



CURSO 2020 - 2021

SOLUCIONES ACTIVIDAD EVALUABLE Y CALIFICABLE

1. El planteamiento del caso de estudio y su escenario.

El escenario en el que se situará el funcionamiento del caso de uso (pregunta 2), consiste en un *paquete* para la **gestión sanitaria de una explotación ganadera**. (SanGranja).

Dicho módulo (o *paquete*) forma parte de una aplicación dedicada a la gestión integral ganadera (i-FarM) de la que, para situar este escenario, puede encontrar información ampliada en este [otro documento](#).

El negocio general del usuario de estas aplicaciones es el cuidado y la cría de animales para el consumo humano de sus productos.

Esta descripción del escenario, en el que se ubica el caso de uso que se va a implementar en el ejercicio, se refiere al módulo SanGranja. Lógicamente, interactúa con algunos de los servicios que provee i-FarM (considerado externo a SanGranja) pero, también, con otros servicios aportados por sistemas de apoyo externos (como el Sistema de Gestión del Almacén común con toda la Información –Datos– del sistema integral que, además, también daría soporte a i-FarM).

De esta forma, el propósito fundamental del módulo SanGranja es ocuparse de:

- La gestión Sanitaria de los animales y de las instalaciones. Es decir, de la monitorización, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la salud de cada animal.

El ciclo vital de cada individuo suele transcurrir en unas instalaciones o recintos (Corrales) en los que se supervisan sus condiciones ambientales, la alimentación especializada o los tratamientos sanitarios que recibe. Para realizar esta funcionalidad, se va a suponer que cada animal lleva implantado un dispositivo biométrico que recoge la información necesaria. Estos datos se mantienen en el Sistema de Información global de la explotación, en la parte que le corresponde tanto a i-FarM como a SanGranja.

De la misma manera que ocurre con la aplicación general i-FarM, **el objetivo fundamental de la construcción del módulo SanGranja es que**, además de funcionar colaborativa e independientemente de i-FarM, **sea fácilmente escalable y adaptable a la dimensión de la explotación, a la estructura organizativa con que se realiza, a la naturaleza de su ganadería, a las enfermedades que les afectan y a sus tratamientos**.

Con estas prerrogativas, el funcionamiento de la Gestión Sanitaria del negocio (SanGranja) incluye:

- Un comportamiento automatizado, online y *desatendido* (aunque puede monitorizarse bajo demanda del usuario), que recoge los valores biométricos del ganado, los procesa a través de un Sistema Experto de Salud auxiliar (externo) y registra los resultados en el Sistema de Información global (también externo). Además de esta monitorización, se encarga de gestionar un sistema de alarmas de la salud del ganado.

- El mantenimiento de los expedientes sanitarios de los individuos de la Cabaña. Es decir, el mantenimiento de la información sanitaria sobre el estado de los animales, que se ubica en el Sistema de Información global externo.
- El mantenimiento de la Caracterización de Enfermedades (síntomas, vectores de transmisión, tratamientos, etc.) que se gestionan en el módulo y cuya información también reside en el Sistema de Información global externo.
- Gestión Sanitaria de la Estabulación. Es decir, el mantenimiento de la información sobre la ubicación de los animales, en un Corral u otro, que, por motivos sanitarios, varía respecto a la planificación normal de la explotación (aislamiento, etc.). Como se ha indicado, el ciclo vital de los animales transcurre, principalmente, en recintos específicos de las instalaciones de la granja (Corrales, establos, chiqueros, jaulas, etc.). La gestión de la producción (implementado en algún módulo de i-FarM) se encarga de planificar la estancia de cada animal en un Corral determinado y de programar sus Traslados de uno a otro. El registro de este seguimiento también forma parte de la información de cada animal, que se mantiene (por el módulo que corresponda) en el Sistema de Información global externo.
- El Análisis de los datos sobre la situación y la evolución sanitarias del ganado. En este objetivo se incluye la realización de simulaciones sobre la evolución de una enfermedad, una de las opciones que constituirá el caso de uso que se desarrolla en este ejercicio.
- El mantenimiento de los parámetros de configuración y funcionamiento del módulo. Obviamente, para que esto sea posible es imprescindible que todos los componentes implementados sean funcionalmente independientes, adaptables y comprensibles.

Detalles y simplificaciones admitidas:

- Lo más importante: Para delimitar sustancialmente el ámbito del código que hay que construir, este estudio se circunscribe a la implementación de la funcionalidad estricta del escenario descrito (SanGranja), y no a cómo se realiza la interacción ni con los Actores principales (la Capa de Presentación, IU) ni con los servicios que proveen los sistemas de apoyo externos (Capa de Servicios y de Acceso a Datos Externos). Con esta limitación, además de *centrar* la atención sobre el objetivo del desarrollo, se obliga a que su implementación se independice de cómo se concreten esos elementos externos (los de la IU o los de esos sistemas de apoyo externos, incluido el almacén externo en el que se gestionan todos los datos que SanGranja pueda necesitar: el Sistema de Información global externo).

Esto es aplicable en todos los niveles de granularidad y, por consiguiente, tanto en la evaluación de los casos de uso primarios del módulo SanGranja, como en todos los pasos de la implementación del caso de uso definido en la pregunta 2.

SOLUCIONES PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTINUA 2021

- De esta forma, las únicas tareas en la elaboración de la solución del ejercicio, a partir de la pregunta 2, están destinadas a:
 - Comprender los requisitos funcionales del caso de uso especificado en esa pregunta. Es decir, a definir esa funcionalidad, qué datos maneja y cómo se deben utilizar.
 - Especificar ese funcionamiento a través de su implementación con código (diseño), pero de forma que ese código sea funcionalmente independiente, adaptable y comprensible.

Es decir, no hay que preocuparse de cómo se presentan los resultados ni de cómo se guardan los datos o cómo se obtienen, sino de qué datos se necesitan para el funcionamiento del caso de uso y cómo deben organizarse para que el código los utilice de manera desacoplada, flexible y comprensible. Los datos necesarios para el caso de uso están en el Sistema de Información global externo y los mecanismos para su obtención no forman parte de la funcionalidad que se estudia en este ejercicio, pero sí en qué estructuras se organizan para ser utilizados de la manera descrita.

- De la misma manera, se asume que tanto i-FarM como SanGranja tienen todos los dispositivos e instalaciones necesarios, así como tienen implementados todos los mecanismos que se precisan para su manejo, de forma que el correcto funcionamiento del caso de uso sea posible por sí mismo.
- En cada pregunta se ampliarán los detalles que se precisen para elaborar la respuesta que se pide en ella.

Material recomendado para la realización de esta prueba:

- Libro de texto de la asignatura.
- Manuales y documentación adicional para el enfoque y comprensión de los contenidos del libro y de la asignatura. Referenciados en las indicaciones para el estudio y realización de las actividades en la guía de la asignatura, en su página web informativa y en el curso virtual.
- Soluciones propuestas para las PEC de los cursos 2016, 2017, 2019 y 2020.

Los contenidos de este tipo de cuadros son recomendaciones y ayudas para enfocar el planteamiento de las preguntas y elaborar las respuestas en esta actividad. **Dichas recomendaciones no suelen aparecer en los enunciados del examen.**

2. El enunciado de cada cuestión y las respuestas. Para cada cuestión, incluirá los desarrollos, listados, diagramas y las argumentaciones que estime necesarios.

