = 4
3. Circuito.LongitudDeLaPista = 6175
4. Circuito.NºDeVueltas = 50
5. Circuito.VelocidadMedia = 250
6. Circuito.NºDeZonasDRS = 3
7. Circuito.NºDeCurvas = 27
8. Circuito.NºDeRectas = 29
9. Circuito.Adelantamiento = 41
10. Circuito.FacilidaddeAdelantamiento = alta
11. Circuito.ProbabilidadSafetyCar = 73
12. Circuito.Categoría-ProbabilidadSafetyCar = alta
13. Circuito.CargaAerodinámica = baja
14. Monoplaza.PuntosDébiles = Velocidad punta no es la más elevada
15. Monoplaza.PuntosFuertes = Uno de los mejores paso por curva rápida
16. Monoplaza.PuntosFuertes = Sector 2 es el fuerte de Ferrari
17. Monoplaza.PuntosFuertes = Fiabilidad del motor
18. Neumáticos.Medio.Degradación = 0.4
19. Neumáticos.Medio.Categoría-Degradación = bajo
20. CondicionesMeteorológicas.PredicciónDeLluvia = 0.0

- 21. CondicionesPista.TemperaturaDeLaPistaMáxima = 31
- 22. CondicionesMeteorológicas.Viento = 11
- 23. Piloto.Objetivo = 2

Explicación. Se almacena en los datos, los valores del caso abstraído.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del modelo. Tenemos muchas hipótesis que podrían ser óptimas para este caso, y que además cubren el caso abstraído. Entre ellas tenemos las siguientes:

- 1.
 - a) Estrategia.aladelantera = 10
 - b) Estrategia.alatrasera = 11
 - c) Estrategia.diferencialacelerar = 55
 - d) Estrategia.diferencialfrenar = 50
 - e) Estrategia.boxessafetycarprimertercio = true
 - f) Estrategia.boxessafetycarsegundotercio = false
 - g) Estrategia.boxessafetycartercertercio = false
 - h) Estrategia.salida.combustiblesalida = 93
 - i) Estrategia.salida.neumáticos.tipo = blando
 - j) Estrategia.numeroparada = 1
 - k) Estrategia.parada.neumáticos.tipo = medio
 - l) Estrategia.intervaloparada = 19-26
- 2.
 - a) Estrategia.aladelantera = 6
 - b) Estrategia.alatrasera = 10
 - c) Estrategia.diferencialacelerar = 80
 - d) Estrategia.diferencialfrenar = 55
 - e) Estrategia.boxessafetycarprimertercio = true
 - f) Estrategia.boxessafetycarsegundotercio = false
 - g) Estrategia.boxessafetycartercertercio = false
 - h) Estrategia.salida.combustiblesalida = 112

- i*) Estrategia.salida.neumáticos.tipo = blando
- j*) Estrategia.numeroparada = 1
- k*) Estrategia.parada.neumáticos.tipo = duro
- l*) Estrategia.intervaloparada = 9-13
- m*) Estrategia.numeroparada = 2
- n*) Estrategia.parada.neumáticos.tipo = medio
- n̂*) Estrategia.intervaloparada = 32-38

Explicación. Se ejecuta la inferencia cubrir y se generan todas las hipótesis que pueden solucionar el caso con el que estamos trabajando.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Se selecciona una de las hipótesis, por ejemplo la hipótesis 1. De esta manera entonces: hipótesis = hipótesis1

Explicación Se selecciona de manera aleatoria una de las hipótesis, y será con la que trabajaremos.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Si la hipótesis fuese verdad, entonces se tendría que cumplir el siguiente observable: Circuito.FacilidadDeAdelantamiento = baja

Explicación. Si la hipótesis fuera correcta, sería difícil adelantar en el circuito.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del modelo. El hallazgo indica que: Circuito.FacilidadDeAdelantamiento = alta

Explicación. En base a los datos, el sistema observa que la facilidad de adelantamiento en el circuito de Jeddah es elevada.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del modelo. Con la inferencia verificar, se obtiene que $Estrategia1 = False$

Explicación. Después de comprobar el primer observable, la búsqueda de evidencias ha fallado. Por tanto sabemos que esta estrategia no es válida, y eliminaríamos también todas aquellas que necesiten que la facilidad de adelantamiento sea baja.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del modelo. Se selecciona otra hipótesis del conjunto de hipótesis. Obtenemos por tanto $hipótesis = hipótesis2$

Explicación. Se selecciona de manera aleatoria otra hipótesis, que será con la que trabajemos a partir de ese momento.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del modelo. Para que esta estrategia sea la mejor opción para el caso debe cumplir el siguiente observable: $Circuito.categoría-ProbabilidadSafetyCar = alta$.

