

Simulación de la incidencia de instalación de una central hidroeléctrica en el mamífero Pudú

Cristian Hernández.
cristian.hernandezp@sansano.usm.cl



<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>
Vensim <http://www.atc-innova.com/>





UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Simulación de la incidencia de
instalación de central hidroeléctrica en
Parque Nacional Puyehue para el
mamífero Pudú.

Toma de Decisiones

Profesor: Juan Martín García.
Estudiante: Cristian Hernández.
cristian.hernandezp@sansano.usm.cl
Fecha: 31 de Julio 2015.



Índice General

DESCRIPCIÓN	3
OBJETIVOS	5
ALCANCE	10

Descripción

En la Región de Los Lagos, a 80 km de la ciudad de Osorno (unos 1.000 km al sur de la capital Santiago de Chile), se ubica el Parque Nacional Puyehue que resguarda 107 mil hectáreas de exuberante paisaje. Cuenta con termas, rutas de senderismo, cascadas, lagunas andinas, ríos cristalinos y un bosque húmedo siempre verde con árboles de coigües, ulmos, tepas y mañíos.



Imagen N°1: Río Chanleufu cruza por el medio del Parque Nacional Puyehue.

Además de los paisajes y abundante flora, aquí también se puede encontrar gran cantidad de fauna típica del sur de Chile, donde dentro de las 40 especies existentes, los mamíferos más representativos son los pumas, zorros, quiques, coipos, vizcachas, guiñas, chingues, murciélagos, monito del monte y el animal más característico del sur de Chile, el hermoso pudú, animal en el cual se centra el presente informe.



Imagen N°2: Animales representativos de la fauna en el Parque Nacional Puyehue.

El Pudú del Sur de Chile es uno de los ciervos más pequeños del mundo con una altura a los hombros de 40 cm y una longitud cabeza-cuerpo de 80 cm. Su forma baja colgada y redondeada, similar a la de muchos pequeños ungulados del bosque es una adaptación para deslizarse a través de la maleza densa, y matorrales de bambú en particular. Los adultos pesan entre 7 y 14 kg. Los machos tienen cuernos en punta por lo general menos de 10 cm de largo que se desprenden una vez al año. En ambos sexos tienen glándulas orbitales y frontales pronunciadas, sin embargo, de manera más conspicua utilizada para el marcado de olor por el macho. Otras formas de marcado con olores incluyen el sitio específico de defecación y micción. El período de gestación es de 7 meses y los promedios de peso al nacer son de 900 g. Los cervatillos tienen un pelaje moteado, mientras que los adultos varían de marrón oscuro a un color rojizo. Mientras que en Chile y Argentina los cervatillos nacen en noviembre y diciembre, en la mayoría de los venados en zoológicos europeos, los cervatillos nacen entre abril y julio. La madurez sexual se alcanza con menos de un año de edad para ambos sexos. Los Pudúes del Sur son activos tanto de día como de noche, viven solitarios o por pares y ocupan áreas de distribución de 16-26 hectáreas. Son versátiles en sus hábitos alimenticios, comiendo cortezas, ramas, brotes, flores, frutas y bayas, pero se alimentan principalmente de vegetación herbácea. La longevidad en el medio silvestre es de hasta 10 años.



Imagen N°3: Pudú en estado silvestre.

Presentación del problema:

Actualmente el pudú es una especie clasificada como en peligro de extinción, debido a la transformación de su hábitat para el desarrollo de actividades productivas como la agricultura, ganadería, industria y vivienda, el contacto con parásitos de animales domésticos y adicionalmente a que ha sido indiscriminadamente cazado por el ser humano.

A través del presente informe se simulará la instalación de una central hidroeléctrica de 2.750 megawatt en el Parque Nacional Puyehue, la cual se estima que inundará la cantidad de 6.000 hectáreas, lo que implica perder el 5,6% de la superficie total de hectáreas donde nace, crece, se reproduce y muere el pudú. La población actual del pudú en Chile corresponde a 10.000 animales de los cuales se estima que el Parque Nacional Puyehue habitan 5.000 ejemplares.