Sección 1. Evaluación de los **Casos de Uso**. (Fase de Inicio). Se trata de ubicar y caracterizar, globalmente, el sistema software que va a desarrollarse: cuáles son sus funciones principales (casos de uso primarios), qué Actor o Actores las dirigen y con qué sistemas o actores de apoyo externos necesitan interactuar para cumplir con su objetivo.

1. (1'1 puntos) Represente, en un diagrama UML de casos de uso, los casos de uso primarios (Elementary Business Process) más importantes, sus actores principales, los de apoyo y las interacciones correspondientes para el módulo SanGranja.

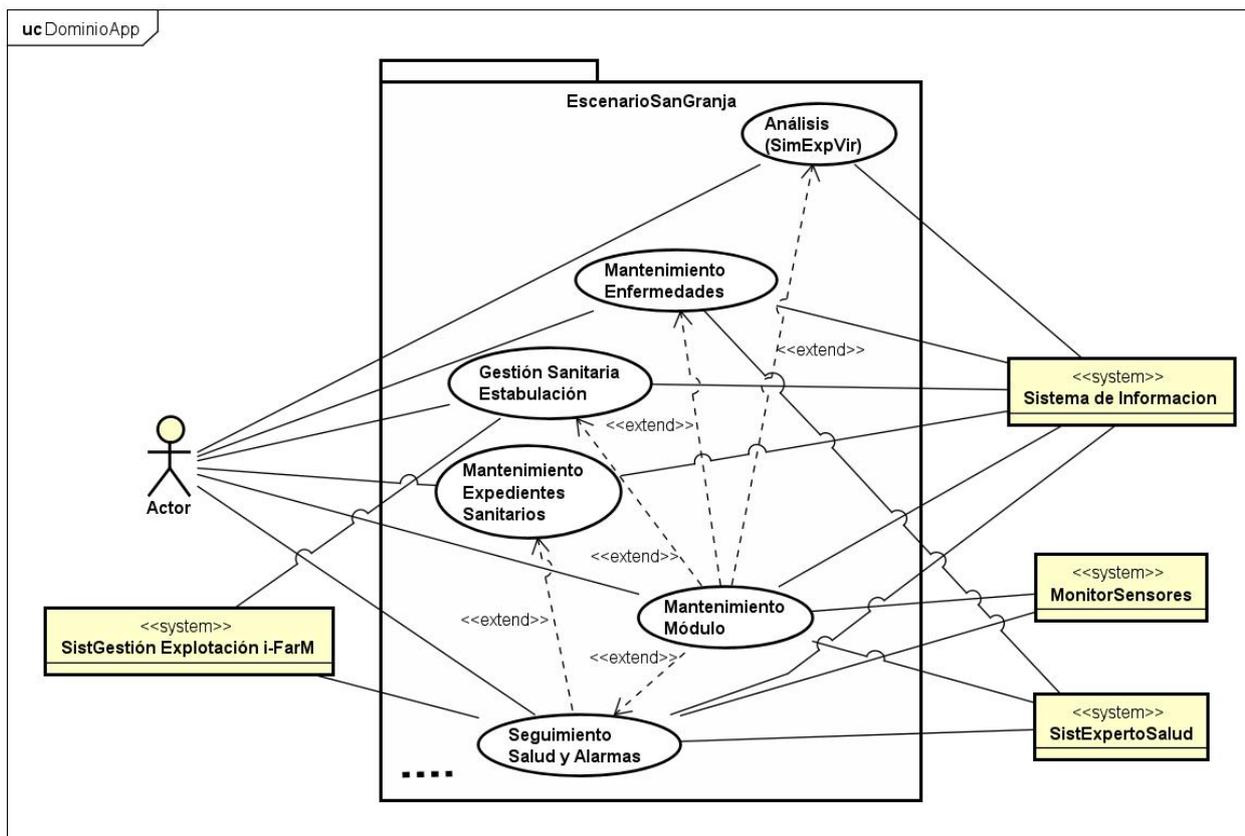
Los Casos de Uso **no son orientados a objetos**. En la construcción progresiva del Modelo de Casos de Uso inicialmente se utilizan elementos que no son software (ni código, ni clases ni sus relaciones), sino que se refieren a cómo se usa la aplicación y qué información se necesita para ello.

No es hasta la implementación del funcionamiento de cada caso de uso (en el diseño, en la pregunta 4 y siguientes), cuando aparecerán las clases software y cómo colaboran sus instancias para ejecutar ese funcionamiento.

En este diagrama, la aplicación SanGranja enmarca la principal funcionalidad que contiene (sus casos de uso primarios). Fuera de ella, se representa el/los actores primarios, su interacción (mediante la que manejan determinados casos de uso) y los actores de apoyo que, mediante su interacción correspondiente, necesita cada caso de uso para cumplir con su objetivo o funcionalidad.



Solución propuesta:



Nota: En el diagrama se han incluido relaciones <<extend>> (relación condicional) para facilitar la comprensión de la función que cumplen los casos de uso y en qué consiste cada una. **En un examen, no se recomienda que se entre en esos detalles** (relaciones entre casos de uso: *include*, *extend* y *generalize*), **sino que se identifique con precisión dónde se sitúa en caso de uso de trabajo** (del enunciado en la pregunta 2) **y con qué actores interacciona**.

En este ejercicio, el *caso de uso de trabajo* es una de las opciones de la funcionalidad de 'Análisis de los datos': la opción de *simular* (calcular) *la propagación del contagio de una enfermedad específica* entre los animales estabulados en determinados corrales.

Se recuerda: de aquí en adelante, las otras 2 preguntas se refieren a las especificaciones definidas en la siguiente pregunta y para ese caso de uso. El objetivo es que realice el diseño para que también admita las otras funcionalidades y opciones definidas para este módulo SanGranja.

2. (2'3 puntos) Con la siguiente descripción del **caso de uso** <<*Simular Propagación Enfermedad_X*>>, **escríbalo en un formato completo** (se recomienda la variante 'en dos columnas') **y un estilo esencial** (excluyendo los detalles técnicos de nivel bajo). Incluya tanto el flujo en el escenario principal de éxito como 2 extensiones o flujos alternativos que pudieran ser frecuentes:

El escenario supuesto que justifica este caso de uso es que el Sistema de Seguimiento del Estado Sanitario de los animales ha detectado una patología, contagiosa y mortal, en un determinado número de individuos de uno de los Corrales. Aunque la enfermedad está caracterizada en el sistema (Vector de Contagio, etc.), no se dispone ni de tratamiento farmacológico ni de vacuna para paliar los efectos de su proliferación. Por este motivo se hace necesaria otra estrategia que actúe sobre la movilidad de los animales entre Corrales (o su aislamiento, según la capacidad de las instalaciones de la granja). Para ello, dentro de la funcionalidad incluida en el Análisis de los datos, se requiere una opción que permita realizar la simulación de cómo prolifera el contagio entre los animales para una topología concreta de su distribución en los Corrales, para una planificación prefijada de su traslado entre ellos y para las reglas de transmisión del contagio.