Explicación. Si la hipótesis fuera correcta, la probabilidad de que haya Safety Car en la carrera es alta.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. El hallazgo nos indica que `Circuito.categoría-ProbabilidadSafetyCar = alta`.

Explicación En base a los datos que tiene el sistema, se puede afirmar que la probabilidad de que haya Safety Car durante la carrera es alta.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Con la inferencia verificar, podemos decir que `result = true`.

Explicación Podemos afirmar según los datos obtenidos que la `estrategia2` puede ser la óptima al cumplirse este observable.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Para que esta estrategia sea la mejor, debe cumplirse el siguiente observable: `Circuito.nºdevueltas >= 40`.

Explicación. Si la hipótesis fuese la idónea, la carrera debería estar formada por como mínimo 40 vueltas.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. El hallazgo nos indica que `Circuito.nºdevueltas=50`.

Explicación. Se puede afirmar que el nº de vueltas son 50.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Con la inferencia verificar, podemos decir que `result = true`.

Explicación Podemos afirmar según los datos obtenidos que la estrategia2 puede ser la óptima al cumplirse este observable.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Para que esta estrategia sea la mejor, debe cumplirse el siguiente observable: `Monoplaza.puntosfuertes = Curvas rápidas`.

Explicación. Para que sea la mejor hipótesis, el monoplaza debe tener como punto fuerte el paso por curvas rápidas.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. El hallazgo nos indica que `Monoplaza.puntosfuertes = Uno de los mejores paso por curva rápida`.

Explicación. Se afirma que el paso por curva rápida del Ferrari, es uno de sus puntos fuertes.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Con la inferencia verificar, podemos decir que `result = true`.

Explicación Podemos afirmar según los datos obtenidos que la estrategia2 puede ser la óptima al cumplirse este observable.

Interacción Usuario-Sistema.

Comportamiento del Modelo. Observables = NULL Conjhipótesis = 1

Explicación No hay más observables para verificar la idoneidad de la hipótesis, y el conjunto de hipótesis con las que trabajamos se han quedado en una única.

Interacción Usuario-Sistema. La estrategia idónea es Estrategia2.

Comportamiento del Modelo. Resultado = Estrategia2

Explicación La estrategia idónea para este caso es la estrategia2 que será devuelta al usuario como salida del SBC.

1.3.2. Bases de conocimientos

Se muestran a continuación las Bases de Conocimiento. En general, se completaron mediante el conocimiento adquirido en las fases iniciales. Sin embargo, para algunas de ellas se requirió un proceso de reutilización de bases de conocimiento ya existentes.

Reglas de Abstracción. El objetivo principal de las reglas de abstracción es abstraer algunos valores numéricos y clasificarlos en tres clases diferentes. La definición del tipo de valor utilizado para esa clasificación se muestra representada en la figura 15 ⁴.

```
VALUE-TYPE valor-categoría;
TYPE: REAL;
VALUE-LIST: (baja, media, alta);
END VALUE-TYPE valor-categoría-degradación;
```

Figura 15: Definición del tipo valor-categoría.

En la figura 16 podemos ver algunos ejemplos de reglas de abstracción. En ella podemos ver en la zona del antecedente a *ABSTRAER* los atributos del caso y en la zona

⁴Para la degradación de los neumáticos hemos utilizado la referencia [13]

del consecuente, los atributos del caso abstraído equivalentes.