Desarrollo

Se estima que la cantidad de pudúes que habitan en el Parque Nacional es de 5.000 ejemplares, de los cuales el 20% son animales menores de 2 años a los cuales llamaremos crías. Un 50% de los animales está entre mayores a 2 años y menores a 8 años, a los que llamaremos maduros y el 30% son mayores a 8 años y hasta los 10 años, a lo que llamaremos longevos. Adicionalmente se estima que la esperanza de vida en estado silvestre son 10 años, la tasa de natalidad es de 20% anual, la tasa de mortalidad es 2% para las crías y 2% para los maduros. Par realizar la simulación se estima que todos los parámetros anteriores se mantengan sin cambios en el futuro.

Con la instalación de la Hidroeléctrica, se estima que la población de pudúes adultos disminuirá en un 25%, puesto a que la zona que se inundará es donde vive gran cantidad de animales, por lo que el siguiente ejercicio consiste en determinar el número de años que tardará la población de pudúes en recuperar la cantidad original antes de la instalación de la central.

Se evaluarán dos escenarios uno con la población estable desde el año 2015 hasta el año 2045, luego se simulará el efecto de la hidroeléctrica, con la pérdida de 1.250 ejemplares adultos a partir del mismo año 2015 y se evaluará el impacto hasta el año 2045.

Modelo de Simulación:

Lo primero que se realiza es parametrizar el tiempo inicial = 2015 y el tiempo final = 2045, además el time step = 1 y la unidad de tiempo = año.

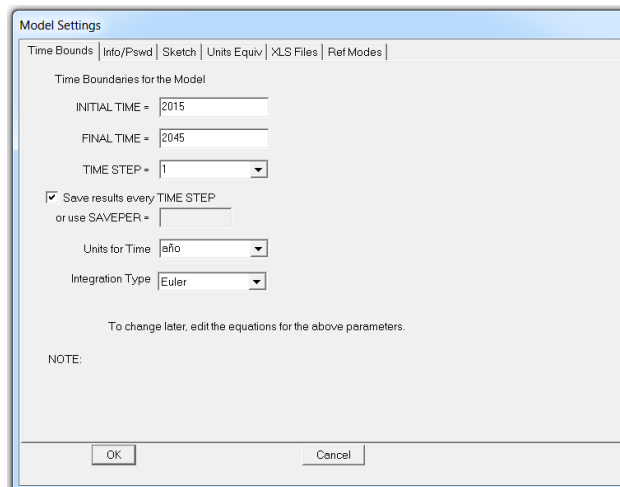
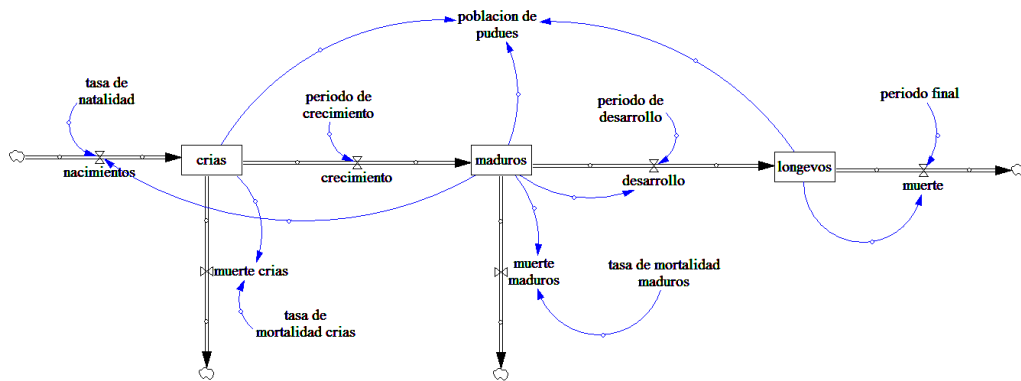


Imagen N°4: Parametrización de la simulación.