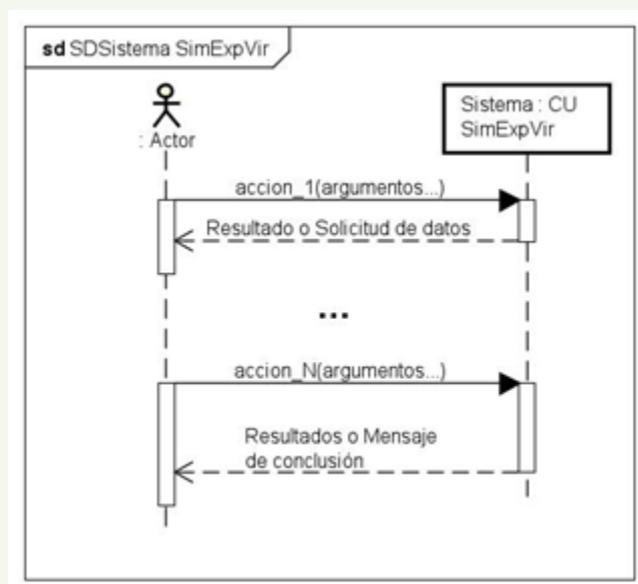
En definitiva, **lo que hace** el caso de uso es calcular el número previsto de animales infectados, en cada Corral que haya seleccionado el Usuario y en cada día sucesivo por el que transcurre la simulación. El **objetivo o resultado** del caso de uso es una relación bidimensional del número de contagios: en cada Corral seleccionado para su observación y en cada día de la simulación.

Se va a considerar que al seleccionar la opción de este tipo específico de simulación (con la caracterización del Vector de Contagio y con las reglas para el cálculo de su expansión) ya se ha determinado para qué enfermedad del catálogo se va a realizar, por lo que el caso de uso se inicia cuando el Usuario establece en qué Corrales desea hacer la observación (un subconjunto de los que utiliza la explotación) y durante cuántos días. Finaliza cuando el sistema presenta los resultados mencionados (el número de animales contagiados en cada Corral seleccionado y, todo ello, en cada día de la simulación).

No escriba un encabezamiento demasiado elaborado del caso de uso (es decir, omita *propósito, resumen, antecedentes...*); en su lugar, afronte directamente el transcurso típico de los acontecimientos.

Simplificaciones y sugerencias:

- Recuerde que en esta actividad se describe la secuencia de la interacción entre el actor principal (con un objetivo de uso concreto: obtener esos resultados) y la respuesta del sistema, el cual se considera una 'caja negra'. Es decir, el actor no tiene ningún conocimiento de los elementos de software que hacen funcionar al sistema, ni siquiera de cuáles son internos o externos a la aplicación (base de datos, etc.).
- Para el desarrollo posterior (el diseño dinámico detallado) y para *aclarar* la comprensión respecto a la secuencia de operaciones planteada en la respuesta a esta pregunta, se recomienda elaborar un Diagrama de Secuencia del Sistema en el que sólo intervienen el Actor y el Sistema que, precisamente, se representa como una 'caja negra', como un único objeto:



Nota: Este diagrama ni es lo que se pide en el enunciado de ninguna de las preguntas, ni puntúa.

Notas aclaratorias:

Recuerde que la escritura del caso de uso es un relato de la secuencia ordenada de 'lo que hace el actor' y 'la respuesta que obtiene' (la que ve él y, como mucho, algún hito importante en el cumplimiento de su objetivo de uso) al utilizar la aplicación.

Tenga en cuenta que el actor, aunque tenga la voluntad de conseguir su objetivo, no va a realizar ninguna acción a no ser que el sistema la presente como la única alternativa para conseguirlo. Por tanto, es el sistema (sin voluntad, pero con una programación determinista en su comportamiento) el que guía las acciones del actor.

En el relato de esta secuencia, olvídense de lo que hace específicamente la IU, la capa del negocio, los actores de apoyo externos o su repercusión en

ellos. Considere *lo que no es el actor principal*, que maneja el caso de uso, como una *caja negra* y límitese a describir la secuencia de lo que pasa entre él y dicha caja negra.

Solución propuesta:

Caso de uso: **Simular Propagación Enfermedad(enfermedad_X_ID)**

Formato completo (variante 'a dos columnas'), estilo esencial.

Evolución típica de los acontecimientos

Acciones del actor (el Usuario de la aplicación)	Respuesta del sistema
1. El caso de uso comienza cuando el usuario solicita calcular el contagio de una enfermedad específica que selecciona.	2. El sistema solicita que se indique en qué corrales se desea calcular la propagación de los contagios.
3. El usuario selecciona un corral existente, con animales contagiados o no.	
Se repite este paso hasta concluir los corrales en los que se desea realizar la observación.	4. El sistema muestra un resumen de los corrales seleccionados y solicita la aprobación del usuario.
5. El usuario valida la selección realizada.	6. El sistema solicita el número de días para los que se realizará el análisis de la progresión del contagio.
7. El usuario aporta el dato solicitado (días de simulación).	8. El sistema muestra los resultados obtenidos: número de animales contagiados en cada corral observado y en cada día transcurrido, así como el porcentaje de contagiados de su población, y también los valores agregados respecto a la población total de animales.
9. El usuario acepta los resultados y finaliza esta opción.	

Solución propuesta para los flujos alternativos:

Alternativas

- 4 Puede ser que en la selección de corrales de 3), ni en cualquiera de los otros que intercambian animales con ellos, exista ningún animal contagiado con esta enfermedad, por lo que no habría propagación. En este caso, debería incluirse la alternativa 4a) para agregar otros corrales o seleccionarlos de nuevo (3).

Sección 2. Evaluación del **Modelado Conceptual**. (Fase de Elaboración. Comprensión de los requisitos funcionales y Diseño Lógico del funcionamiento mediante el Modelo de Dominio).

3. (6'6 puntos) En relación con el caso de uso anterior, <<SimularPropagaciónEnfermedad_X>>, construya un Modelo de Dominio y representelo en notación UML. Represente los objetos conceptuales, las relaciones relevantes entre ellos, su cardinalidad y los atributos *candidatos* de los objetos.

La descripción del comportamiento 'de uso' que se requiere para el caso de uso es la siguiente:

La caracterización de la expansión del contagio de esta enfermedad (Vector de Contagio) viene definida por los parámetros:

- E: promedio diario de encuentros, contactos o situaciones de riesgo proclives a que un individuo infectado pueda transmitir la enfermedad a uno sano.
- pr: probabilidad de que en una situación 'E', de riesgo de contagio, éste se produzca. Representa la eficacia en la transmisión.

En este caso, si tenemos una población P de animales, en un Corral concreto, de la que un número de individuos N están infectados, la proporción de sanos será: $(1 - \frac{N}{P})$. Así, si ese número de infectados, N_d , corresponde a un día 'd', el incremento de contagios en el siguiente día (d+1) será: $\Delta N_{d+1} = pr \times E \times (1 - \frac{N_d}{P}) \times N_d$.

El cálculo anterior se corresponde con una situación en la que la población P de un Corral 'i' se mantiene invariable. Sin embargo, la explotación de la granja establece una programación de traslados de los individuos de un Corral 'j' a otro 'i'. Por consiguiente, el cálculo debe añadir los contagios importados (producidos por los visitantes infectados que han sido trasladados desde otro Corral) a los contagios locales (los de la fórmula anterior).

Vamos a llamar $traslados_{origen\ j,\ destino\ i}$ al número de reses que, en un día determinado (d+1), se ha programado trasladar desde el Corral de origen (j) al Corral i. De ellos, el número de infectados dependerá de cómo se ha extendido la enfermedad en el día previo (d) y en el Corral de origen (j). Es decir: $infectadosExt_{d+1,destino\ i,de\ origen\ j} = trasladados_{d+1,origen\ j,con\ destino\ i} \times \frac{N_{d,origen\ j}}{P_{origen\ j}}$.