| | | |
|---|--|---|
| monoplaza.consumodecombustible <= 33 ABSTRAER Categoría-Consumo: baja | circuito.probabilidadDeSafetycar <= 33 ABSTRAER Categoría-Consumo: baja | piloto.experiencia <= 33 ABSTRAER Categoría-Consumo: baja |
| monoplaza.consumodecombustible <= 66 ABSTRAER Categoría-Consumo: media | circuito.probabilidadDeSafetycar <= 66 ABSTRAER Categoría-Consumo: media | piloto.experiencia <= 66 ABSTRAER Categoría-Consumo: media |
| monoplaza.consumodecombustible > 66 ABSTRAER Categoría-Consumo: alta | circuito.probabilidadDeSafetycar > 66 ABSTRAER Categoría-Consumo: alta | piloto.experiencia > 66 ABSTRAER Categoría-Consumo: alta |
| circuito.facilidaddealantamiento < 10 ABSTRAER Valor-categoría = baja | neumatico.degradacióndeneumaticos <= 0,5 ABSTRAER Categoría-Consumo: baja | |
| circuito.facilidaddealantamiento < 30 ABSTRAER Valor-categoría = media | neumatico.degradacióndeneumaticos <= 2 ABSTRAER Categoría-Consumo: media | |
| circuito.facilidaddealantamiento > 30 ABSTRAER Valor-categoría = alta | neumatico.degradacióndeneumaticos > 2 ABSTRAER Categoría-Consumo: alta | |

Figura 16: Esquema de representación del tipo de regla *Reglas abstracción*

Reglas de dependencia de hipótesis. El objetivo principal de estas reglas es la de cubrir todas las posibles hipótesis para el caso con el que estamos trabajando.

En la figura 17, podemos observar algunas reglas donde el antecedente de la regla son los valores que de darse en el caso abstraído, causarían (*CAUSA*) los valores de los atributos del consecuente en las posibles la hipótesis.

| | |
|--|--|
| Datos.circuito.nºdeRectas > Datos.circuito.nºdeCurvas CAUSA Estrategia.Diferencial_Acelerar > Estrategia.Diferencial_Frenada | Datos.condiciones_meteorológicas.tipo = Lluvia intensa CAUSA Estrategia.Salida.Neumáticos = Lluvia |
| (Datos.circuito.nºdeCurvas > Datos.nºdeRectas) AND (Datos.condiciones_meteorológicas = Lluvia) CAUSA Estrategia.Diferencial_Acelerar – Estrategia.Diferencial_Frenada < 5 | Datos.condiciones_meteorológicas.tipo = Lluvia CAUSA Estrategia.Salida.Neumáticos = Intermedios |
| (Datos.circuito.nºdeCurvas > Datos.nºdeRectas) AND (Datos.condiciones_meteorológicas != Lluvia) CAUSA Estrategia.Diferencial_Acelerar – Estrategia.Diferencial_Frenada < 15 | Datos.condiciones_meteorológicas.tipo = Sol CAUSA Estrategia.Salida.Neumáticos = Blandos OR Medios OR Duros |

Figura 17: Esquema de representación del tipo de regla *Dependencia de hipótesis*

Reglas de especificación. El objetivo de estas reglas es la de especificar aquellos observables que deben ser estudiados para poder aceptar la idoneidad de la hipótesis. Además estas reglas se utilizan también para verificar los hallazgos obtenidos.

En la figura 18 podemos ver en el antecedente la hipótesis de entrada que estamos evaluando y, a la izquierda, el conjunto de observables que se tendrían que cumplir para

poder validar esa hipótesis.