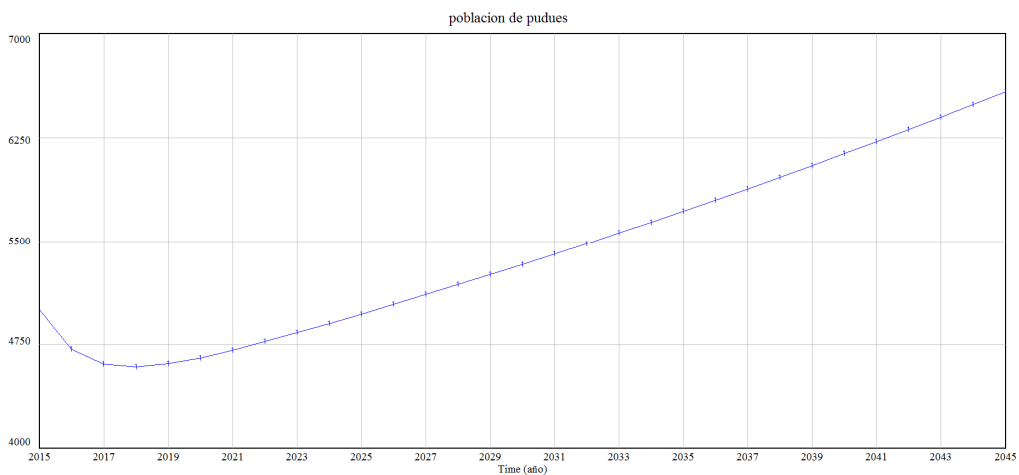
Simulación N°1:

A continuación se presenta el esquema base desarrollado en Vensim, en el cual se simula la situación actual con una cantidad de 5.000 pudúes en el año 2015, donde se estima una tasa de crecimiento del 20%. Lo anterior indica que para el año 2045 la población total de pudúes sería aproximadamente sobre 6.500 animales.

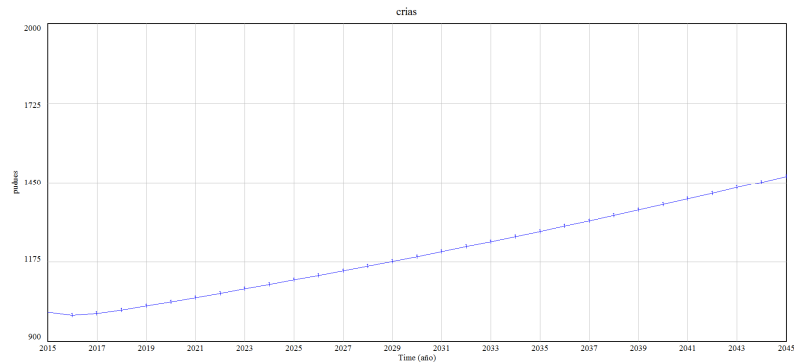
Grafica N°1: Esquema del proceso evaluado desde el año 2015 a 2045.



Grafica N°2: Curva de la población total de pudúes desde el año 2015 a 2045.

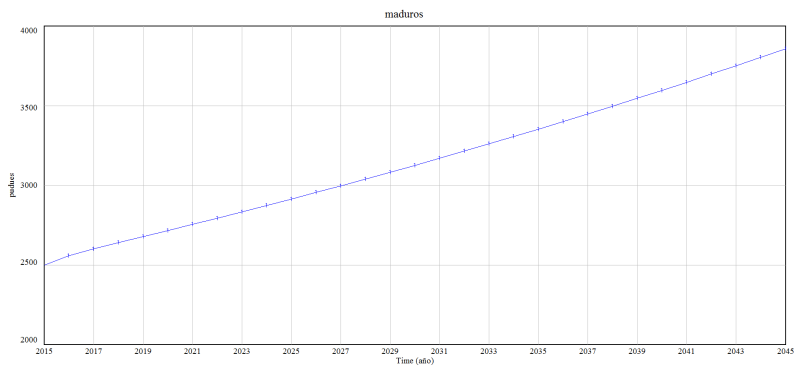


Grafica N°3: Curva de la población de crías de pudúes desde el año 2015 a 2045.