Para simplificar notablemente el cálculo (y los índices) se va a asumir que la información disponible es un número entero correspondiente al promedio, en un número extenso de días (mayor que el de la simulación), de los animales que se trasladan, de un sitio a otro, al día.

En ese caso, haciendo el cálculo para todos los Corrales j que tienen programado trasladar animales al Corral i:

$$infectadosExt_{d+1,i} = \sum_{j=1}^{j=n\ recintos\ totales, j \neq i} trasladados_{origen\ j,con\ destino\ i} \times \frac{N_{d,origen\ j}}{P_{origen\ j}}$$

SOLUCIONES PRUEBA DE EVALUACIÓN CONTINUA 2021

Con esto, el cálculo del número total de animales contagiados, en un Corral i cualquiera y en un día $d+1$, se realiza de esta forma:

$$N_{d+1,i} = N_{d,i} + pr \times E \times \left(1 - \frac{N_{d,i}}{P_i}\right) \times \left(N_{d,i} + \sum_{j=1}^{j=n, j \neq i} \text{traslados}_{\text{origen } j, \text{con destino } i} \times \frac{N_{d,j}}{P_j}\right)$$

Ecuación 1. Cálculo del número total de infectados en un día y en un corral determinado.

Realizando estos cálculos para cada Corral sobre los que se quiere hacer la simulación (pueden no ser todos), se desea obtener:

- El número total de contagiados cada día de la simulación.
- El correspondiente porcentaje de contagiados respecto a su población residente P.

Como referencia comparativa, para cada día, también se quieren esos mismos valores anteriores, pero referidos al total de animales de los Corrales observados.

Por ejemplo, si se selecciona hacer la simulación en 3 de los 4 Corrales que tiene una explotación, el aspecto visual de los resultados deseados podría ser el correspondiente a la tabla sombreada en azul:

	Corral 1		Corral 2		Corral 4		Total	
Población	300		8		75		383	
Traslados / día V	7		0		1		8	
Población residente	296		9		76		381	
Contagiados inicial	2		0		0		2	
Visitantes del Corral 1			1		1		2	
Visitantes del Corral 2	0				0		0	
Visitantes del Corral 3	2		0		1		3	
Visitantes del Corral 4	1		0				1	
	Contagiados	%	Contagiados	%	Contagiados	%	Contagiados	%
Día 0	2	0,67568%	0	0,00000%	0	0,00000%	2	0,524934%
Día 1	9	3,04054%	0	0,00000%	0	0,00000%	9	2,362205%
Día 2	43	14,52703%	0	0,00000%	0	0,00000%	43	11,286089%
Día 3	190	64,18919%	0	0,00000%	0	0,00000%	190	49,868766%
Día 4	296	100,00000%	2	22,22222%	2	2,63158%	300	78,740157%
Día 5	296	100,00000%	9	100,00000%	12	15,78947%	317	83,202100%
Día 6	296	100,00000%	9	100,00000%	57	75,00000%	362	95,013123%
Día 7	296	100,00000%	9	100,00000%	76	100,00000%	381	100,000000%
Día 8	296	100,00000%	9	100,00000%	76	100,00000%	381	100,000000%
Día 9	296	100,00000%	9	100,00000%	76	100,00000%	381	100,000000%
Día 10	296	100,00000%	9	100,00000%	76	100,00000%	381	100,000000%

En conclusión:

El funcionamiento consiste en realizar unos cálculos (ecuaciones o reglas de transmisión de la enfermedad) cuyos parámetros provienen de:

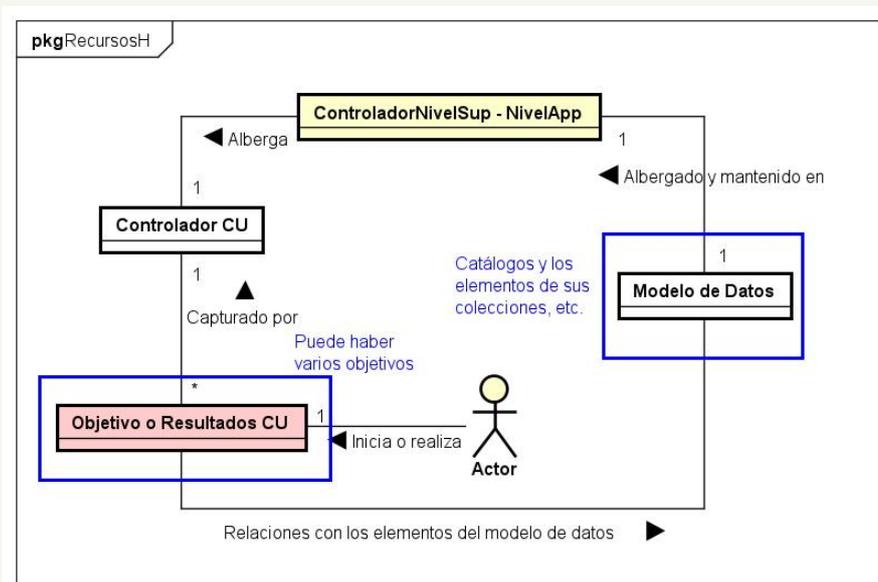
- La caracterización del contagio de la enfermedad.
- La información de cada Corral. Sin embargo, al observar la *Ecuación 1* se concluye que parte de esos parámetros se corresponden con la información estática de ese Corral (la que se mantiene en el Sistema de Información global externo); otra parte, con el mismo tipo de información pero de los otros Corrales; y, por último, otros datos se refieren a los resultados de la simulación, en un día anterior (es decir, los que **no están contenidos** en la información de cada Corral que mantiene el sistema), correspondientes a todos los Corrales de la explotación.

De lo anterior también se concluye que, aunque el resultado se limite a un subconjunto de los Corrales de la explotación, la vinculación de los datos que impone la *Ecuación 1* obliga a hacer los cálculos con todos ellos (al menos, con los implicados en la programación de traslados).

El resultado de este funcionamiento (es decir, el objetivo deseado en este caso de uso) es un listado del número de contagiados calculado, que se debería poder visualizar como una tabla, un gráfico, etc. En concreto, esos resultados se obtienen de una sucesión de cálculos, para cada día de la simulación, en los que cada uno, a su vez, contiene el número total de contagiados, en cada Corral seleccionado, más el del total de la población correspondiente a esos mismos Corrales.