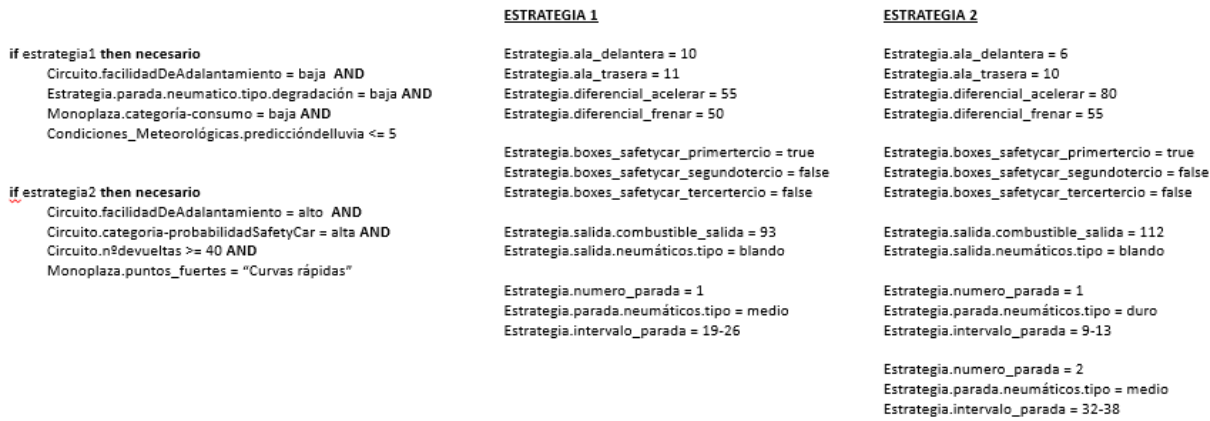


Figura 18: Esquema de representación del tipo de regla *Dependencia de hipótesis*

2. Modelo de Comunicación

En este modelo se especificará de forma detallada los procesos de transferencia de información o conocimiento entre los distintos agentes del SBC. Para ello, se dispone de 3 componentes: el plan de comunicaciones, las transacciones y la especificación del intercambio de información.

2.1. Plan de comunicación general

En este apartado se definirá el Plan de Comunicaciones, elemento del modelo de Comunicación que describe completamente el diálogo de alto nivel que realizan dos agentes para llevar a cabo una tarea conjunta.

En primer lugar, identificaremos los elementos necesarios para desarrollarlo:

- *Tareas del Modelo de Tareas:* En nuestro caso disponemos de un único TM-1, referido a la tarea *Elección de la mejor estrategia*, posteriormente descompuesta en el modelo de conocimiento.
- *Funciones de transferencia del Modelo de Conocimiento:* En nuestro caso solo existe una función de transferencia: *presentar*. Esta función de transferencia se puede ver detallada en la estructura de inferencias desarrollada (apartado 1.2.4 del Modelo de Conocimiento).
- *Agentes implicados:* Existen agentes implicados con la tarea mencionada (definidos en el formulario AM-1): el departamento de estrategia, los pilotos, la base de datos con las especificaciones de componentes disponibles y el software propio y estable para el manejo y control de las distintas configuraciones posibles del monoplaza.

El diagrama de diálogo mostrado en la figura 19 identifica las transacciones (TR) de información que se realizan en el proceso de elección de la mejor estrategia. Cada vez que se necesita llevar a cabo esta tarea, la base de datos de los componentes envía todas las disponibles al departamento de estrategia (TR. ofrecer componentes disponibles). Una vez recibidas, el departamento de estrategia activa el SBC (TR. iniciar consulta). A partir de ese momento comienza un ciclo de preguntas que el SBC realiza para obtener el diagnóstico y para cada una de ellas y con una intención informativa al departamento de estrategia (no esperamos respuesta por parte de este agente) se le informa de lo que estamos realizando (TR. indicar al usuario qué está observando). El SBC obtendrá el diagnóstico final (la estrategia) y se la devolverá al departamento de estrategia (TR. indicar estrategia), que

se encarga de comunicársela al piloto (TR. comunicar sobre estrategia), quien le dará un feedback sobre la misma en base a sus conocimientos y experiencia (TR. aconsejar sobre estrategia). Finalmente, el departamento de estrategia (una vez ha sido aceptado por el piloto) se la transmite al software para llevar a cabo las modificaciones en el monoplaza correspondientes (TR. ofrecer componentes disponibles).

Como complemento al Plan de Comunicación General se realizó el diagrama de estados (figura 20), que especifica el control sobre las transacciones directamente relacionadas con el SBC.