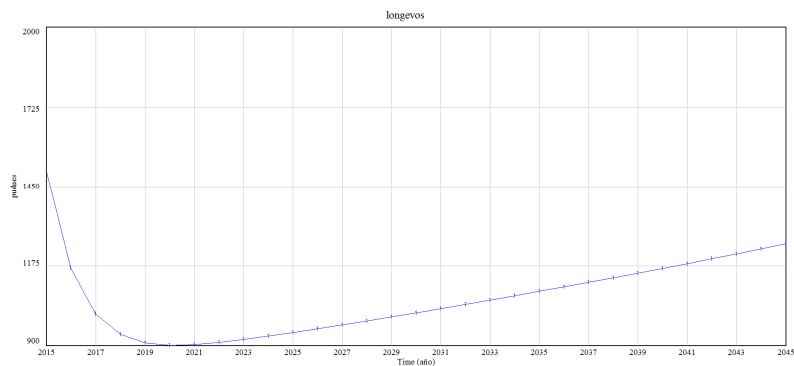
Las crías de pudúes se incrementan desde 1.000 ejemplares hasta sobre los 1.450 animales.

Grafica N°4: Curva de la población de pudúes maduros desde el año 2015 a 2045.



Las cantidad de pudúes maduros aumentan desde 2.500 ejemplares hasta sobre los 3.800 animales.

Grafica N°5: Curva de la población de pudúes longevos desde el año 2015 a 2045.

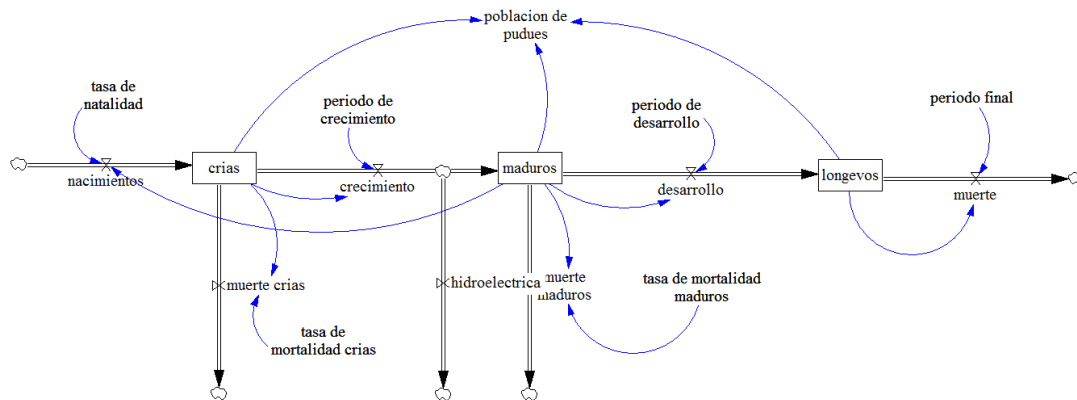


Las cantidad de pudúes longevos disminuyen desde 1.500 ejemplares hasta sobre los 1.200 animales.

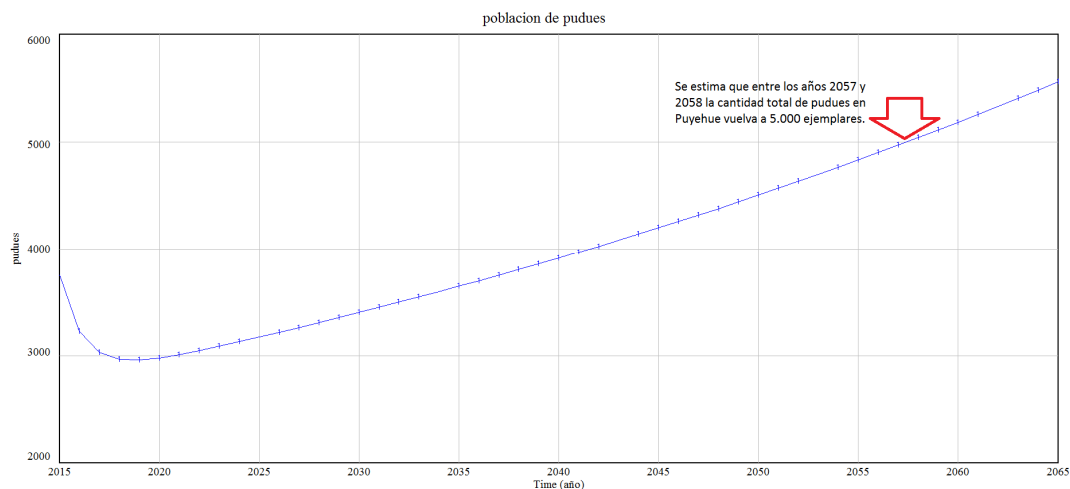
Simulación N°2:

La siguiente simulación consiste en analizar la instalación de una hidroeléctrica en el medio del Parque Nacional Puyehue, la que a raíz de la inundación de un 5,6% de la superficie del parque, causaría la disminución de un 25% de pudúes maduros, por lo que la cantidad actual total de pudúes serían 3.750 animales en el año 2015. Con el objeto de determinar cuántos años tardarían en recuperarse los 1.250 ejemplares, se realizaron las simulaciones correspondientes, sin embargo para el año 2045 la población total de pudúes sería aproximadamente sobre 4.100 animales, por lo tanto se amplió el rango de simulación hasta el año 2065, lo que se determinó que entre los años 2057 y 2058 se volvería a una población total de 5.000 ejemplares.

Grafica N°6: Esquema del proceso evaluado desde el año 2015 a 2065.

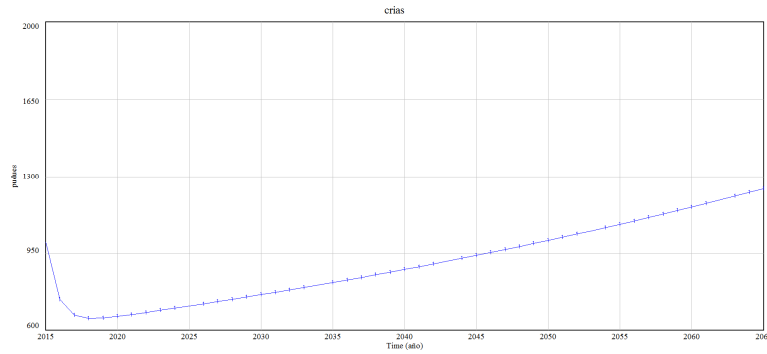


Grafica N°7: Curva de la población total de pudúes desde el año 2015 a 2065.



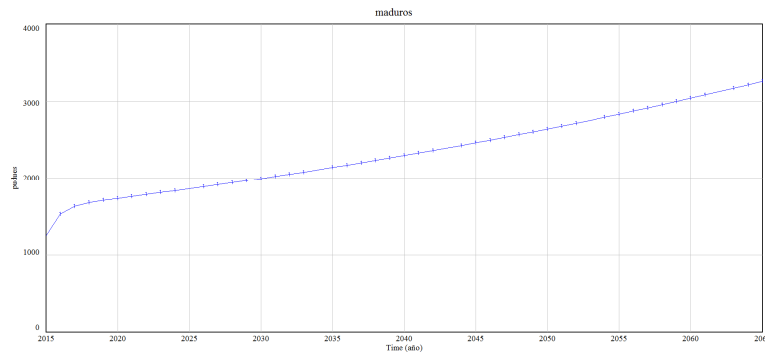
La población total comienza con 3.750 animales, llegando recién entre los años 2057 y 2058 a retomar el valor inicial de 5.000 pudúes que habían el año 2015 sin la hidroeléctrica.

Grafica N°8: Curva de la población de crías de pudúes desde el año 2015 a 2065.