Simplificaciones y sugerencias:

- En este diagrama, la descripción del funcionamiento lógico se elabora representando al actor que maneja el caso de uso y los objetos estrictamente conceptuales (no los de tipo software) a los que se les va a asignar la responsabilidad de las operaciones *lógicas* que constituyen dicho funcionamiento. Como guía para '*aclarar ideas*', se recomienda utilizar esta plantilla:





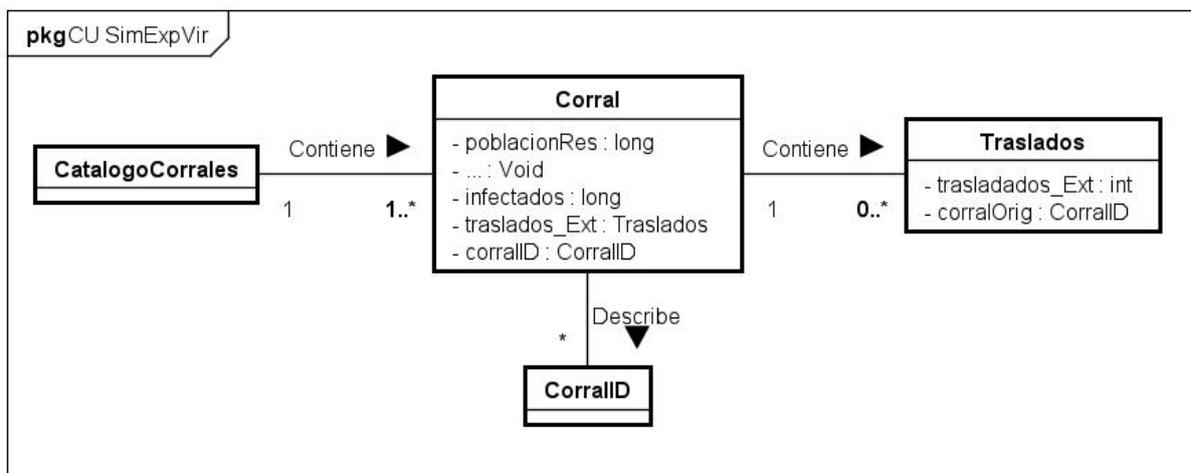
- Para simplificar el funcionamiento, los cálculos de la *Ecuación 1* y tanto el manejo de los datos contenidos en las estructuras del ‘Modelo de Datos’ (los datos que se mantienen, desde el ‘ControladorNivelSup’, en el Sistema de Información global externo), como su representación, se sugieren algunas simplificaciones que se refieren al contenido de cada elemento Corral de la colección correspondiente a las instalaciones de la explotación:
 - En la simulación, los cálculos en cada Corral comienzan con un valor inicial de animales contagiados en ‘un día’. Dicho valor puede corresponder al último conocido (*real*, no *calculado*), que recopila la parte del Sistema de Monitorización y Seguimiento Sanitario y que proporciona al Sistema de Información global externo, del cual se obtiene al construir ese elemento Corral.
 - La programación de animales trasladados de un Corral a otro depende de la situación específica en que se encuentre cada uno de sus correspondientes *ciclos vitales*. Es decir, depende del día que se considere, lo que imposibilita el uso sencillo de esa información en *cualquier día* de la simulación. La simplificación consiste en considerar que, de alguna manera, el ControladorNivelSup (el que maneja el flujo de trabajo de todo el módulo SanGranja y el único que tiene acceso al Sistema de Información global externo) *se las apaña* para consultar la programación de esos **traslados** y, para cada Corral, añade la información correspondiente al cálculo del promedio, en un período amplio de días, del número de animales que se trasladan desde cualquier otro Corral. De esta manera, estos datos se independizan del día en el que se realizan los cálculos de la simulación. Estas operaciones se hacen fuera del caso de uso (con anterioridad a él), pero sus consecuencias quedan reflejadas en la estructura de cada elemento Corral, en la que se agrega una colección de elementos con el número de animales trasladados a ese Corral y el identificador del Corral de procedencia.
 - Al haber traslados desde otros Corrales, la Población residente en cada uno se ve modificada respecto a la *nominal*. Dado que se ha *forzado* a que los animales trasladados no dependan del día para el que se realizan los cálculos de la simulación, también se puede calcular, *a priori*, el valor de la ocupación *constante* de cada Corral como un balance de movimientos:

$$\begin{aligned}
 & poblacionRes_i \\
 &= Población_i - \sum \text{traslados a otros Corrales} \\
 &+ \sum \text{visitantes de otros Corrales}
 \end{aligned}$$

Como se ha indicado, este cálculo también se puede realizar fuera del caso de uso y, para mejorar los resultados de la simulación, se recomienda que se utilicen estos valores en la *Ecuación 1*, en lugar de los correspondientes P_i .

Todas estas sugerencias están destinadas a conseguir que las estructuras de datos de los elementos que componen el 'Modelo de Datos' **se mantengan desacopladas**. Aunque en el Modelo de Dominio se utilicen estos *objetos conceptuales*, la lógica del funcionamiento del caso de uso está definida aquí, precisamente, por el contenido y la estructura de esos *objetos conceptuales*. Por tanto, para que esté desacoplado el funcionamiento del código (en el diseño dinámico detallado), es primordial que los *objetos conceptuales* del Modelo de Dominio (su estructura *conceptual*) también lo estén.

En definitiva, con las explicaciones anteriores, la propuesta que se hace para los elementos Corral (componente, entre otros, del mencionado Modelo de Datos) podría tener estas características (¡¡Ojo!! No está completa y sólo se incluyen los elementos –atributos– descritos más arriba):



Notas aclaratorias de la solución:

El destino final de éste y los pasos anteriores es definir cada 'pieza' de código y su funcionamiento, de manera que realicen la tarea encomendada y se obtenga el resultado deseado.

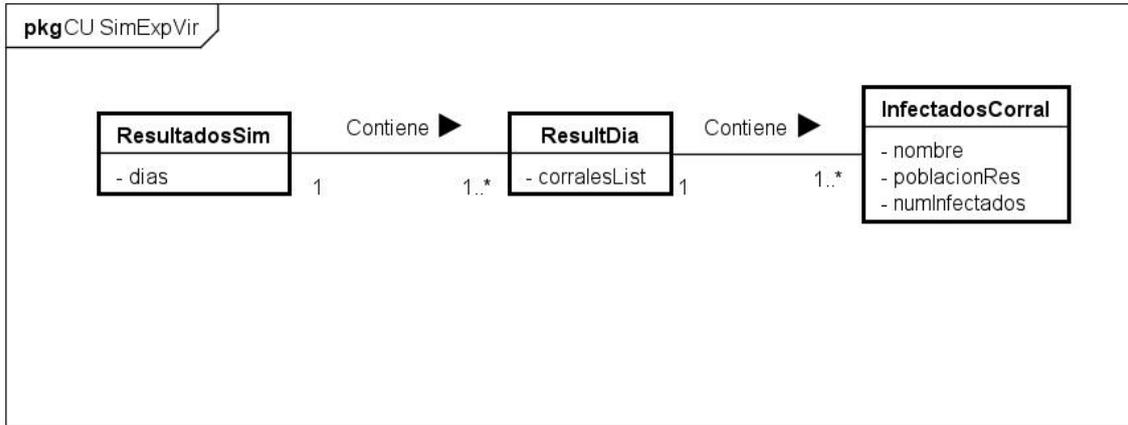
Resulta inaceptable que cualquier ingeniero dedicado al desarrollo de software desestime o fracase en su labor por 'no entender' qué se hace en el dominio del negocio del cliente.

En este paso, que se circunscribe a un único caso de uso, se responde definitivamente a la pregunta ¿QUÉ HAY QUE HACER?, ¿Qué hay que hacer para obtener el resultado o alcanzar el objetivo deseado? Se denomina *Modelado Conceptual* porque tanto la pregunta como la respuesta es 'impersonal': no se refiere a qué debe hacer el software, sino a QUÉ ES NECESARIO HACER SIEMPRE, independientemente de quién realice la tarea del caso de uso (el software, una máquina o un humano: es el dominio del negocio del cliente). Así, con este diagrama (modelo de dominio) se diseña la lógica del funcionamiento del caso de uso.