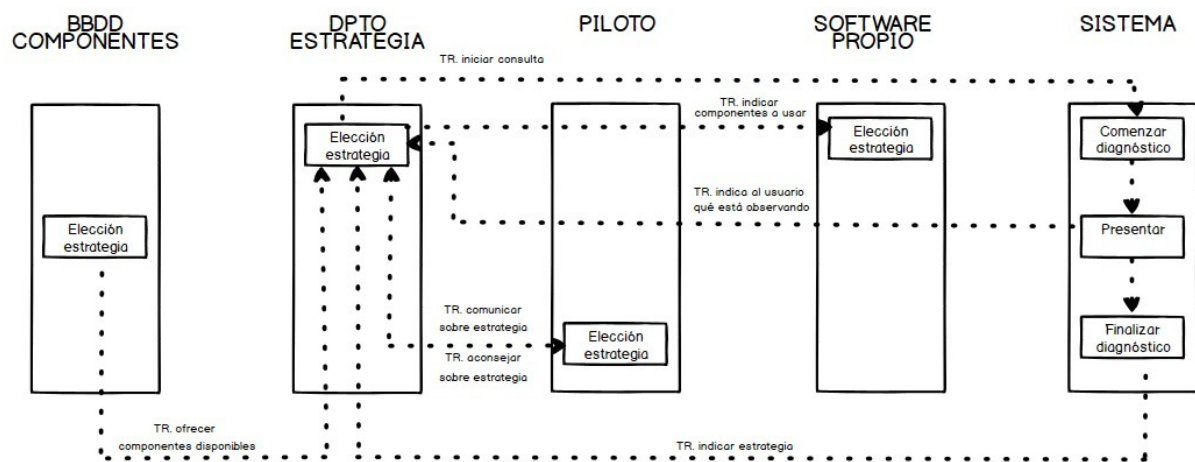


Figura 19: Diagrama de estados del plan de comunicación general para el problema de selección la mejor estrategia

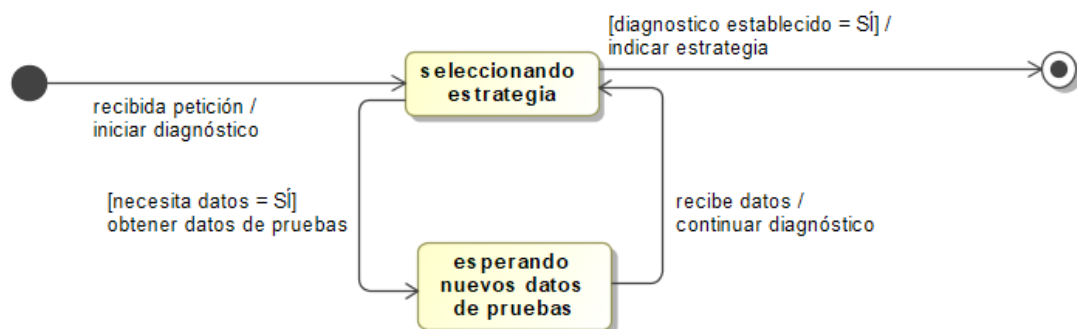


Figura 20: Diagrama de diálogo del plan general para el problema de selección de la mejor estrategia

2.2. Descripción de las Transacciones

En este apartado definiremos una transacción entre dos tareas hojas, llevadas a cabo por dos agentes diferentes. Para ello, haremos referencia al modelo de tareas y agentes del modelo textual (apartado 1.2.5 del documento). Estas definiciones aparecen en las tablas 1, 2 y 3.

| Modelo de Comunicación | Formulario CM-1 |
|---|--|
| NOMBRE DE LA TRANSACCIÓN | <i>Iniciar diagnóstico</i> : Transmite la petición inicial del departamento de estrategia para obtener una estrategia para la próxima carrera, comenzando el diagnóstico. |
| OBJETOS DE INFORMACIÓN | Enlaza las tareas <i>Elección estrategia</i> y <i>diagnóstico</i> transmitiendo entre ellas la petición del departamento de estrategia para una carrera concreta. |
| AGENTES INVOLUCRADOS | El <i>departamento de estrategias</i> es el indicado por parte de la escudería para realizar el proceso y el SBC es la herramienta que emplean, es decir el que la recibe. |
| PLAN DE COMUNICACIONES | El especificado en las figuras 19 y 20. La transacción comienza tan pronto como se procesa la petición y comienza el proceso de diagnóstico. |
| RESTRICCIONES | Es necesario realizar la petición en un formato admitido por el SBC. |
| ESPECIFICACIÓN DEL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN | Esta transacción es de tipo ORDER. |