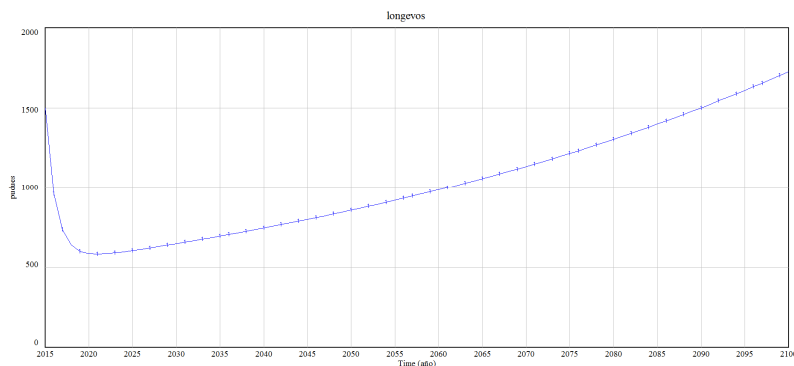
Las crías de pudúes vuelven a ser 1.000 ejemplares sólo hasta el año 2049.

Grafica N°9: Curva de la población de pudúes maduros desde el año 2015 a 2065.



Los pudúes maduros vuelven a ser 2.500 ejemplares entre los años 2047 y 2048.

Grafica N°10: Curva de la población de pudúes longevos desde el año 2015 a 2100.



Se deberán esperar cerca de 75 años para que los pudúes longevos vuelven a ser 1.500 ejemplares.



Conclusiones

Las herramientas de simulación son una gran fuente de soporte para la toma de decisiones, puesto a que permiten simular potenciales escenarios que difícilmente podrían ser representados correctamente sin la asistencia de un software de dinámica de sistemas.

Las especies en peligro de extinción son un grave problema que afecta a la fauna de Chile y dentro de las más de 30.000 mil variedades de animales que habitan en nuestro país, hay 20 especies que están sumamente comprometidas, entre ellas el Pudú.

A través del presente informe ha sido posible determinar que la instalación de una hidroeléctrica en el Parque Nacional Puyehue, implica un gran impacto para el ecosistema del lugar, afectando diversas especies autóctonas, dañando la vida natural y coexistencia del pudú en el parque.

Por lo anterior, a través del presente estudio se desprenden las siguientes conclusiones:

- De un total de 5.000 ejemplares que habitan durante el año 2015, se estima que si todas las variables se mantuvieran iguales, en el año 2015 la población aumentaría en un 30%.
- Con la instalación de una central hidroeléctrica se inundaría el 5,6% de la superficie del parque, causando la disminución de un 25% de pudúes maduros, por lo que la cantidad total de pudúes serían 3.750 animales en el año 2015.
- De acuerdo a la simulación realizada, sólo entre los años 2057 y 2058, es decir 43 años más tarde, la población total de pudúes podrá volver a las 5.000 ejemplares que habían en el año 2015.
- Es impresionante verificar que para la población longeva, la cantidad de animales entre 8 y 10 años, que habían en el año 2015, aproximadamente 1.500, se recuperarían en el año 2090, es decir 75 años después.

La incuestionable falta de fuentes de energía para el desarrollo industrial de nuestro país ha puesto la mirada en diversos lugares casi impensados para la extracción de energía (Geiser del Tatio en San Pedro de Atacama, Hidroaysen en Aysen, Termoelectrica en Punta de Choros, etc). Es así como hoy en día existen proyectos energéticos que no tienen estudios de impacto ambiental concluyentes, los que han sido detenidos por la autoridad, sin embargo hay otros proyectos que sin tener el respaldo de estudios ambientales sólidos, igualmente se han realizado, lo cual ha significado daños ambientales irreparables.

Es imperativo realizar proyectos energéticos sustentables, es decir desarrollar modelos de negocios integrales que consideren la interacción homogénea de tres aspectos principales: sustentabilidad económica, ambiental y social.

Dinámica de Sistemas

<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>



Vensim

<http://www.atc-innova.com/>

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



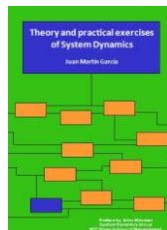
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)