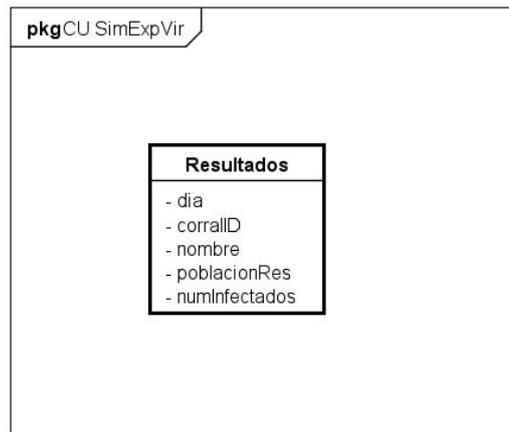
Lo primero, para concebir cómo se obtiene algo, ineludiblemente hay que definir y aclarar, completamente, dos cuestiones:

1. Qué se quiere obtener, dónde o a qué resultado se quiere llegar.

En este caso de uso, el resultado es el número de animales contagiados en cada corral observado y en cada día transcurrido. Como objeto conceptual, se podría representar así:



O también así:

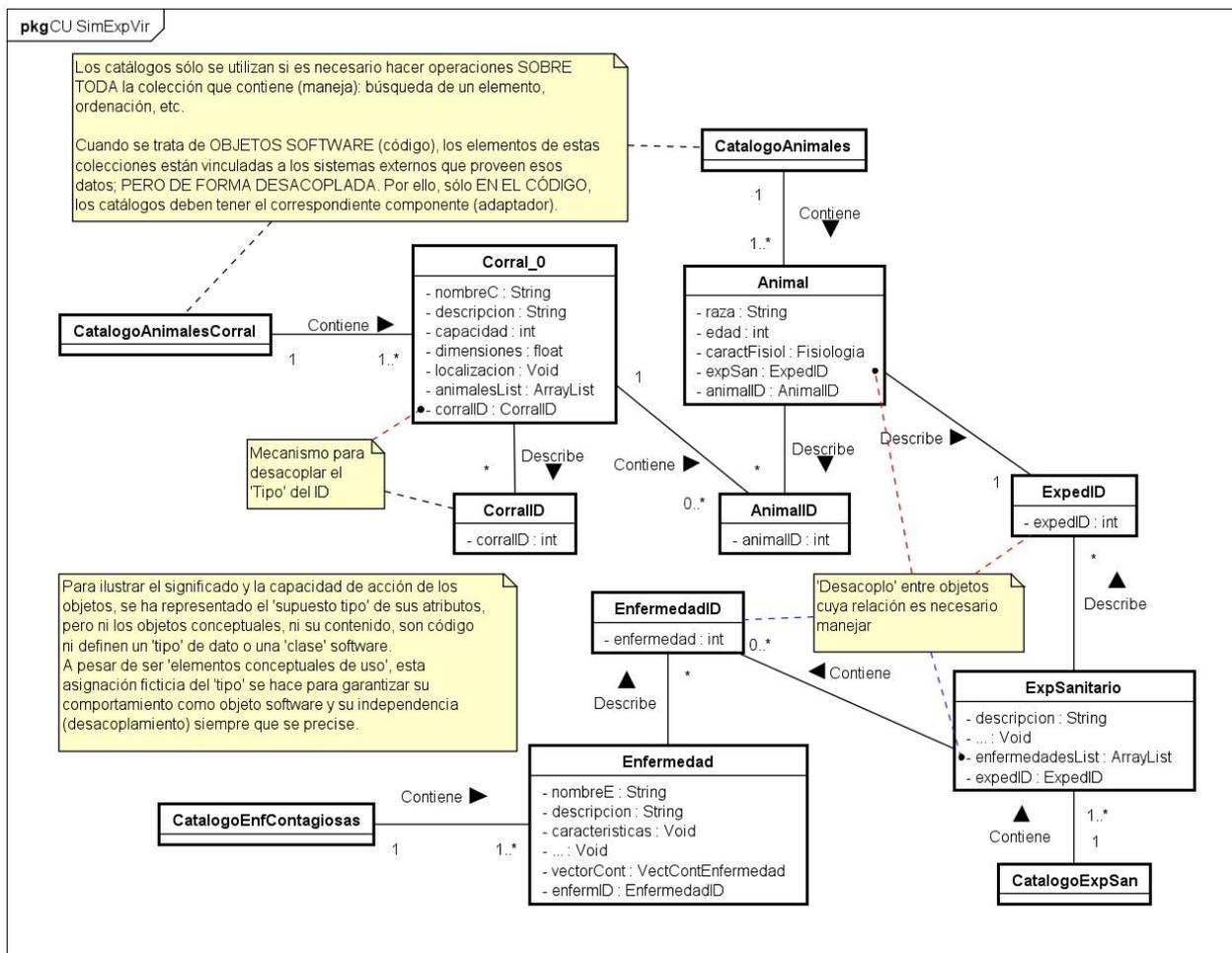


2. De dónde se parte, de qué elementos, datos o información se dispone.

Como regla general, esos datos o información disponible se refiere a la que se maneja conjuntamente en las diferentes funcionalidades (casos de uso) del sistema que se construye. Para poder independizar esas funcionalidades respecto a la gestión, en sí, de estos datos, siempre provienen de sistemas de apoyo externos y resulta primordial mantener un acoplamiento bajo con ellos. De esta forma, tanto si su origen es un almacén externo como si es algún proveedor de servicios, el uso de estos datos es estrictamente *interno* (privado) a la capa de negocio y del gobierno de la aplicación; por lo que se pueden organizar como mejor convenga para dar servicio a la funcionalidad del sistema (estructuras *conceptuales* de datos u *objetos conceptuales*). Sin embargo, debido al uso frecuentemente compartido entre las operaciones del sistema (casos de uso) y su vinculación a los sistemas externos de procedencia, estas estructuras también requieren un acoplamiento bajo entre sí. Por los mismos motivos, su uso en esas operaciones de la capa de negocio (casos de uso), a excepción de las acciones CRUD (que se realizan de una forma especial, desacoplada), no pueden modificarlas (ni su

estructura ni sus valores) ni alterar su funcionalidad (agregar o modificar sus métodos).

A la vista de la funcionalidad general del módulo SanGranja, (gestión de la salud de los animales) se puede deducir multitud de colecciones de datos que, extraídos del Sistema de Información global externo, son necesarios, razonablemente, para dicho funcionamiento. Estas podrían ser algunas:



Debido a que es previsible que el uso de estos datos (del 'modelo de datos') se comparta entre distintos casos de uso (y, seguramente, entre distintos módulos, funcionalmente independientes, del código), nótese el cuidado y la labor para organizarlos en objetos que les den utilidad y les mantengan independientes (acoplamiento bajo), en el ejemplo anterior.

De igual forma que las colecciones anteriores, también es razonable mantener que el Sistema de Información global externo contiene información sobre los traslados diarios de los animales entre corrales y se podría obtener otra colección que relacionara qué animales se trasladan entre qué corrales.