Tabla 1: Formulario CM-1 para la transacción *Iniciar diagnóstico*

| Modelo de Comunicación | Formulario CM-1 |
|---|---|
| NOMBRE DE LA TRANSACCIÓN | <i>Indicar al usuario qué se está observando</i> : El SBC durante el proceso irá comunicando al usuario qué observable se está observando en ese momento. |
| OBJETOS DE INFORMACIÓN | Enlaza las tareas <i>diagnóstico</i> y <i>elección estrategia</i> transmitiendo entre ellas el observable que se está observando. |
| AGENTES INVOLUCRADOS | El SBC envía al <i>departamento de estrategia</i> el observable que se está observando. |
| PLAN DE COMUNICACIONES | El especificado en las figuras 19 y 20. |
| RESTRICCIONES | Es necesario que el SBC indique la información en un formato que pueda entender el usuario, es decir, debe ser traducido a lenguaje natural. |
| ESPECIFICACIÓN DEL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN | Esta transacción es de tipo INFORM. |

Tabla 2: Formulario CM-1 para la transacción *Indicar componente*

| Modelo de Comunicación | Formulario CM-1 |
|---|--|
| NOMBRE DE LA TRANSACCIÓN | <i>Indicar estrategia</i> : Proporciona las estrategias posibles para la carrera actual teniendo en cuenta los datos obtenidos en las pruebas. |
| OBJETOS DE INFORMACIÓN | Enlaza las tareas <i>diagnóstico</i> y <i>elección estrategia</i> transmitiendo entre ellas la solución que proporciona el SBC a través del proceso llevado a cabo. |
| AGENTES INVOLUCRADOS | El SBC envía al <i>departamento de estrategia</i> las posibles soluciones al problema indicado por el mismo para que pueda compartirlo con el piloto y, con su opinión, tomar la decisión final. |
| PLAN DE COMUNICACIONES | El especificado en las figuras 19 y 20. |
| RESTRICCIONES | Es necesario realizar la petición en un formato que comprenda el departamento de estrategias, es decir, debe ser traducido a lenguaje natural |
| ESPECIFICACIÓN DEL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN | Esta transacción es de tipo REPORT. |

Tabla 3: Formulario CM-1 para la transacción *Indicar estrategia*

2.3. Especificación de las transacciones

Se ha considerado que no hay ninguna transacción lo suficientemente compleja como para necesitar un formulario CM-2.

Referencias

- [1] Amparo Alonso Betanzos, Bertha Guijarro Berdiñas, Adolfo Lozano Tello, José Tomás Palma Méndez, and M^a Jesús Taboada Iglesias. *Ingeniería del Conocimiento. Aspectos Metodológicos*. Pearson Educación, Madrid, España, 2004.
- [2] Hans Akkermans, Anjo Anjewierden, Robert de Hoog, Gus Schreiber, Nigel Shadbolt, Walter Van de Velde, and Bob Wielinga. *Knowledge Engineering And Management*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts and London, England, 1999.
- [3] Marta Marañón. Circuito de jedah: Dónde está, cómo es, características, cómo llegar y fotos del escenario del gp arabia saudita del mundial de f1. *Dazn News*, 2022.
- [4] Adrián Mancebo. Así es el circuito de jeddah, sede del gp de arabia saudí. *Auto Bild*, 2021.
- [5] Cadena3Motor. Todo sobre la nueva pista de f1 en jeddah, arabia saudita. *Cadena3Motor*, 2021.
- [6] TyC Sports. Gp de arabia saudita: cómo es el circuito de jeddah” que debuta en la fórmula 1. *TyC Sports*, 2021.
- [7] Motorlat. F1 — gp arabia saudita 2021 — previsión meteorológica para el fin de semana de carrera. *MotorLat*, 2021.
- [8] Henry Medrano. F1 2021 – guía de configuración para el gran premio de arabia saudita en yeda (jeddah). *RealGaming101*, 2021.
- [9] F1 LATAM. Jeddah - gp de arabia saudita.
- [10] Ana Vázquez. Pirelli revela la distribución de neumáticos para el gp de mónaco 2019. *SoyMotor*, 2019.
- [11] F1 LATAM. Monte carlo - gp de mónaco.
- [12] Alejandro Serrano Aparicio. Los puntos fuertes y débiles de los equipos de f1 2018. *MotorSport*, 2017.
- [13] Basile Davoine. Análisis técnico: ¿cómo se desgastan los neumáticos de un fórmula 1? *Vavel*, 2018.