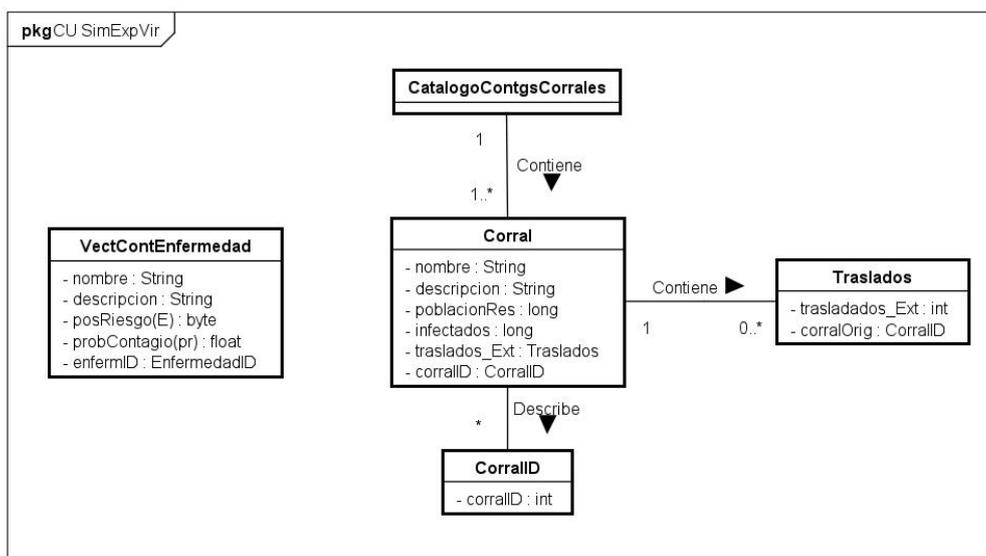
Si el objetivo del análisis es comprender qué se hace en el caso de uso, la revisión de su descripción en el enunciado obliga a concluir que, si bien las colecciones anteriores contienen toda la información necesaria, no son utilizables directamente, puesto que se requiere (en los cálculos)

manejar datos que son específicos de este caso de uso y organizarlos en estructuras que permitan su manejo.

¿Qué es específico del caso de uso y, por tanto, se va a manejar en él de manera *privada*?

- i. Es una simulación, una previsión calculada según un modelo (en este caso, un modelo matemático). El *motor* del caso de uso (el gestor o el controlador o el objeto que ejerza ese rol) es el que contiene la *'inteligencia'* para realizar esta tarea (obtener los datos necesarios y calcular los resultados). Es diferente a *registrar una transacción* o registrar nuevos datos en el sistema (*dar de alta*).
- ii. Los cálculos se refieren a la propagación del contagio de una enfermedad. En este caso, el modelo matemático es distinto (y se aplica de una manera diferente) a si se trata de calcular cualquier otra cosa.
- iii. Además de que el modelo es específico para calcular la propagación del contagio, también puede serlo según la enfermedad contagiosa, concreta, de la que se trate. Por añadidura, esta enfermedad específica tiene sus propias características del contagio (los parámetros del Vector de Contagio).
- iv. Una vez fijados los algoritmos del caso de uso (qué hay que hacer), su revisión conduce a que los cálculos se aplican sobre los animales (sanos y contagiados) de cada corral; relacionados, además, con su trasiego entre un corral y otro.

Por este motivo, al limitar sustancialmente la actuación de este caso de uso en el enunciado, se han excluido los procedimientos para derivar los datos necesarios para aplicar los cálculos, desde los datos *'comunes'* vinculados al Sistema de Información global externo. De esta forma, como *'datos de partida'*, se proponen estos en el enunciado (*deducidos* del modelo de datos –compartido y *parcial*— representado en la figura anterior):



Es muy importante comprender que estos últimos objetos conceptuales (los *datos de partida*) son exclusivos de la tarea que hay que implementar para el caso de uso del enunciado y corresponden a una situación temporal muy determinada, por lo que no tiene sentido que participen de la gestión del sistema de persistencia, encargada de mantener, de forma desacoplada, su vinculación con el Sistema de Información global externo. Si, por ejemplo, se quisiera extender la definición del caso de uso y registrar los resultados de la simulación en el Sistema de Información global externo (mediante dicho sistema de persistencia de los datos), la lógica del funcionamiento sería sustancialmente diferente y, por tanto, la definición de los objetos conceptuales que la describe. Nunca hay que perder la perspectiva, simultánea, del funcionamiento concreto del caso de uso respecto al funcionamiento coordinado del resto de casos de uso (el funcionamiento global).

Por el mismo motivo, no resulta tan crítico mantener el acoplamiento bajo entre estos objetos que se usan exclusivamente dentro de este caso de uso, así como la cohesión alta de los datos contienen (Corral ⇔ Traslados, número de infectados, etc.). Sin embargo, lo que siempre es inviolable es que cada objeto sólo puede realizar operaciones con su contenido (principio fundamental de privacidad, que también se aplica en los *objetos conceptuales*).

Con estas 2 cuestiones completamente aclaradas, el siguiente paso para elaborar la lógica del funcionamiento es definir la trayectoria de cómo se va desde los datos de partida hasta obtener el resultado deseado.

A diferencia del ejemplo ProcesarVenta del libro, en PdV, los resultados (LineaDeVenta, Venta) no se obtienen inmediatamente de los datos compartidos (persistentes) '*de partida*' (EspecificacionDelProducto). La manera de obtenerlos aquí viene descrita en las ecuaciones del enunciado; equivalentes a las tan imprescindibles explicaciones del cliente sobre el dominio de su negocio como sus inexcusables análisis y comprensión (sean del ámbito de las matemáticas, la química o la sociología) por parte del desarrollador de software.

Propuesta de solución:

La manera más *primitiva* y sistemática de concebir los procedimientos correspondientes a la mencionada trayectoria es seguir fielmente (en cualquiera de los sentidos: hacia o desde el resultado) la ejecución de las ecuaciones (en un caso general, las descripciones del caso de uso).

A continuación, se ilustra una manera de hacerlo partiendo del resultado deseado:

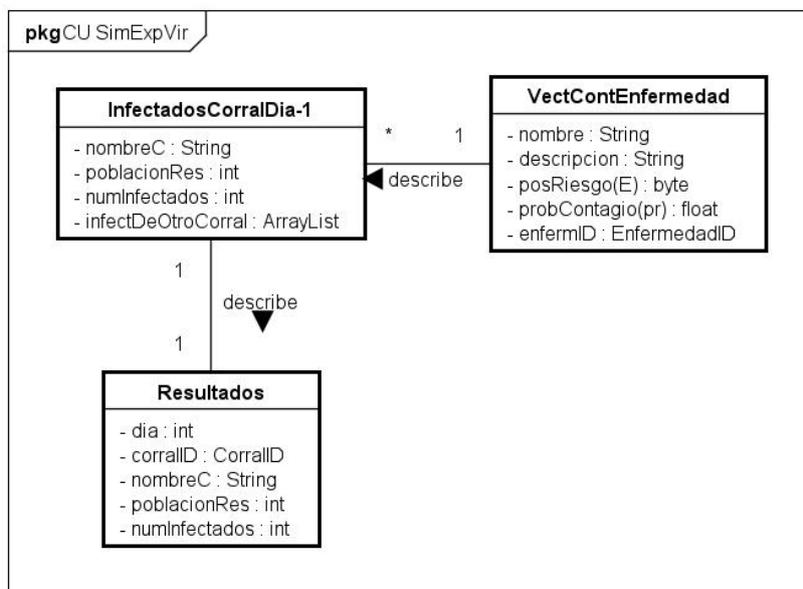
1. En un día, el incremento del número de animales infectados en un corral (el resultado) se calcula como la suma de los contagios producidos por la población residente en ese corral (*'internos'*) más los producidos por los animales que provienen (traslados) de los otros corrales (contagios de *'externos'*).

Los contagios internos se obtienen a partir del número de contagiados, en ese mismo corral, en el día anterior, su Población Residente, E y pr (del objeto VectorContEnfermedad).

Los contagios externos son una suma del número de animales contagiados que llegan a ese corral, en ese día, procedentes del traslado desde otro corral. Para que la Población Residente sea estable durante los días del cálculo, se supone que los animales se trasladan de un corral a otro, pasan el día y vuelven al corral de origen. En el siguiente día se trasladan el mismo número de animales, aunque pueden ser otros cualesquiera del corral de origen.

A su vez, los contagios procedentes de los animales que se trasladan de cada corral se obtienen a partir del número de esos animales que se trasladan, del número total de contagiados en ese corral de origen y en el día anterior, su Población Residente, E y pr.

En conclusión, los objetos que *'describen'* de dónde se obtienen inmediatamente los resultados son el VectorContEnfermedad y una colección de otros en la que cada elemento recoge el número de contagiados total de un corral y cada uno de los contagios procedentes de los animales que se han trasladado a él desde otro corral, pero en el día anterior. Es decir, algo similar a esto:

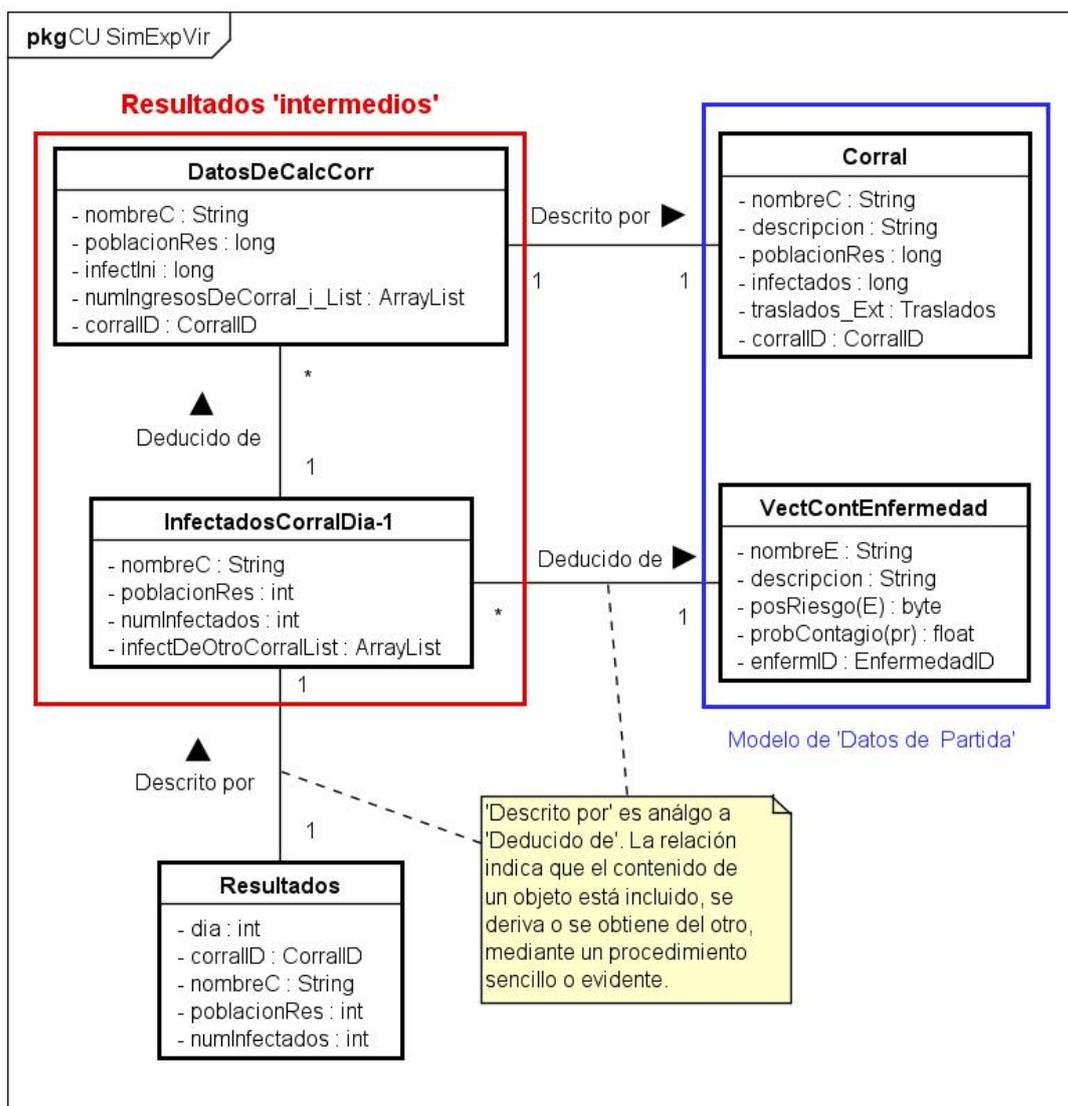


Como se indica en la cardinalidad, aunque la iteración del cálculo se realice en los elementos InfectadosCorralDia-1 de la colección correspondiente a un día, en realidad cada uno contiene el resultado de ese día.

2. Cada elemento del objeto InfectadosCorralDia-1, además de obtenerse de los parámetros del VectorContEnfermedad, requiere unos datos obtenidos de los corrales implicados en los cálculos (los recogidos a partir de la selección del Actor, pero cuyo número no coincide con ella), aunque no son los mismos que los del objeto Corral correspondiente.

Los elementos de esta colección, que podemos llamar `DatosDeCalcCorral`, se obtiene agregando, además del `Corral` seleccionado por el Actor, todos aquellos con animales que se trasladen a él (recorrido de su lista de `traslados_Ext`). Esto es porque, independientemente de los corrales que seleccione el Actor, no están aislados y hay corrales adicionales que intervienen en el cálculo de los contagios resultantes.

Es decir, quedaría algo así:



Como resumen del funcionamiento *'conceptual'* propuesto, elaborado hasta ahora:

- i. Con la selección por el Actor de cada corral se prepara una colección de datos correspondientes a todos los corrales que intervienen en el cálculo (`DatosDeCalcCorral`). El contenido de cada elemento de esta colección se obtiene de la colección de `Corrales` contenida en el catálogo `CatalogoContgsCorrales`.

- ii. A partir de esa colección ya se pueden obtener los valores de contagio en el día inicial (no hay contagios internos ni externos) para cada corral implicado (InfectadosCorralDia-1).
 - iii. Con la indicación del número de días del cálculo se puede iterar la evaluación de los resultados del contagio en cada corral a partir de los valores obtenidos el día anterior en todos los corrales implicados (InfectadosCorralDia-1).
 - iv. Los resultados obtenidos en cada paso de la iteración anterior (día), contienen los valores solicitados para cada corral seleccionado por el Actor y día de cálculo (Resultados).
3. El último paso es decidir qué objeto se encarga de manejar los 'datos de partida', de obtener los de DatosDeCalcCorral y, junto con los de VectorContEnfermedad, deducir los de InfectadosCorralDia-1 para obtener los Resultados definitivos. Conviene recordar que, si cualquier objeto 'hace algo' con otro, es porque tiene acceso a él (porque es un componente suyo o, como mínimo, tiene 'visibilidad de argumento', de él, en alguno de sus métodos).

En conclusión, el diagrama del modelo de dominio podría expresarse de esta manera:

