



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de
Producto**

**Diseño y desarrollo de interface de usuario
final para modelo WEF nexus en África.**

Autor:

Caramanzana Acebes, Sara

Tutores:

**Miguel González, Luis Javier
Parrado Hernando, Gonzalo**

**Departamento de Ingeniería de
Sistemas y Automática
Grupo de Energía, Economía y
Dinámica de Sistemas**

Valladolid, julio 2025

Resumen

La falta de acceso de energía provoca grandes desigualdades para el desarrollo de los países subdesarrollados. Algunas regiones de África carecen de este recurso, impidiendo el desarrollo tecnológico necesario para la mejora de la calidad de vida de la población. Para mejorar las condiciones de estas regiones se ha desarrollado el proyecto europeo ONEPlanET, donde participa la UVA, concretamente el grupo de investigación GEEDS, encargado de desarrollar la herramienta de simulación capaz de plantear alternativas en la optimización de los recursos. Los resultados desarrollados por la simulación permitirán a los responsables políticos una mejor utilización de los recursos del continente. La creación de estas simulaciones se desarrolla mediante la dinámica de sistemas con el software "Vensim DSS". El fin de este trabajo fin de grado es desarrollar una interface del modelo Nexus WEF fácil de utilizar y de interacción para el usuario.

Palabras clave: Transición energética, Dinámica de sistemas, interfaz, Venapp, África.

Abstract

The lack of access to energy causes significant inequalities in the development of underdeveloped countries. Some regions of Africa lack this resource, preventing the technological development necessary to improve the quality of life of the population. To improve conditions in these regions, the European ONEPlanET project has been developed, in which the UVA is participating, specifically the GEEDS research group, which is responsible for developing the simulation tool capable of proposing alternatives for optimising resources. The results developed by the simulation will enable policy makers to make better use of the continent's resources. These simulations are created using system dynamics with the 'Vensim DSS' software. The aim of this final degree project is to develop an easy-to-use and interactive interface for the Nexus WEF model.

Keywords: Energy transition, System dynamics, interface, Venapp, Africa.

Agradecimientos

Durante esta etapa de mi vida, llena de aprendizajes, retos y momentos mágicos, he contado con la compañía de personas que, con su amor y apoyo, han hecho que me sintiera valorada, fuerte y capaz.

En primer lugar, quiero dar las gracias a los superhéroes de mi vida: **mis padres**. Gracias por darme la oportunidad de formarme y acompañarme en cada paso del camino, por cuidar de mí, incluso cuando yo olvidaba hacerlo, por darme alas para volar y raíces para volver, por permitirme equivocarme, caer y volver a levantarme siempre, sabiendo que vuestro amor es mi refugio. Gracias, papá. Gracias, mamá, por confiar en mí incluso en los momentos en que yo misma dudaba. Sois mis ídolos.

En segundo lugar, a **mi hermano**, por ser mi compañero de juegos, por darme ánimos cuando los necesitaba y por estar a mi lado, apoyándome en cada paso.

En tercer lugar, gracias a **mis amigos de Mérida**, por apoyarme en el primer año de carrera, por las aventuras compartidas, por cuidar de mí cuando me lesioné la rodilla y por contar conmigo para vuestra graduación. También agradezco vuestra paciencia con mis laísmos. Vuestra amistad es un regalo que siempre llevaré conmigo.

En cuarto lugar, a mis **amigos que conocí en la UVA**, gracias por acompañarme en esta etapa universitaria, por todas las salidas, las conversaciones profundas y por estar presentes tanto en las alegrías como en los retos.

En quinto lugar, a mis **amigos fuera del entorno académico**, gracias por mantener viva la diversión, la ilusión y por recordarme que hay vida más allá del estudio.

En sexto lugar, a los **compañeros** que conocí durante las **prácticas**. Gracias por acogerme con tanto cariño en mi primer contacto con el mundo laboral, por vuestra disposición y apoyo.

En séptimo lugar, a **mi tutor, Luis Javier**, por su implicación y cercanía a lo largo de este trabajo. Gracias por su orientación, sus consejos y, sobre todo, por ayudarme a ganar confianza sobre mis propias capacidades. Por su apoyo y la oportunidad de realizar las prácticas a su lado.

Y, por último, a mi mayor y más desafiante proyecto: **a mí misma**. Gracias por no rendirte cuando todo dentro se tambaleaba, por seguir incluso cuando te perdiste, cuando te olvidaste de comer, descansar y cuidarte. Por cada noche de esfuerzo, por cada paso dado entre dudas, por seguir mostrando tu sonrisa al mundo. Este trabajo es más que un cierre académico; es el reflejo de tu lucha, tu entrega y tu capacidad de crecer. Va por la pequeña Sarita, que hoy puede mirarse con orgullo.

Índice de Contenidos

Capítulo 1. Introducción y objetivos.....	1
1.1. Motivación y marco de trabajo.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Contenidos de la memoria	2
1.4. Diagrama de flujo de proyecto	2
1.5. Consideraciones.....	3
Capítulo 2. Marco teórico	5
2.1. ONEPlanET	5
2.1.1. Requerimientos de ONEPlanET	6
2.1.2 Caso de investigación de Inkomati.....	12
2.1.3 Módulos.....	14
Capítulo 3. Metodología.....	17
3.1. Dinámica de Sistemas.....	17
3.1.1. Diagramas causales	18
3.1.2. Diagramas de flujos.....	20
3.2. Vensim	21
3.3. Recursos para el desarrollo de interfaces con dinámica de sistemas	21
3.3.1. Sable.....	21
3.3.2 SDEverywhere	21
3.3.3. Venapp.....	22
Capítulo 4. Marca de ONEPlanET.....	31
4.1. Identidad visual.....	31
4.2. Logotipo, isotipo, imagotipo.	32
4.2.1. Logotipo.....	32
4.2.2. Isotipo	33
4.2.3. Imagotipo.....	33
4.3. Paleta de colores	33
4.4. Tipografía.....	35
4.5. Análisis	36
Capítulo 5. Estudio de investigación.....	37

5.1. Modelos de ejemplo en Venapp del programa de Vensim.....	37
5.2. Trabajos publicados de modelos realizados en Venapp con su programación.	38
5.3. Trabajos publicados de modelos realizados en Venapp sin su programación.	42
Capítulo 6. Proceso de desarrollo	49
6.1. Interface visual de ONEPlanET inicial	49
6.1.1. Herramientas de diseño	49
6.1.2. Pantallas de visualización	52
6.1.3. Venapp	73
6.2. Modelos de pruebas	79
6.2.1 Población de ciervos	80
6.2.2. Población en España	84
6.3. Interfaz de Inkomati	90
6.3.1. Modelo	90
6.3.2. Venapp	96
Capítulo 7. Conclusiones	109
7.1. Conclusiones generales del trabajo realizado	109
7.2. Conclusiones técnicas	110
7.3. Valoración personal sobre la realización del trabajo.....	111
7.4. Futuras líneas de trabajo.....	111
Referencias.....	113
Anexo A. Esquema global diseño ONEPlanET.....	117
Anexo B. Manual de Venapp.....	119
Anexo B.1. Modelos de ejemplo en Venapp del programa de Vensim.	129
Anexo B.2. Manual de Template	130
Anexo C. Venapp ONEPlanET inicial	151
Anexo D. Venapp Inkomati.....	155

Índice de Abreviaturas

ONEPlanET - **O**pe**N** source Nexus modelling tools for **P**lanning sustainable Energy Transition in Africa

WEF- Water-Energy-Food. (Agua-Energía-comida)

EU – Unión Europa

AU – African Union (Unión Africana)

GEEDS - Grupo de Energía, Economía y Dinámica de Sistemas

SDG - Sustainable development goals (Objetivos de Desarrollo Sostenible)

STO - Scientific and Technological Objectives (Objetivos científicos y tecnológicos)

NTO - Non-Technological Objectives (Objetivos no tecnológicos)

.VMF – Vensim Model File (Fichero del modelo de Vensim)

.VCD – Vensim Custom Definition (Definición personalizada de Vensim)

.VGD – Vensim Graphics Definition (Definición de gráficos Vensim)

.VDF – Vensim Data File (Archivo de datos Vensim)

SD - System Dynamics (Dinámica de sistemas)

RAE – Real Academia Española

Lista de Figuras

Figura 1	Flujograma del proyecto.....	3
Figura 2	Socios del proyecto ONEPlanET	5
Figura 3	SDG – 2 Hambre cero	8
Figura 4	SDG – 4 Educación de calidad	8
Figura 5	SDG – 6 Agua limpia y saneamiento	8
Figura 6	SDG – 7 Energía asequible y no contaminante	9
Figura 7	SDG – 8 Trabajo decente y crecimiento económico.....	9
Figura 8	SDG – 11 Ciudades y comunidades sostenibles	10
Figura 9	SDG – 13 Acción por el mundo	10
Figura 10	Arquitectura del modelo de dinámica de sistemas de ONEPlanET	11
Figura 11	Cuenca fluvial de Inkomati-Usuthu	12
Figura 12	Pilares del Nexo.....	13
Figura 13	Relación causal de polaridad positiva	18
Figura 14	Relación causal de polaridad negativa	19
Figura 15	Bucles positivos y negativos en un modelo poblacional	19
Figura 16	Representación de las variables de Stock, flujo y auxiliares.....	20
Figura 17	Error de programación con SDEverywhere	22
Figura 18	Icono de Vensim DSS.....	22
Figura 19	Representación funcionamiento de Venapp.....	23
Figura 20	Icono de Venapp Editor.....	24
Figura 21	Activación de icono de Venapp Editor	24
Figura 22	Editores de textos de archivos	25
Figura 23	Pasos para acceder a Venapp desde Vensim.....	25
Figura 24	Archivo Venapp .vcd	26

Figura 25 Formato texto de programación de Venapp	26
Figura 26 Menú de operaciones en el formato texto de programación de Venapp	27
Figura 27 Pantalla de boceto de Venapp	27
Figura 28 Menú superior de operaciones en pantalla de boceto de Venapp	28
Figura 29 Menú inferior de control en pantalla de boceto de Venapp	28
Figura 30 :SCREEN ejemplo	28
Figura 31 Esquema pantallas de visualización	29
Figura 32 Orden de elementos de una operación	29
Figura 33 Creación de control	30
Figura 34 Sub-Type gaming	30
Figura 35 Logo de ONEPlanET	31
Figura 36 Texto de ONEPlanET	32
Figura 37 Símbolos de ONEPlanET	33
Figura 38 Paleta de colores iconos interiores de ONEPlanET	34
Figura 39 Paleta de colores de ONEPlanET	34
Figura 40 Tipografía de ONEPlanET	35
Figura 41 Modelo de ejemplo incompleto de Venapp de Vensim	38
Figura 42 Varias variables en las gráficas	38
Figura 43 Pantalla de visualización de la gráfica de la simulación en Template	39
Figura 44 Gráfica mediante porcentajes	40
Figura 45 Elemento de ayuda mediante la interrogación	40
Figura 46 Pantalla de juego interactivo a tiempo real de Template	41
Figura 47 Comparación de resultados entre esperados y simulados	42

Figura 48 Archivos para el modelo de Aquacoast	43
Figura 49 Botones de interacción de Aquacoast.....	43
Figura 50 Comandos usados en la Venapp de SAT.....	44
Figura 51 Escenario entre el usuario y el competidor.....	44
Figura 52 Resultados entre el usuario y el competidor	45
Figura 53 Representación en pirámide de los resultados de la simulación para la población.....	46
Figura 54 Boceto de diseño de aplicación	49
Figura 55 Icono de Adobe Photoshop.....	50
Figura 56 Icono de Adobe Illustrator	51
Figura 57 Icono de Pixabay	51
Figura 58 Icono de Freepik.....	51
Figura 59 Icono de Pexels.....	52
Figura 60 Pantalla de inicio de la aplicación en ilustración para ordenador .	53
Figura 61 Pantalla de registro de la aplicación en ilustración para ordenador	53
Figura 62 Pantalla para elegir el modo de juego de la aplicación en ilustración para ordenador.....	54
Figura 63 Pantalla de selección de partida de juego de la aplicación en ilustración para ordenador	55
Figura 64 Chat de juego de la aplicación para ordenador.....	56
Figura 65 Pantalla de búsqueda de partida pública en la aplicación en ilustración para ordenador	57
Figura 66 Pantalla de creación de partida en la aplicación en ilustración para ordenador.....	57

Figura 67 <i>Pantalla unirse a una partida en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	58
Figura 68 <i>Pantalla de sala de espera de partida en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	59
Figura 69 <i>Pantalla de ajuste de grupos en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	60
Figura 70 <i>Pantalla sobre el reto en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	61
Figura 71 <i>Pantalla introductora de los escenarios en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	61
Figura 72 <i>Pantalla del primer escenario en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	62
Figura 73 <i>Pantalla del segundo escenario en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	63
Figura 74 <i>Pantalla del tercer escenario en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	63
Figura 75 <i>Pantalla del cuarto escenario en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	64
Figura 76 <i>Pantalla de las políticas en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	65
Figura 77 <i>Selección de las políticas de cada módulo.....</i>	65
Figura 78 <i>Pantalla de preguntas en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	66
Figura 79 <i>Chat grupal juego de la aplicación para ordenador.....</i>	67

Figura 80 <i>Pantalla de resultados tabla del grupo en la aplicación en ilustración para ordenador.....</i>	68
Figura 81 <i>Pantalla de resultados gráfica del grupo en la aplicación en ilustración para ordenador</i>	68
Figura 82 <i>Pantalla de comparación de resultados entre los grupos en la aplicación en ilustración para ordenador.....</i>	69
Figura 83 <i>Pantalla de inicio de la aplicación en ilustración para móvil.....</i>	70
Figura 84 <i>Pantalla de registro de la aplicación en ilustración para móvil.....</i>	71
Figura 85 <i>Pantalla para elegir el modo de juego de la aplicación en ilustración para móvil</i>	72
Figura 86 <i>Pantalla de selección de partida de juego de la aplicación en ilustración para móvil.....</i>	72
Figura 87 <i>Screen Welcome en pantalla de visualización grande en ordenador</i>	74
Figura 88 <i>Screen Welcome en pantalla de visualización media en ordenador</i>	74
Figura 89 <i>Estructura de Screen Welcome en Venapp.....</i>	75
Figura 90 <i>Nombre de la aplicación ONEPlanET.....</i>	76
Figura 91 <i>Screen Register</i>	76
Figura 92 <i>Screen Game Mode</i>	77
Figura 93 <i>Screen Room Selection</i>	77
Figura 94 <i>Problemas de calidad de imagen</i>	78
Figura 95 <i>Problemas de esquinas</i>	79
Figura 96 <i>Modelo de simulación sobre una población de ciervos</i>	80
Figura 97 <i>Datos del modelo de Ciervos.....</i>	80

Figura 98 <i>Pantalla de visualización del modelo de población de ciervos</i>	82
Figura 99 <i>Programación de la pantalla de visualización del modelo de población de ciervos</i>	82
Figura 100 <i>Introducción de parámetros en la simulación sobre la población de ciervos</i>	83
Figura 101 <i>Parámetros fijos de variables en la simulación sobre la población de ciervos</i>	83
Figura 102 <i>Resultados de la simulación sobre la población de ciervos</i>	84
Figura 103 <i>Modelo de simulación sobre la población de España</i>	84
Figura 104 <i>Datos Pib sobre la población de España</i>	85
Figura 105 <i>Construcción de gráfica para las variables de visualización del modelo de simulación sobre la población de España</i>	86
Figura 106 <i>Construcción de gráfica para las variables de visualización del modelo de TEcESaS Indexes Software</i>	86
Figura 107 <i>Pantalla de introducción de datos de las variables Gaming en el modelo de población de España</i>	87
Figura 108 <i>Pantalla en Venapp de introducción de datos de las variables Gaming en el modelo de población de España</i>	88
Figura 109 <i>Representación gráfica de los resultados de la simulación en la población de España</i>	89
Figura 110 <i>Representación esquemática de las relaciones entre las variables del modelo de población de España</i>	89
Figura 111 <i>Variable actual del módulo de agua</i>	92
Figura 112 <i>Variable convertida a gaming del módulo de agua</i>	93

Figura 113 Programación de la variable convertida a Gaming del módulo de agua.....	93
Figura 114 Programación de la variable convertida a base del módulo de agua	93
Figura 115 Modelo para el módulo de energía.....	95
Figura 116 GET DIRECT CONSTANTS	96
Figura 117 Imagen de Fondo de la aplicación.....	96
Figura 118 Contenido del fichero Graficas.vgd	97
Figura 119 Pantalla de inicio de Inkomati.....	98
Figura 120 Pantalla de menú de Inkomati.....	98
Figura 121 Pantalla de visualización de los modelos de Inkomati	99
Figura 122 Pantalla de configuración de la simulación de Inkomati.....	100
Figura 123 Pantalla de elección de de Inkomati	101
Figura 124 Pantalla de módulo de energía de Inkomati.....	101
Figura 125 Pantalla de programación del módulo de energía de Inkomati ..	102
Figura 126 Pantalla de gráficas con una sola variable de Inkomati.....	103
Figura 127 Pantalla de gráficas con varias variables de Inkomati	104
Figura 128 Pantalla de datos cuantitativos de Inkomati	104
Figura 129 Opciones de la pantalla de datos del modo tabla de Inkomati..	105
Figura 130 Pantalla de juego interactivo de Inkomati	105
Figura 131 Pantalla de análisis de Inkomati.....	106
Figura 132 Pantalla de análisis con gráficas de Inkomati.....	107
Figura 133 Pantalla de análisis de relaciones de variables de Inkomati	107
Figura 134 Operación line de Venapp	119
Figura 135 Operación >Var de Venapp	120

Figura 136 Operación >Font de Venapp	120
Figura 137 Operación >Gr de Venapp	121
Figura 138 Operación >Ctrl de Venapp.....	122
Figura 139 Tipos de Controles de Venapp	123
Figura 140 Elección de variable en la operación >Ctrl de Venapp.....	123
Figura 141 Pantallas de Screen Venapp	124
Figura 142 Screen definition Venapp.....	125
Figura 143 Icono de control panel	127
Figura 144 Creación de Graphs en control panel	127
Figura 145 Desarrollo de gráficas	127
Figura 146 Desarrollo de tablas	128
Figura 147 Modelos de ejemplo de Venapp de Vensim	129
Figura 148 Modelo de ejemplo sin funcionar de Venapp de Vensim	130
Figura 149 Archivos de la carpeta Template.....	130
Figura 150 Modelo de simulación de Template sobre la población y la comida	131
Figura 151 Modelo de simulación de Template sobre el capital y la calidad de vida.....	131
Figura 152 Modelo de simulación de Template sobre la contaminación y los recursos naturales	132
Figura 153 File> Edit text file	133
Figura 154 File> Run Venapp	133
Figura 155 Pantalla de inicio Template	134
Figura 156 Estructura del ejemplo Template en Venapp. Screen Welcome	135
Figura 157 Pantalla de menu Template	136

Figura 158 <i>Pantalla de visualización de los modelos Template.....</i>	136
Figura 159 <i>Menú de elección de vista de modelos de Template.....</i>	137
Figura 160 <i>Opción de imprimir</i>	137
Figura 161 <i>Pantalla de elección de escenarios de Template.....</i>	138
Figura 162 <i>Pantalla de configuración del modelo, guardarlo y simularlo, Template</i>	139
Figura 163 <i>Pantalla para configurar escenarios con las variables de Template</i>	139
Figura 164 <i>Pantalla para configurar políticas de escenario con las variables de Template</i>	140
Figura 165 <i>Menú para cambiar datos constantes del modelo de Template.....</i>	140
Figura 166 <i>Menú para cambiar datos de gráficas del modelo de Template.....</i>	141
Figura 167 <i>Visualizador de los datos de las gráficas de Template</i>	141
Figura 168 <i>Pantalla de visualización de la gráfica de la simulación en Template</i>	142
Figura 169 <i>Pantalla de visualización de la tabla de la simulación en Template</i>	142
Figura 170 <i>Selección de variables en las pantallas de visualización</i>	143
Figura 171 <i>Pantalla de juego interactivo a tiempo real de Template</i>	143
Figura 172 <i>Pantalla sobre el análisis de control y los resultados de las simulaciones.....</i>	144
Figura 173 <i>Menú para seleccionar una nueva variable del modelo para el análisis</i>	145
Figura 174 <i>Menú para cargar simulaciones de Vensim del modelo para el análisis</i>	145

Figura 175 Pantalla para comparar dos escenarios de simulación	145
Figura 176 Visualización de las gráficas del modelo Template	146
Figura 177 Visualización de las relaciones de las variables del modelo de Vensim	146
Figura 178 Recopilación de las variables relacionadas entre sí y sus unidades	147
Figura 179 Representación de las gráficas de las variables con relación a una variable principal.....	147
Figura 180 Ventana de ayuda de Template	148
Figura 181 Archivo de herramientas world.vts.....	149
Figura 182 Estructura de Venapp ONEPlanET inicial en Venapp. Screen Welcome	151
Figura 183 Estructura de Venapp ONEPlanET inicial en Venapp. Screen Register.....	151
Figura 184 Estructura de Venapp ONEPlanET inicial en Venapp. Screen Room_Selection	152
Figura 185 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Welcome	155
Figura 186 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Main	156
Figura 187 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Structure.....	156
Figura 188 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Setupsimulation	157
Figura 189 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Setupsim.....	158
Figura 190 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Scenarios.....	159
Figura 191 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Energy	159
Figura 192 Estructura de la Venapp de Inkomati Screen Water	160
Figura 193 Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Food	161

Figura 194	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Socioeconomic .</i>	161
Figura 195	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Running.....</i>	162
Figura 196	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Output1</i>	162
Figura 197	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Output 2</i>	163
Figura 198	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Startgame</i>	164
Figura 199	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Game Control....</i>	164
Figura 200	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Analysis</i>	165
Figura 201	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Diff</i>	166
Figura 202	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Result</i>	166
Figura 203	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati Screen Cause1</i>	167
Figura 204	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Cause2</i>	168
Figura 205	<i>Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Use.....</i>	168

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Variables jugables para el usuario en el modelo de Ciervos</i>	81
Tabla 2 <i>Variables de visualización de datos para el usuario en el modelo de Ciervos</i>	81
Tabla 3 <i>Variables jugables para el usuario en el modelo de España</i>	85
Tabla 4 <i>Variables de visualización de datos para el usuario en el modelo de España</i>	86
Tabla 5 <i>Variables jugables módulo de agua para el usuario en el modelo de Inkomati</i>	90
Tabla 6 <i>Variables jugables módulo de agua para el usuario en el modelo de Inkomati</i>	91
Tabla 7 <i>Variables jugables módulo de comida para el usuario en el modelo de Inkomati</i>	91
Tabla 8 <i>Variables jugables módulo de energía para el usuario en el modelo de Inkomati</i>	91
Tabla 9 <i>Variables jugables módulo de socioeconomía para el usuario en el modelo de Inkomati</i>	92
Tabla 10 <i>Variables de visualización de datos módulo de energía</i>	94
Tabla 11 <i>Variables de visualización de datos módulo de economía</i>	94
Tabla 12 <i>Variables de visualización de datos módulo de agua</i>	95
Tabla 13 <i>Variables de visualización de datos módulo de comida</i>	95
Tabla 14 <i>Comandos de la aplicación</i>	97

Capítulo 1. Introducción y objetivos

Durante los apartados de este capítulo se contextualizará el tema del proyecto, los objetivos del trabajo fin de grado, los contenidos de la memoria, un flujograma con sus fases realizadas y consideraciones generales del proyecto.

1.1. Motivación y marco de trabajo

En la actualidad, las regiones de países tercermundistas como África enfrentan retos como la sostenibilidad, el acceso a recursos básicos y la equidad social. Además, factores como el cambio climático, el aumento poblacional en las últimas décadas, junto a la pobreza y la inestabilidad gubernamental, aumentan los problemas entre los sectores de agua, energía, alimento y economía. Debido a estas necesidades, surge el desarrollo del proyecto ONEPlanET con enfoque del WEF nexus para dar respuesta a estos retos.

La motivación del desarrollo de este Trabajo Fin de Grado surge durante la realización de las prácticas del grado para el desarrollo de un diseño de “juego” para ONEPlanET en el grupo de investigación GEEDS del departamento de sistemas y automática en la UVA. Estas prácticas fueron el punto de partida para posteriormente desarrollar el presente trabajo fin de grado. Ya introducido en un contexto más profundo sobre el proyecto de ONEPlanET y su urgencia para ofrecer herramientas prácticas en la toma de decisiones en la región africana. Para permitir una transición energética justa y sostenible del continente, empoderando a los responsables políticos mediante herramientas de simulación.

El marco de trabajo de este proyecto fin de grado se centra en la creación de una interfaz de aplicación interactiva para el usuario final, mediante el modelo WEF nexus de Inkomati elaborado por dinámica de sistemas e introducido de forma computacional por GEEDS en Vensim, el objetivo de este trabajo se realiza con el uso de una herramienta propia de Vensim llamada Venapp, este sistema de programación traduce los modelos de Vensim a aplicaciones gráficas de fácil comprensión e interacción.

1.2. Objetivos

El objetivo principal del proyecto se basa en:

- Diseñar y desarrollar una aplicación gráfica de interface interactiva para un usuario final, fácil de utilizar para un modelo de simulación de WEF nexus para el estudio de Inkomati en la región de África.

Para lograr este objetivo se plantearon los siguientes objetivos parciales:

- Aprender el desarrollo de programación de las Venapp

- Manual para el desarrollo de las Venapp.
- Diseñar pantallas interactivas y menús de selección entre valores.
- Visualización de gráficas y resultados.

1.3. Contenidos de la memoria

La estructura de este trabajo está constituida por los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Introducción y objetivos. Durante este capítulo se introduce el contexto del tema en el que se desarrolla el trabajo, a saber; ONEPlanET, dinámica de sistemas e interface.

Capítulo 2. Marco teórico. En este capítulo, se detalla la situación actual en África, el proyecto en desarrollo de ONEPlanET, la región africana en la que se desarrolla el objetivo principal del proyecto. Y explicaciones de los pilares del modelo WEF Nexus.

Capítulo 3. Metodología. Este capítulo recoge las herramientas utilizadas durante el proyecto, como la creación de modelos de simulación mediante la “dinámica de sistemas”, la ejecución de las simulaciones de estos modelos con el fin de obtener valores y resultados, mediante el entorno de simulación con “Vensim DSS” y la herramienta para el desarrollo de la interface con “Venapp”.

Capítulo 4. Marca de ONEPlanET. Se realiza el estudio de los elementos visuales, simbólicos, paleta de colores y tipografía del logo de ONEPlanET. Este estudio servirá para crear armonía, fluidez y continuidad en el diseño de la interface.

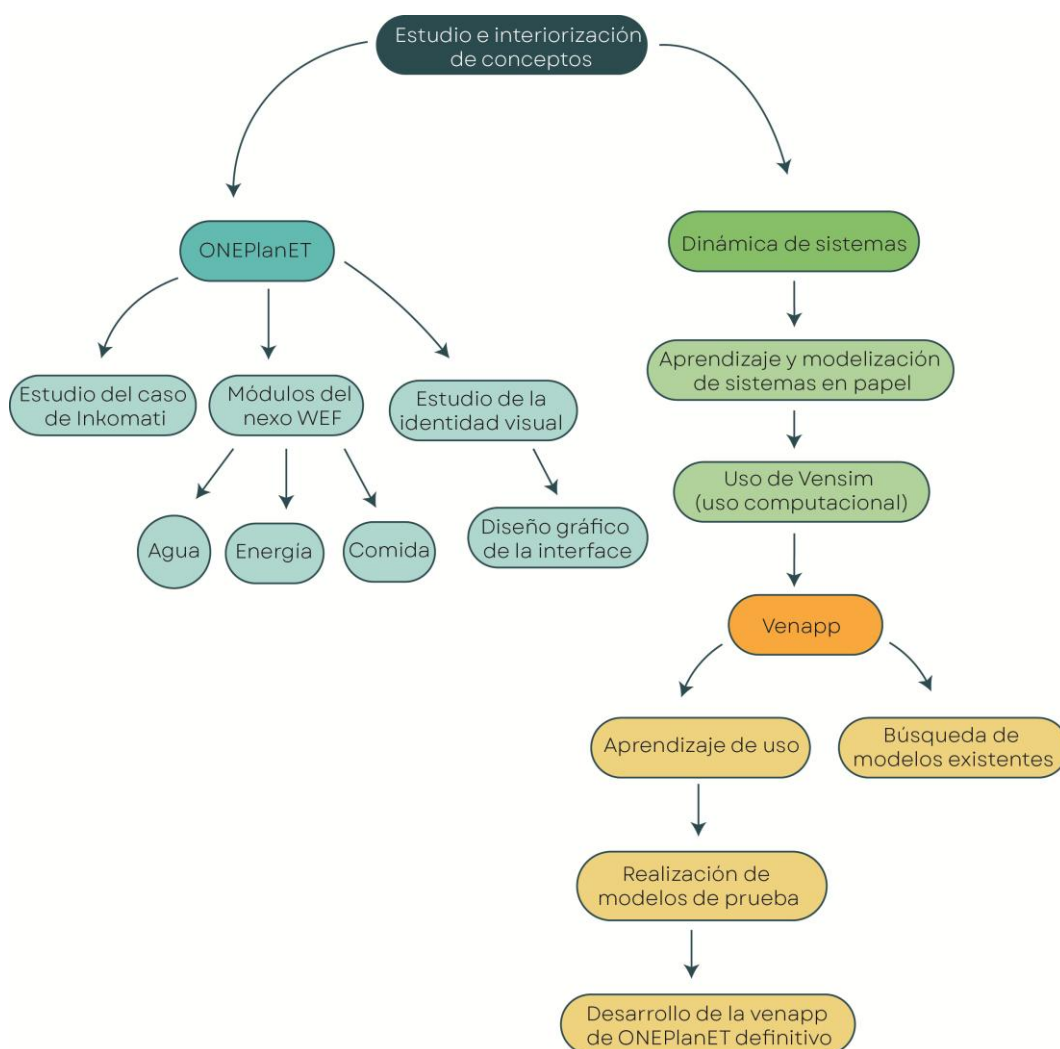
Capítulo 5. Estudio de investigación. Se presentan trabajos existentes publicados en artículos de investigación, revistas... realizados mediante Venapp, para recoger información sobre las capacidades visuales y de operación que permite la herramienta de Venapp.

Capítulo 6. Proceso de desarrollo. A lo largo de este capítulo se detallan las pantallas de visualización realizadas de la interface y su desarrollo en Venapp, construcción de aplicaciones interactivas con modelos simplificados para practicar el desarrollo de Venapp, para posteriormente realizar la aplicación interactiva de ONEPlanET definitiva.

Capítulo 7. Conclusiones. Se exponen las conclusiones analizadas en el capítulo anterior y las posibles líneas de investigación futuras.

1.4. Diagrama de flujo de proyecto

A continuación, se muestra el flujograma seguido para la realización de este trabajo fin de grado, ver Figura 1.

Figura 1*Flujograma del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

1.5. Consideraciones

Al ser ONEPlanET un proyecto europeo, el idioma utilizado es el inglés; por este motivo se ha conservado este idioma a lo largo del trabajo, como en la escritura de las siglas de los términos, en el que se ha realizado al comienzo de la memoria un índice de abreviaturas. Los resultados de las gráficas, pantallas de visualización de la interface desarrollada... también se muestran en inglés. Debido a que la realización de este trabajo fin de grado podrá ser utilizada en el proyecto de ONEPlanET.

La realización del presente trabajo ha representado un gran desafío, debido al limitado conocimiento previo tanto del departamento como del alumno sobre las Venapp. A esto se suma la falta de conocimientos del alumno con la dinámica de sistemas y el software Vensim. Por lo que este trabajo ha necesitado un aprendizaje desde cero que ha ido evolucionando y redactado en esta memoria.

Capítulo 2. Marco teórico

Durante este capítulo se profundizará sobre el contexto en el que se desarrolla el trabajo, los aspectos y objetivos que se persiguen en el proyecto ONEPlanET, detallando los requerimientos, el caso de investigación que se desarrolla y los módulos en los que se basa el proyecto.

2.1. ONEPlanET

El proyecto europeo ONEPlanET está formado por 11 instituciones multidisciplinares repartidas entre la unión europea (UE) y la unión africana (UA), en el que participa la UVA, ver Figura 2.

Figura 2

Socios del proyecto ONEPlanET

No.	Organisation name	Short name	Org. type	Country
1	RINA Consulting SpA	RINA-C	LE Private	Italy
2	Fundación CARTIF	CARTIF	RTO Private	Spain
3	Universidad de Valladolid	UVa	UNI Public	Spain
4	Three o'clock	3OC	SME Private	France
5	Stitching IHE Delft Institute for Water Education	IHE Delft	RTO Public	Netherlands
6	Ecogas Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency	ECREEE	RTO Public	Cape Verde
7	Strathmore University	SU	UNI Public	Kenya
8	Stiftelsen the Stockholm Environemnt Institutue	SEI	RTO Private	Sweden
9	University of KwaZulu-Natal	UKZN	UNI Public	South Africa
10	African Technology Innovation Hubs	AfriLabs	RTO Private	Nigeria
11	Università degli Studi di Genova	UNIGE	UNI Public	Italy

Fuente: (ONEPlanET, 2021)

En base al fin del proyecto “ONEPlanET project aims at empowering African policy makers, research & academia, investors and citizens with the necessary tools and know-how to increase clean energy generation and sustainable use of resources while reducing inequalities and cultural/socio-economic gaps” (ONEPlanET, 2021, p.2)

El interés de ONEPlanET al desarrollar herramientas para el avance del continente africano, viene respaldado por la búsqueda para lograr los objetivos de desarrollo sostenible (SDG) en un continente que destaca por una población joven y con crecimiento acelerado, atacada por las limitaciones para el acceso de energía asequible y sostenible, sufriendo además las duras condiciones en respuesta del cambio climático. (ONEPlanET, 2021)

Una población que necesitará duplicar su demanda energética para 2040 para hacer frente al crecimiento poblacional, sin embargo, la realidad africana actual determina que el 60% de la población aún carece de acceso estable de electricidad. (ONEPlanET, 2021)

Para hacer frente a la demanda energética de África y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible (SDG) es necesario optimizar los recursos del continente, destacando las fuentes de energía renovables, de las que en la actualidad solo representan el 22% de la capacidad total instalada. (ONEPlanET, 2021)

El proyecto gestionará los recursos energéticos y no energéticos mediante los módulos del WEF Nexus (Water-Energy-Food), ver 2.1.3 Módulos; estos recursos estarán interconectados entre sí en los modelos. (ONEPlanET, 2021)

En los siguientes apartados se detallan los objetivos de desarrollo sostenible, los casos de estudio, la función que cumple la UVA en el proyecto, los módulos, objetivos y ambiciones que se persiguen...

2.1.1. Requerimientos de ONEPlanET

Durante este apartado se detallarán las ambiciones del proyecto, los objetivos de desarrollo sostenible en ONEPlanET y la importancia de la participación de la UVA.

Como se menciona anteriormente, el objetivo de ONEPlanET es desarrollar un conjunto de herramientas para afrontar los problemas en África. Estas herramientas se basan en modelos y metodologías del WEF Nexus, donde se simulan escenarios basados en políticas para la optimización de los recursos existentes, incluyendo las limitaciones generales del continente. (ONEPlanET, 2021)

El intercambio de conocimientos obtenidos por estas actividades, junto al conjunto de materiales de capacitación, se recogerá en “centros de conocimiento”, para el estudio de casos de comunidades locales basados en tres estudios en África: Songwe (Malawi/Tanzania), las cuencas fluviales del Niger (Nigeria) y la zona de Inkomati-Usuthu (Sudáfrica). Con este último caso de ONEPlanET se desarrollará la interface de usuario final de este trabajo fin de grado. (ONEPlanET, 2021)

Para el logro del objetivo principal del proyecto europeo, ONEPlanET lo divide en diferentes objetivos específicos, divididos en objetivos científicos y tecnológicos (STO) y objetivos no tecnológicos (NTI). (ONEPlanET, 2021)

Los objetivos científicos y tecnológicos (STO) se distribuyen en 4 subobjetivos en los que se detalla la parte técnica del proyecto, como es el desarrollo de herramientas y los modelos avanzados interconectados para la toma de decisiones; tratan de promover el uso de las tecnologías abiertas y la participación de usuarios técnicos y científicos. (ONEPlanET, 2021) Estos subobjetivos son:

- ST01- Fomentar el uso práctico de los modelos desarrollados del Nexus y fortalecer la colaboración entre las partes interesadas.
- ST02- Entender las restricciones biofísicas, sociales y climáticas que interactúan en el Nexo WEF
- ST03- Crear un modelo Nexus mediante Dinámica de Sistemas en el que se integre la situación real de África, en este objetivo participa la UVA.
- ST04- Comprobar la efectividad y eficiencia de las herramientas desarrolladas en las 3 cuencas africanas.

Los objetivos no tecnológicos (ONT) representan la aportación de conocimientos y el uso de los resultados obtenidos en los modelos (STO), el fomento social de los beneficios del Nexus y las estrategias de implementación. (ONEPlanET, 2021) Generando impacto real mediante los siguientes objetivos:

- ONT1 – Otorgar actividades formativas y de intercambio entre las comunidades de conocimientos del Nexus conectadas de la UE y la UA.
- ONT2 – Realizar estrategias para la distribución de forma masiva de los resultados de ONEPlanET.
- ONT3 – Promover un impacto y conciencia social sobre los beneficios del enfoque Nexus y la transición energética sostenible.

El cumplimiento de estos objetivos logrará el objetivo principal de ONEPlanET y la ambición de este. Una ambición transformadora en la gestión de la planificación energética y los recursos de África, superando los límites de modelos existentes, poniendo en disposición medios y herramientas de capaces dar solución a las partes interesadas, la construcción de conexiones para la participación de las partes interesadas entre la UE y la UA; garantizando el acceso a una energía sostenible y fiable, consiguiendo ofrecer los servicios básicos e impulsar el avance de las ciudades, cumpliendo los objetivos de desarrollo sostenible. (ONEPlanET, 2021)

Entre todos los objetivos de desarrollo sostenible aprobados por la Asamblea General de Naciones Unidas, ONEPlanET se especializa en 7 de los 17 objetivos (ONEPlanET, 2021); estos son:

El segundo objetivo “Hambre cero”, ver Figura 3; en el modelo de simulación de ONEPlanET, la alimentación es un pilar fundamental del nexo para promover prácticas agrícolas sostenibles y eficaces. (ONEPlanET, 2021)

Figura 3*SDG – 2 Hambre cero*

Fuente: (ONU, 2025)

El cuarto objetivo, “Educación de calidad”, ver Figura 4; ONEPlanET presenta un programa de aprendizaje electrónico, colaboración académica transcontinental para el intercambio de conocimientos, desarrollando capacidades y actividades educativas dirigidas. (ONEPlanET, 2021)

Figura 4*SDG – 4 Educación de calidad*

Fuente: (ONU, 2025)

El sexto objetivo, “Agua limpia y saneamiento”, ver Figura 5; otro pilar en el modelo nexus de ONEPlanET es el agua, se fomentará la optimización del uso y la distribución del recurso hídrico entre los sectores de energía y comida. (ONEPlanET, 2021)

Figura 5*SDG – 6 Agua limpia y saneamiento*



Fuente: (ONU, 2025)

El séptimo objetivo “Energía asequible y no contaminante”, ver Figura 6. ONEPlanet se muestra como el inicio para las futuras evoluciones en las energías sostenibles en la UA, mediante un fomento en energías renovables y con acceso equitativo para la población. (ONEPlanET, 2021)

Figura 6

SDG – 7 Energía asequible y no contaminante



Fuente: (ONU, 2025)

El octavo objetivo, “Trabajo decente y crecimiento económico”, ver Figura 7; gracias a las herramientas del modelo ONEPlanET y la optimización de los recursos naturales a largo plazo en el continente, se impulsarán trabajos relacionados con el nexu, apoyando a nuevas oportunidades laborales gracias a las infraestructuras del WEF. (ONEPlanET, 2021)

Figura 7

SDG – 8 Trabajo decente y crecimiento económico



Fuente: (ONU, 2025)

El onceavo objetivo, “Ciudades y comunidades sostenibles”, ver Figura 8; gracias al proyecto y su relación con los SDG, se crearán medidas de adaptación a largo plazo, favoreciendo la planificación de ciudades con resiliencia al cambio climático. (ONEPlanET, 2021)

Figura 8

SDG – 11 Ciudades y comunidades sostenibles



Fuente: (ONU, 2025)

El treceavo objetivo, “Acción por el mundo”, ver Figura 9, en relación con el onceavo objetivo, las medidas que ofrece ONEPlanET buscan realizar un impacto positivo en diferentes sectores: social, medioambiental... (ONEPlanET, 2021)

Figura 9

SDG – 13 Acción por el mundo



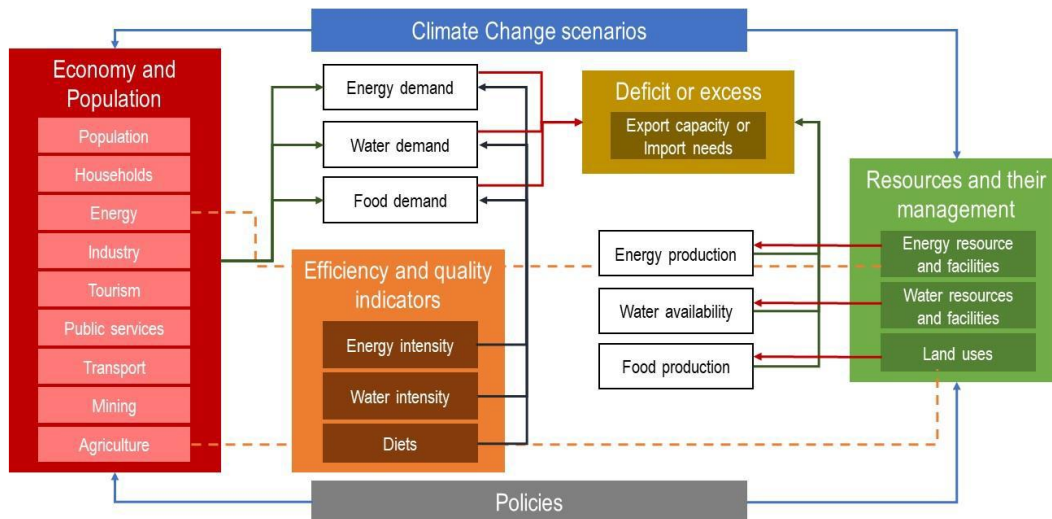
Fuente: (ONU, 2025)

Los SDG se integran en las estrategias del modelado, en el desarrollo de las políticas adaptadas a los casos de estudio previamente comentados.

Para el éxito del proyecto, todos los socios deben colaborar de forma activa en las actividades y tareas asignadas; la participación de la UVA es fundamental en el proyecto. Su papel recae en la parte técnica: “ST03- Crear un modelo Nexus mediante dinámica de sistemas en el que se integre la situación real de África” (ONEPlanET, 2021, p.3). Se utilizarán modelos ya existentes de la UVA, como son MEDEAS y WILLIAM, para la construcción del modelo de ONEPlanET. (ONEPlanET, 2021, p.9). Mediante la dinámica de sistemas se desarrollarán las herramientas de simulación de los escenarios y políticas de los casos de estudio del proyecto, ver Figura 10; mediante los resultados de los modelos se podrán identificar las mejores estrategias para la gestión de los recursos. Los modelos mediante dinámica de sistemas estarán formados por un código abierto y una interfaz gráfica de fácil interacción para el usuario en la introducción de los parámetros de entrada (ONEPlanET, 2021, p.28). El desarrollo de la interfaz gráfica de usuario es el proyecto de desarrollo para este trabajo fin de grado.

Figura 10

Arquitectura del modelo de dinámica de sistemas de ONEPlanET



Fuente: (ONEPlanET, 2021)

Además, la UVA se encargará del mantenimiento y actualización del modelo de forma constante, para la utilización de los gobiernos sin coste económico, un modelo capaz de dar respuesta a las necesidades de los usuarios.

2.1.2 Caso de investigación de Inkomati

Durante este apartado se detalla en profundidad el caso de estudio en el que se desarrolla este trabajo fin de grado.

Como se menciona en el anterior apartado, ONEPlanET se centra en tres regiones del continente africano siendo: Songwe (Malawi/Tanzania), las cuencas fluviales del Níger (Nigeria) y la zona de Inkomati-Usuthu (Sudáfrica). Este trabajo se centra en la zona de Inkomati-Usuthu y en el desarrollo de su interface.

Inkomati-Usuthu es una cuenca fluvial transfronteriza con Mozambique, Eswatini y Sudáfrica, ver Figura 11; de aproximadamente 37.000 Km². Posee una longitud de 583 Km y abarca a 2,8 millones de personas, y los afluentes de esta cuenca son el Nwanedzi, el Sabie-Sand, el Crocodile (Este), el Komati y el Usuthu. (ONEPlanET, 2021)

Figura 11

Cuenca fluvial de Inkomati-Usuthu



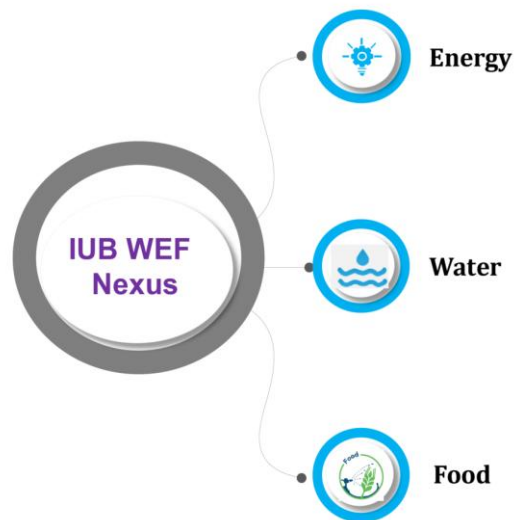
Fuente: (Nexogenesis, 2025)

EL uso de este recurso hídrico compartido con varios países provoca conflicto y complejidad en la agricultura, silvicultura y su uso en centrales eléctricas a carbón. (ONEPlanET, 2025; Rossouw et al., 2005).

Para la optimización del recurso, se han evaluado las características de los pilares del nexo, ver Figura 12. En el módulo de energía, las formas de obtención más utilizadas son la electricidad, sistemas solares, generadores y baterías, gas, parafina, madera y carbón. Los módulos de agua y comida se encuentran relacionados en la región a causa de la agricultura, ganadería y sectores de alimentación. (ONEPlanET, 2021)

Figura 12

Pilares del Nexo



Fuente:(ONEPlanET, 2025)

2.1.3 Módulos

Como se ha comentado a lo largo del capítulo, el proyecto ONEPlanET se basa en una estructura modular compuesta por el WEF (Water-Energy-Food) Nexus en África y la participación de la UVA en la creación del modelo del nexus mediante dinámica de sistemas. Los tres módulos clave están interconectados entre sí, pero además también se incluyen otros factores como son el clima, la pobreza, demografía, educación... mediante retroalimentaciones. Por lo que dentro de este apartado también se destaca y detalla la socioeconomía para representar estos factores. Las relaciones en la arquitectura entre los módulos del nexo se muestran en la Figura 10. Se aprovecharán para el desarrollo modelos existentes de la UVA, como son “MEDEAS” y “WILLIAM” (ONEPlanET, 2021, p.34).

2.1.3.1 Energía

El responsable de la creación de este módulo es la UVA, junto a otros socios como CARTIF, ECREEE y RINA-C; ver Figura 2. Las tareas en las que se centra son la limitación de reservas de recursos del suelo no renovables que son extraídos, la generación de electricidad mediante recursos renovables, los biocombustibles y las estructuras de energía para la movilidad y desarrollo. Se pretende calcular la cantidad de energía necesaria para cumplir la demanda energética en los factores económicos, estimando así su acceso y protección. (ONEPlanET, 2021, p.34)

2.1.3.2 Agua

En el módulo del agua, el responsable es IHE-Delft con los socios SEI, CARTIF y la UVA, ver Figura 2; para la realización de este módulo se partirá de un ciclo

de agua base en el que se le incluirán y tendrán en cuenta factores, como las lluvias, el agua de ríos, la desalinización de océanos, la actuación humana con embalses y zonas de cultivo... estos factores servirán para determinar la calidad, cantidad y protección del agua. (ONEPlanET, 2021, p.34)

2.1.3.3 Comida

UKZN es el responsable de este módulo junto a los socios de la UVA y CARTIF, ver Figura 2. Durante este módulo se tomarán en cuenta el tipo de alimentación y las necesidades en el uso del suelo, además de los factores climáticos, como el frío. El punto de inicio comienza haciendo uso de datos de los sectores de agricultura, ganadería y pesca, además de temas comerciales como el mercado de alimentos y la demografía. Los resultados del módulo reflejarán los indicadores de comida según las dimensiones de la cuenca. (ONEPlanET, 2021, p.35)

2.1.3.4 Socioeconomía

El responsable de este módulo es CARTIF, junto a otros socios como la UVA, UKZN, IHE Delft, RINA-C. En esta tarea se analizan factores que están interconectados con los 3 módulos principales “WEF”; algunos de estos factores son el clima, la economía, el medio ambiente y la sociedad; se representarán mediante variables endógenas en los modelos. Su objetivo es aportar funcionalidad y realismo al nexo del modelo. (ONEPlanET, 2021, p.35)

Una vez entendido el tema y el contexto del proyecto, en el siguiente capítulo se explica la parte técnica y de computación del proyecto, como es el funcionamiento de la metodología utilizada “dinámica de sistemas”, el software empleado y la herramienta de creación de la interfaz.

Capítulo 3. Metodología

Como se detalla en los apartados anteriores de ONEPlanET, la participación de la UVA se ha realizado mediante la dinámica de sistemas, tanto el modelo del nexus como la interfaz que se desarrolla en el presente proyecto, ver 6.3. Interfaz de Inkomati.

A lo largo del desarrollo de este capítulo, se expone la parte técnica y la metodología utilizada para la realización de la interfaz de usuario de Inkomati. Se llevó a cabo unas fases del proceso de la actividad:

- Fase 1: Aprendizaje y comprensión de la teoría sobre la dinámica de sistemas.
- Fase 2: Estudio de la programación de la dinámica de sistemas mediante Vensim.
- Fase 3: Revisión del estado del arte en el desarrollo de creación de interfaz para dinámica de sistemas.
- Fase 4: Elección de la herramienta de programación para la creación de la aplicación.
- Fase 5: Estudio y aprendizaje sobre la herramienta de programación.
- Fase 6: Creación y publicación de la interface de Inkomati.

3.1. Dinámica de Sistemas

A lo largo de este apartado se presenta una introducción sobre la dinámica de sistemas y su funcionamiento.

Un sistema es un conjunto de elementos que están interconectados e interactúan entre sí para formar un conjunto organizado con un propósito común. Para comprender la dinámica de sistemas, se definirán previamente los elementos que intervienen en el modelo. (Martín García & Sterman, 2006; Miguel et al., 2025).

La SD fue desarrollada en la década de 1950 por Jay Forrester. Esta metodología orientada al modelado y la creación de sistemas dinámicos complejos está compuesta por retroalimentaciones entre los elementos (las variables del modelo). Tiene como objetivos: servir para comprender la estructura que determina los resultados del sistema, ayudar en la toma de decisiones, pudiéndose utilizar en diferentes disciplinas. Los resultados del modelo dependerán de las variables que interactúan y los escenarios establecidos (Martín García & Sterman, 2006; Miguel et al., 2025).

La utilidad y desarrollo de un modelo mediante dinámica de sistemas sigue un orden de pasos:

1. Se determina y define el problema y los objetivos que se desean. Cómo son la selección del tema, las variables claves, el marco de tiempo...
2. El problema se modela mediante SD. Se realizan hipótesis iniciales del modelo, la dinámica de las variables depende de la estructura del modelo. La estructura se realiza mediante diagramas causales para ver las relaciones entre las variables.
3. Se realiza el modelo en computación. Se detallará la estructura y valores de los parámetros de las variables, comprobando que el modelo cumple con los objetivos iniciales asignados.
4. Comprobación del modelo para verificar que tiene un comportamiento de acuerdo a los objetivos fijados.
5. Introducir políticas y escenarios en el modelo, con el fin de realizar diferentes estudios para poder comparar las posibles consecuencias del modelo.

Cada elemento del modelo deberá cuidarse al detalle, realizando las hipótesis necesarias y estudiando los resultados obtenidos ante diferentes cambios en las variables de entrada. (Martín García & Sterman, 2006)

3.1.1. Diagramas causales

Como se menciona en el paso 2 del desarrollo de un modelo mediante dinámica de sistemas, para modelar y realizar una estructura entre las conexiones entre las variables del modelo, se emplean los “Diagramas Causales”, estos diagramas “recogen los elementos clave del sistema y las relaciones entre ellos” (Martín García & Sterman, 2006, p.27). Las relaciones entre dos variables en los diagramas causales se representan con flechas que tienen polaridad (+), ver Figura 13, o polaridad (-), ver Figura 14.

Figura 13

Relación causal de polaridad positiva



Fuente: elaboración propia

En este ejemplo se muestra cómo al incrementar la variable “X” se produce un incremento en la variable “Y”, por lo que la polaridad es positiva y se muestra con el signo (+) o con (s). De la misma forma ocurre si se disminuye la “X” la variable “Y” disminuye.

Con la polaridad negativa sucede al revés, mientras una de las variables aumenta, la otra disminuye, ver Figura 14. La representación de la polaridad negativa se representa con los signos (-) o (O).

Figura 14

Relación causal de polaridad negativa



Fuente: elaboración propia

En la dinámica de sistemas, las relaciones de polaridad entre variables originan “bucles” o “realimentaciones”. Que pueden ser positivas o negativas, ver Figura 15.

Figura 15

Bucles positivos y negativos en un modelo poblacional



Fuente: elaboración propia

En la relación de los nacimientos y la población de la Figura 15, ambas relaciones tienen polaridad positiva, se crea un bucle de realimentación positiva, con este tipo de bucles se desequilibra el sistema. En el caso de población y defunciones de la Figura 15, las polaridades son opuestas, por lo que se crea un bucle de lamentación, con este tipo de bucles se equilibra el sistema.

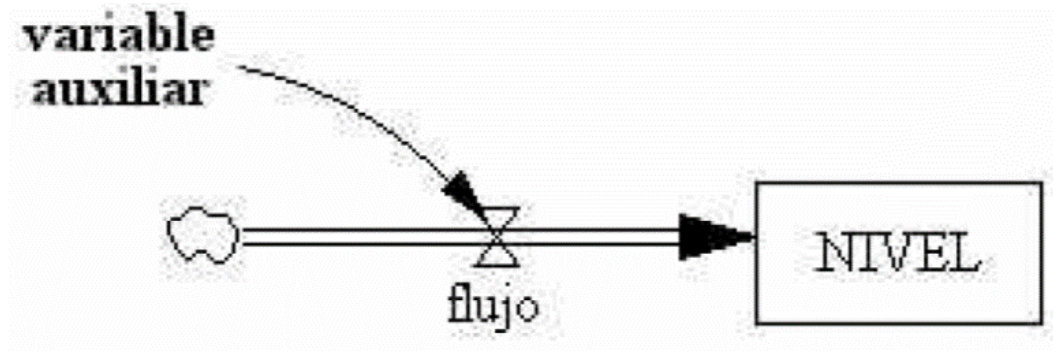
3.1.2. Diagramas de flujos

A partir del diagrama causal del sistema, se desarrollarán los diagramas de flujo o de Forrest, estos diagramas se utilizan en la fase computacional de la dinámica de sistemas. Sirven como traducción de los diagramas causales a una terminología que se permite en la escritura con ordenador. (Martín García & Sterman, 2006; Miguel et al., 2025b) Podemos identificar 3 tipos de variables en estos diagramas, ver Figura 16:

- Variables de Stock o Nivel: en estas variables se acumulan elementos e información, son variables dinámicas, por lo que dependen del tiempo. Se representan dentro de un rectángulo, “Nivel”, ver Figura 16.
- Variables de flujo: variables que producen la variación de las variables stock, si son positivas, incrementan el stock y si son negativas, disminuyen el stock. “Flujo”, ver Figura 16.
- Variables auxiliares: estas variables son valores constantes que se asocian al modelo y afectan su comportamiento.” Variable auxiliar”, ver Figura 16.

Figura 16

Representación de las variables de Stock, flujo y auxiliares



Fuente:(Martín García & Sterman, 2006)

3.2. Vensim

Vensim es el software de computación utilizado para mostrar de forma gráfica y realizar simulaciones de los modelos creados mediante dinámica de sistemas, fue desarrollado por la empresa Ventana Systems Inc. (Miguel, 2025)

Entre todas las opciones de Vensim, a lo largo del proyecto se ha utilizado la opción de Vensim DSS; esta versión es la más completa y permite la creación de interfaz mediante Venapp, una herramienta dentro del propio Vensim. Con Vensim se crearán los modelos de los diferentes Nexus del proyecto, en los que se les introducirán datos históricos mediante Excel y las ecuaciones para relacionar las variables.

3.3. Recursos para el desarrollo de interfaces con dinámica de sistemas

A lo largo del proyecto se estudiaron diferentes herramientas para la realización de la creación de la interface de Inkomati mediante la dinámica de sistemas. En los siguientes apartados se detallan las opciones que se estuvieron barajando para el desarrollo de la interfaz, además de indicar el programa utilizado para el fin de este proyecto.

3.3.1. Sable

Sable es un software de simulación utilizado en el ámbito académico para el aprendizaje de dinámica de sistemas. Se valoró su utilización para el proyecto; sin embargo, en la fase de estudio de las capacidades del programa, se comprobó que este software estaba anticuado con respecto a la actualidad de desarrollo de interface de dinámica de sistemas, al conservar una interfaz antigua sin posibilidad de actualizaciones.

3.3.2 SDEverywhere

SDEverywhere es un software de código abierto para el desarrollo de modelos de dinámica de sistemas. Este programa permite grandes capacidades en el desarrollo de interfaz, sin embargo, la complejidad de este programa junto a limitaciones en el reconocimiento de algunas operaciones del modelo,

produciendo errores de programación, ver Figura 17, fueron los determinantes para descartar esta herramienta.

Figura 17

Error de programación con SDEverywhere

```
Error: Failed to parse Vensim model definition at line 89, col 79:
AVERAGE_PEOPLE_PER_HOUSEHOLD_NON_EU_REGIONS_TIMESERIES_TARGET_SP[REGIONS_8_I]( GET_DIRECT_LOOKUPS('scenario_parameters/scenario_parameters.xlsx', 'demography', 'time_1
Detail:
extraneous input 'GET_DIRECT_LOOKUPS' expecting '{', '{'
at parseVensimModel (file:///C:/Users/Sara/AppData/Local/npm-cache/_npx/7c716b646d7d555a/node_modules/@sdeverywhere/parse/dist/index.js:1469:13)
at parseModel (file:///C:/Users/Sara/AppData/Local/npm-cache/_npx/7c716b646d7d555a/node_modules/@sdeverywhere/compile/src/parse-and-generate.js:161:16)
at parseAndGenerate (file:///C:/Users/Sara/AppData/Local/npm-cache/_npx/7c716b646d7d555a/node_modules/@sdeverywhere/compile/src/parse-and-generate.js:71:21)
at readModelVars (file:///C:/Users/Sara/AppData/Local/npm-cache/_npx/7c716b646d7d555a/node_modules/@sdeverywhere/create/dist/index.js:389:9)
at async chooseGenConfig (file:///C:/Users/Sara/AppData/Local/npm-cache/_npx/7c716b646d7d555a/node_modules/@sdeverywhere/create/dist/index.js:140:15)
at async main (file:///C:/Users/Sara/AppData/Local/npm-cache/_npx/7c716b646d7d555a/node_modules/@sdeverywhere/create/dist/index.js:892:9)
!! The mdl file failed to load. We will continue setting things up, and you can diagnose the issue later.
```

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Venapp

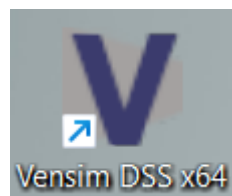
De todas las herramientas estudiadas para la creación de interfaz para el modelo de Inkomati, se consideró que las Venapp permitirían las capacidades exactas para el objetivo del proyecto, al no presentar fallos de computación con operaciones del modelo de Vensim y tener actualizaciones regulares.

La herramienta de programación Venapp pertenece a las aplicaciones que ofrece el programa Vensim, “las Venapps son interfaces con ventanas y botones que permiten al usuario simular un modelo desarrollado previamente.” (Martín García, 2023, pág. 197) “son interfaces simplificadas y fáciles de usar que permiten a los usuarios acceder a un modelo Vensim sin necesidad de pasar por el entorno de modelado.”(Ventana Systems, 2025a). Para poder realizar una Venapp, se parte de un modelo .mdl previamente realizado en Vensim.

La utilización de Venapps es con fines profesionales, debido a que para utilizar esta herramienta debemos utilizar la versión que necesita licencia de software de Vensim, es decir, Vensim DSS, ver Figura 18.

Figura 18

Icono de Vensim DSS



Fuente: Programa Vensim DSS

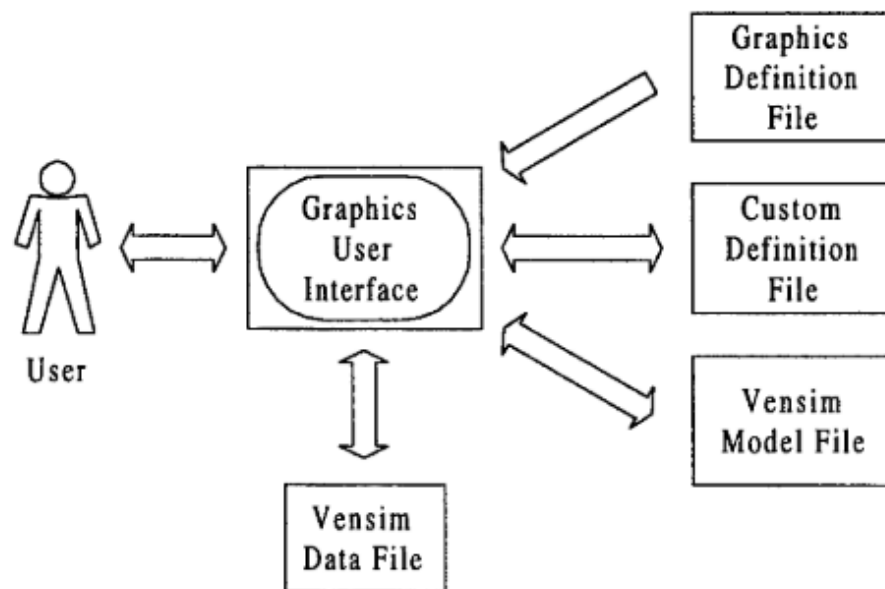
Podemos dividir las Venapps en dos partes:

- La parte de programación, comandos, operaciones... para el funcionamiento de las pantallas de visualización, esta parte está enfocada al desarrollador.
- Las ventanas de visualización con las que se puede interactuar, se visualizan los resultados... esta parte es la que tendría el usuario final.

El usuario interactúa con la parte gráfica de la interfaz; está formada por diferentes formatos de archivos, como el modelo de Vensim, los datos, el fichero con los gráficos de visualización y la programación de Venapp, ver Figura 19.

Figura 19

Representación funcionamiento de Venapp



Fuente: (Hernandez, 1995)

Como se menciona en el libro de (Martín García, 2023) y en la ayuda (Ventana Systems, 2025a), para aprender a realizar y entender el funcionamiento de las Venapps, es necesario estudiar ejemplos ya realizados.

Durante la programación en Venapp se necesita utilizar diferentes archivos según las funciones que queremos incorporar en nuestra interface, los formatos son:

.mdl o vmf = este tipo de formatos se asocia al modelo de simulación de Vensim.

.vts = este formato de fichero se relaciona con las herramientas de análisis.

.vdfx = este formato corresponde con una simulación realizada del modelo en Vensim, para poder utilizar las Venapp, se necesita una simulación con datos.

.vgd = este fichero guarda las tablas a visualizar de las variables que previamente hemos seleccionado.

Según se recoge en la ayuda de Vensim (Ventana Systems, 2025a), el propósito de las Venapp es ofrecer a usuarios que no dominen Vensim una interacción con los modelos más sencilla, el desarrollo de juegos interactivos con cambios de escenarios para entender los posibles resultados en las simulaciones provocadas por las decisiones de estos...” El usuario aprenda algo valioso del modelo” (Ventana Systems, 2025a).

Para las Venapp utilizamos el editor de texto, ver Figura 20, esta herramienta no está visible por defecto en la pantalla de visualización de Vensim, debemos activarla, ver Figura 21. Pulsaremos en Tools>Analysis Toolset>Edit. Iremos bajando entre las herramientas hasta llegar a los editores de texto de ficheros, ver Figura 22.

Figura 20

Icono de Venapp Editor

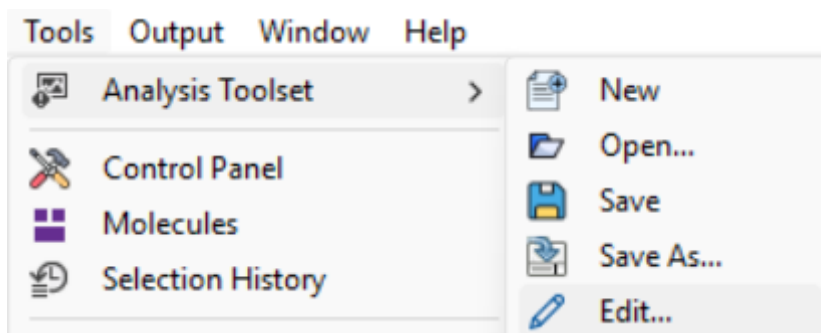


Fuente: elaboración propia

Nota: Dependiendo de la versión que tengamos de Vensim, podemos tener una interfaz de visualización diferente entre la antigua y la actual. Para cambiar entre diseños, iremos a Tools> Switch to New/Old GUI.

Figura 21

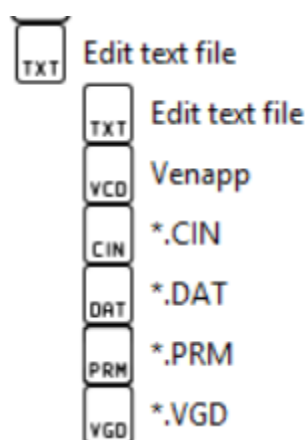
Activación de icono de Venapp Editor



Fuente: elaboración propia

Figura 22

Editores de textos de archivos



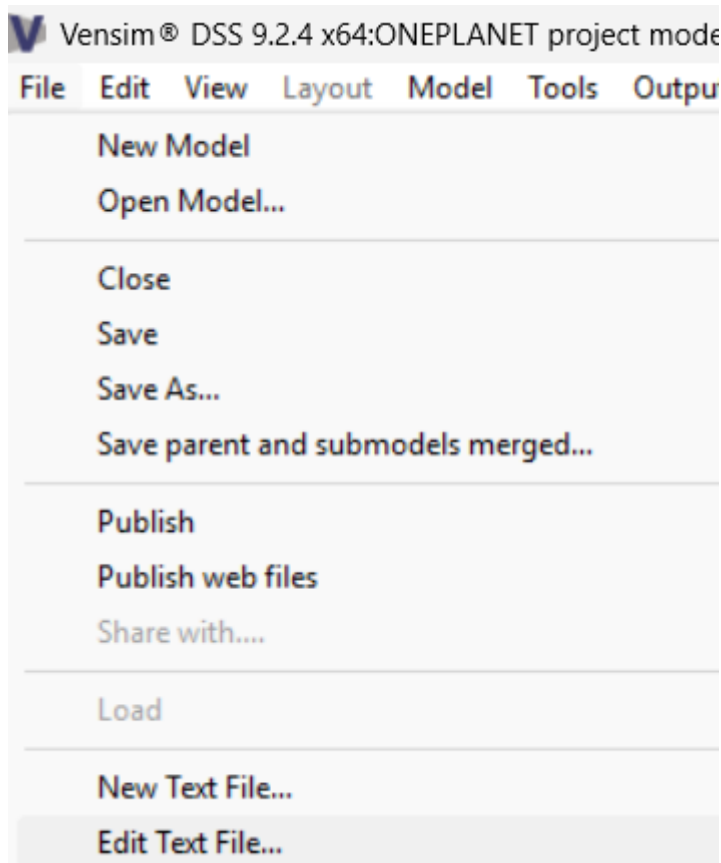
Fuente: elaboración propia

Antes de crear una aplicación Venapp, es necesario tener un modelo .mdl y una simulación realizada de ese modelo .vdfx. Además de incluir otros archivos para mejorar la experiencia del usuario, todos los documentos deben estar en la misma carpeta. (Martín García, 2023)

Para acceder a las Venapp desde Vensim, pulsaremos en File>Edit Tex file para editar un archivo ya creado en .vcd o File>New text file para crear un archivo .vcd, ver Figura 23 o pulsaremos el icono de la Figura 20. En ambos casos seleccionaremos el archivo .vcd, ver Figura 24.

Figura 23

Pasos para acceder a Venapp desde Vensim



Fuente: elaboración propia

Figura 24

Archivo Venapp .vcd



Fuente: elaboración propia

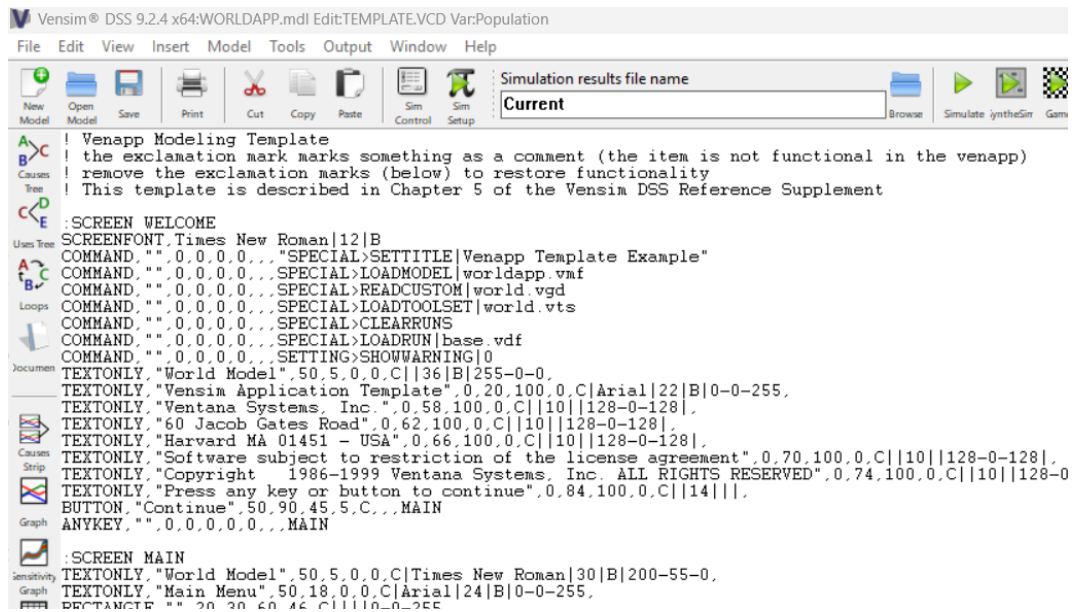
Dependiendo del camino elegido para llegar a las Venapp, mediante texto, ver Figura 23, o mediante el icono, ver Figura 20, las Venapp se pueden visualizar de dos formas la programación de Venapp (Martín García, 2023):

- En formato de texto:

Como se muestra en la Figura 25, eligiendo el formato texto, se escriben los comandos y operaciones de forma textual, sin poder ver el proceso o resultado de cada elemento añadido. En esta forma de programar tenemos un menú de interacción, ver Figura 26, que permite mayor rapidez en la programación de la Venapp.

Figura 25

Formato texto de programación de Venapp

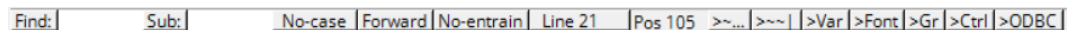


Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

En la Figura 26, el menú permite diferentes atajos y modificaciones del texto. En el Anexo B. Manual de Venapp, se detalla la función de cada control.

Figura 26

Menú de operaciones en el formato texto de programación de Venapp



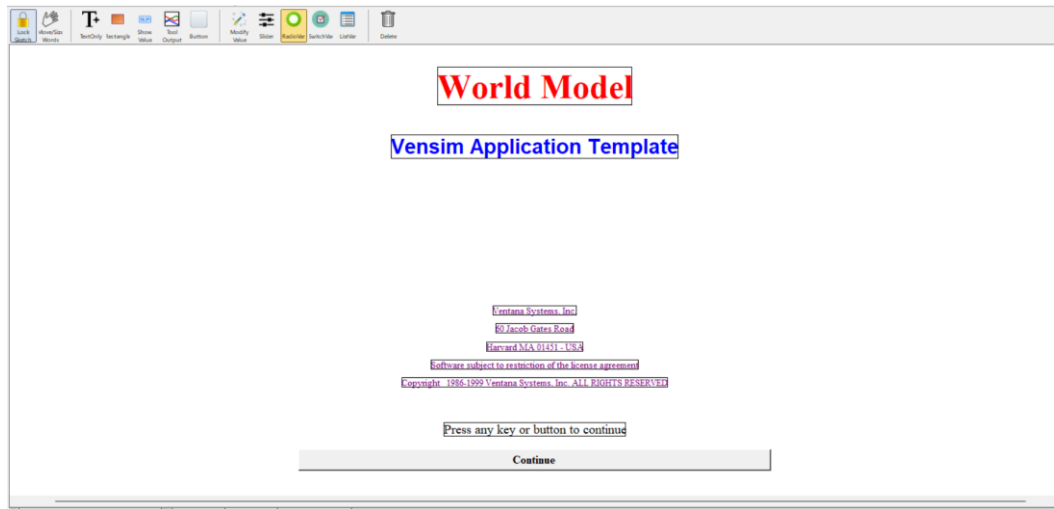
Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

- En formato Sketch:

La otra forma de realizar y editar la Venapp es desde el boceto, viendo la pantalla de visualización, ver Figura 27. Se podrán colocar diferentes elementos desde el menú de operaciones superior, ver Figura 28, se podrán modificar los elementos actuales mediante el menú de control inferior, ver Figura 29. En el Anexo B. Manual de Venapp, se detalla cómo utilizar estos controles.

Figura 27

Pantalla de boceto de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 28

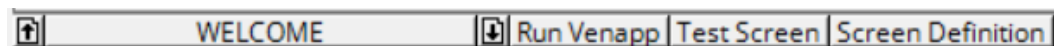
Menú superior de operaciones en pantalla de boceto de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 29

Menú inferior de control en pantalla de boceto de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

En ambos medios de programación, para crear cada pantalla de visualización se pondrá en la línea de código “:SCREEN”. Esta operación permite al programa reconocer cuando da comienzo una nueva pantalla y posteriormente se colocarán los elementos necesarios para su interacción, para referenciar a cada pantalla se pondrá un nombre seguido de :SCREEN, ver Figura 30. (Ventana Systems, 2025a)

Figura 30

:SCREEN ejemplo

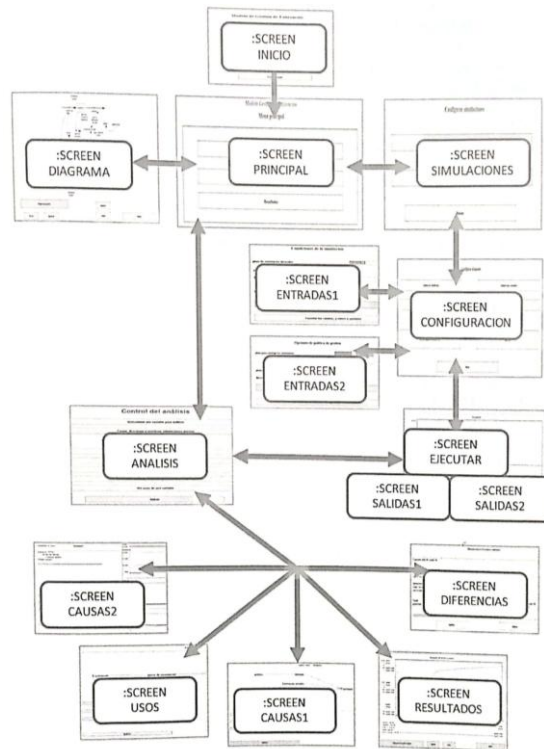
:SCREEN WELCOME

Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Antes de relacionar las pantallas entre sí mediante las operaciones interactivas para el usuario, se recomienda tener un flujograma con las relaciones entre las pantallas y con los nombres :SCREEN de cada pantalla, ver Figura 31.

Figura 31

Esquema pantallas de visualización

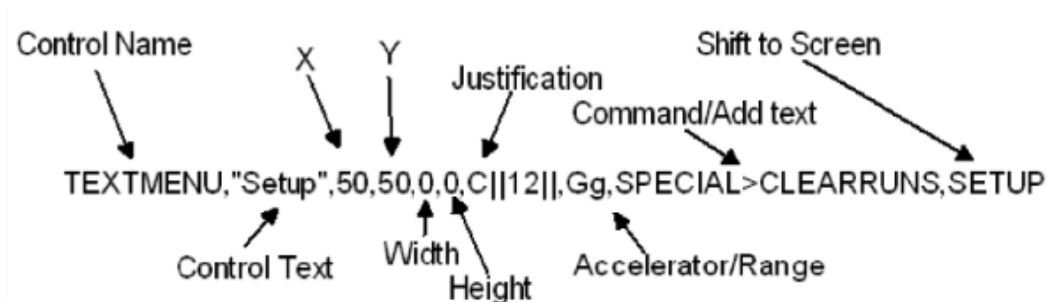


Fuente:(Martín García, 2023)

Para incluir las operaciones en la programación de las pantallas, deben ser escritas según el orden de los elementos, ver Figura 32. Mediante la definición de control de las Venapp, se hace más intuitiva la creación de los comandos, ver Figura 33.

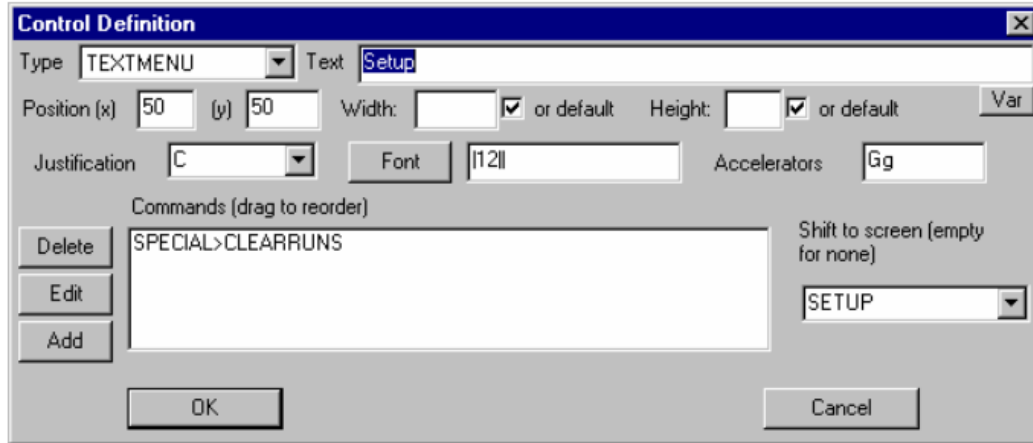
Figura 32

Orden de elementos de una operación



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

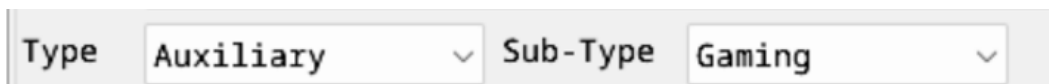
Figura 33
Creación de control



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Para permitir que ciertas variables del modelo se vuelvan “jugables” por el usuario, deben convertirse en variables de subtipo Gaming, ver Figura 34. Estas variables Gaming deben estar conectadas a una variable normal, con un valor por defecto, para evitar errores en la simulación. Y el usuario podrá modificar este valor base en la aplicación para obtener nuevos resultados. (Ventana Systems, 2025a)

Figura 34
Sub-Type gaming



Fuente: Elaboración propia

En el Anexo B. Manual de Venapp, de este trabajo fin de grado, se realiza una explicación detallada de las acciones del menú de programación, se detalla el funcionamiento, explicación de pantallas de un modelo ejemplo realizado en Venapp...

Capítulo 4. Marca de ONEPlanET

Para la creación del diseño de la aplicación de Inkomati, es decisivo conocer los elementos visuales y simbólicos que forman parte del proyecto ONEPlanET. Durante este capítulo se realiza el estudio del logo de ONEPlanET, los elementos que lo componen, sus colores, la tipografía... Este estudio servirá para hacer un análisis general del diseño de interface de Inkomati.

En relación con (Ojeda, 2024), la marca es el conjunto de elementos intangibles como los pensamientos, emociones, valores, propósitos y experiencias... con los que una persona asocia a una empresa, producto o servicio.

ONEPlanET transmite los valores del proyecto, como es el compromiso ecológico, mostrar al planeta como un sistema único, equilibrio y conexión en los módulos de WEF Nexus de África.

4.1. Identidad visual

En línea con (Ancin, 2018, p.5), podemos definir la identidad visual como la manifestación de los elementos visuales y tangibles que identifican a una marca, desde el logo, la paleta de colores y la tipografía.

“The visual identity of ONEPlanET is key to ensuring consistency in communication to allow the project to be easily recognizable.” (ONEPlanET, 2023, p.14)

El logo recoge la esencia del proyecto del apartado 2.1.1. Requerimientos de ONEPlanET, ver Figura 35.

Figura 35

Logo de ONEPlanET



Fuente:(ONEPlanET, 2022)

Más adelante se estudian los aspectos técnicos de la identidad visual: colores corporativos, tipografías.

4.2. Logotipo, isotipo, imagotipo.

Los elementos gráficos para identificar y recordar el logo de ONEPlanET, se dividen en logotipo, isotipo e imagotipo.

4.2.1. Logotipo

Cuando hablamos del logotipo de una marca, nos estamos refiriendo al texto. El nombre de la marca, definido por la tipografía y colores.(Ancin, 2018)

El nombre de ONEPlanET, ver Figura 36, son las siglas que resumen la propuesta del proyecto “OpeN source NEXus modelling tools for Planning sustainable Energy Transition in Africa” (ONEPlanET, 2021, p.1)

Figura 36

Texto de ONEPlanET

Fuente: (ONEPlanET, 2022)

4.2.2. Isotipo

Podemos definir el isotipo como la representación de la imagen gráfica de una marca sin mencionarla. (Ancin, 2018)

El icono del logo, ver Figura 37, está formado por 3 círculos unidos que representan los módulos del WEF Nexus del proyecto (Water-Energy-Food). Representando el agua con la gota, la energía con el rayo y la comida con el trigo.

Figura 37

Símbolos de ONEPlanET



Fuente: (ONEPlanET, 2022)

4.2.3. Imagotipo

Nos referimos al imagotipo como la unión entre el logotipo y el isotipo, pueden ser utilizados por separado y el usuario puede reconocer la marca. El uso de ambos elementos, ver Figura 35, permite un reconocimiento más rápido y fácil en el usuario, además de transmitirse un mensaje más efectivo. (Ancin, 2018; Ballesteros Rodríguez, 2023)

4.3. Paleta de colores

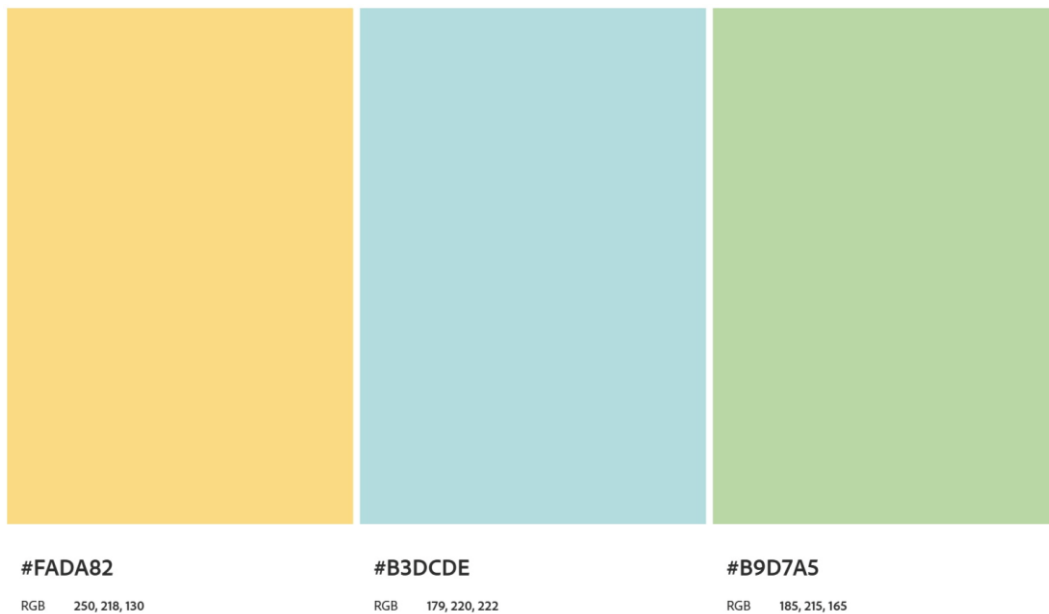
Los colores corporativos de una marca generan emociones y sensaciones en el usuario.

A continuación, se muestran en código y RGB (Red-Green-Blue) los colores pertenecientes a ONEPlanET, como son los colores de los símbolos, ver Figura 38, y los colores de los círculos y letras, ver Figura 39.

Como se observa en el logo de ONEPlanET, ver Figura 37, cada color está seleccionado al detalle para identificar objetivos del proyecto: el azul se asocia a la tranquilidad, en este caso su uso sirve para representar el módulo de agua, el naranja/amarillo representa calidez, fuerza; se utiliza para el módulo energía y el verde transmite frescura, vegetación, medio ambiente... este color se usa para el módulo de comida. El azul oscuro sirve para cerrar e interconectar los elementos del proyecto, además de ser utilizado para el texto.

Figura 38

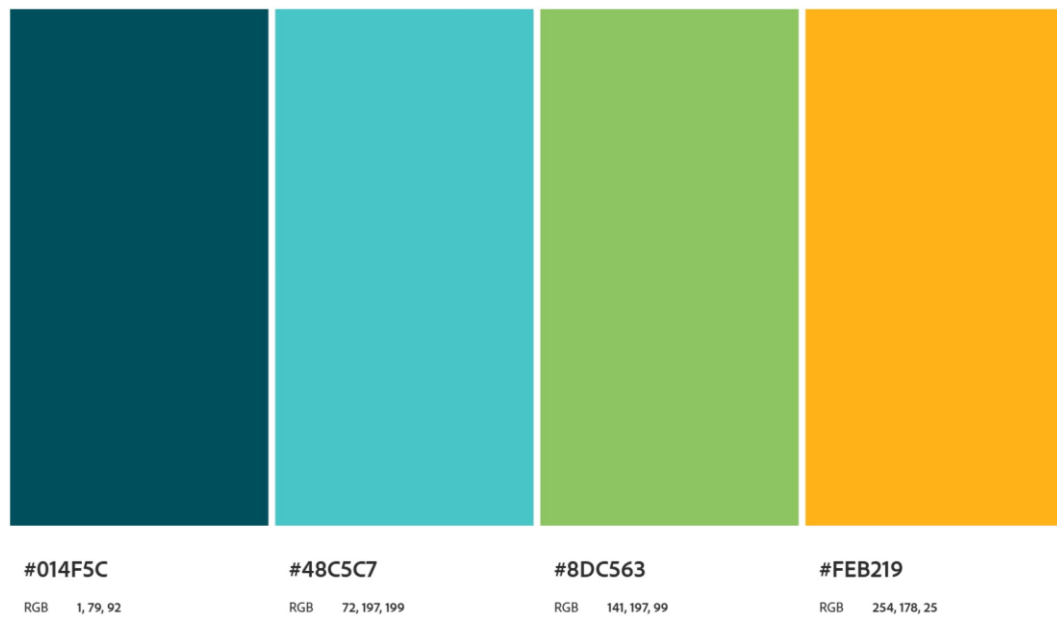
Paleta de colores iconos interiores de ONEPlanET



Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Paleta de colores de ONEPlanET



Fuente: Elaboración propia

4.4. Tipografía

La tipografía debe tener relación con el propósito de la marca, la fuente utilizada en ONEPlanET, es: Garet Book, ver Figura 40 , forma parte de los documentos oficiales de la marca, así como publicidad...

Esta fuente sans serif geométrica moderna diseñada por Mirela Belova y Stan Partalev, pertenece a la familia sin serifas¹, su ancho es semiampliado, tiene una gran altura, la forma de las letras y números siguen formas limpias y suaves, el tono de esta fuente representa un estilo masculino suave. Destacan las formas ovaladas y los contornos cerrados, mantiene la homogeneidad con el logotipo de la marca. (Font2U, 2025)

Figura 40

Tipografía de ONEPlanET

Tipografía: Garet Book
 Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii Jj Kk Ll Mm Nn
 Ññ Oo Pp Qq Rr Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Fuente: Elaboración propia a partir de (ONEPlanET, 2022)

¹ Las serifas son pequeños adornos en las letras, se encuentran al final de los trazos principales de la letra en ciertas tipografías.

4.5. Análisis

Después de estudiar y analizar la identidad visual de ONEPlanET, podemos destacar su visión de sostenibilidad, innovación y conexión con la naturaleza. Destacan los elementos redondos y curvados para dar encerramiento, permitiendo obtener fluidez visual con el logo.

El estudio realizado se utilizará para el diseño de la interfaz de Inkomati, los colores corporativos, la tipografía, se emplearán elementos curvos y redondos con el fin de mantener la esencia del proyecto.

Capítulo 5. Estudio de investigación

En este capítulo se presenta el estudio de investigación literaria realizado para la búsqueda de aplicaciones interactivas desarrolladas con Venapp. Durante este estudio, los artículos se dividen entre trabajos en los que se muestra la programación y trabajos donde no se muestra. Además de destacar las aplicaciones interactivas ya creadas por Vensim.

Para el aprendizaje de las Venapp, se realizó un estudio de investigación sobre artículos científicos, bibliografías, revistas... en los que se desarrollasen aplicaciones interactivas realizadas con Venapp, para entender las relaciones creadas, seguir un manual sobre el funcionamiento y cómo crear los diferentes formatos que se utilizan dentro de las Venapp.

Sin embargo, las publicaciones que se encontraron y recopilaron mostraban su aplicación y el tema de simulación que trataba, sin detallar cómo se habían creado los formatos, las gráficas e incluso el tipo de comando utilizado. Como se menciona en el apartado 3.3.3. Venapp, la mejor forma de aprender a usar las Venapp, es partiendo de modelos realizados y estudiar su estructura, siguiendo el aprendizaje de ingeniería inversa. (Martín García, 2023)(Ventana Systems, 2025a)

Entre los modelos existentes utilizados para el estudio del proyecto, encontramos:

- Modelos de ejemplo en Venapp del programa de Vensim. (Anexo B.1.)
- Trabajos publicados de modelos realizados en Venapp con su programación.
- Trabajos publicados de modelos realizados en Venapp sin su programación.

5.1. Modelos de ejemplo en Venapp del programa de Vensim.

El software Vensim trae incorporada una carpeta con diferentes modelos, muchos de estos modelos están incompletos o no permiten su interactividad al usuario, ver Figura 41. En el Anexo B.1. Modelos de ejemplo en Venapp del programa de Vensim. Se detallan los pasos necesarios para ubicar estos modelos, cuáles funcionan o no, además de desarrollar un manual de Venapp explicativo de la programación e interacción entre pantallas de un modelo ejemplo del programa de Vensim llamado “Template”, ver Anexo B.2. Manual de Template. Este modelo de ejemplo sirve como plantilla para realizar las aplicaciones en Venapp. En gran parte de los trabajos de investigación en internet, el seguimiento e interfaz de las pantallas tienen grandes similitudes respecto a “Template”

Figura 41*Modelo de ejemplo incompleto de Venapp de Vensim*

Fuente: Modelo mplayer (Ventana Systems, 2025a)

Es por ese motivo, que en los siguientes apartados del capítulo se detallan aportaciones de valor de otros trabajos con funciones novedosas en la programación de Venapp respecto al ejemplo de “Template”.

Las aportaciones de los siguientes trabajos servirán de ejemplo, para entender la capacidad de las Venapp sobre la creación de las aplicaciones interactivas.

5.2. Trabajos publicados de modelos realizados en Venapp con su programación.

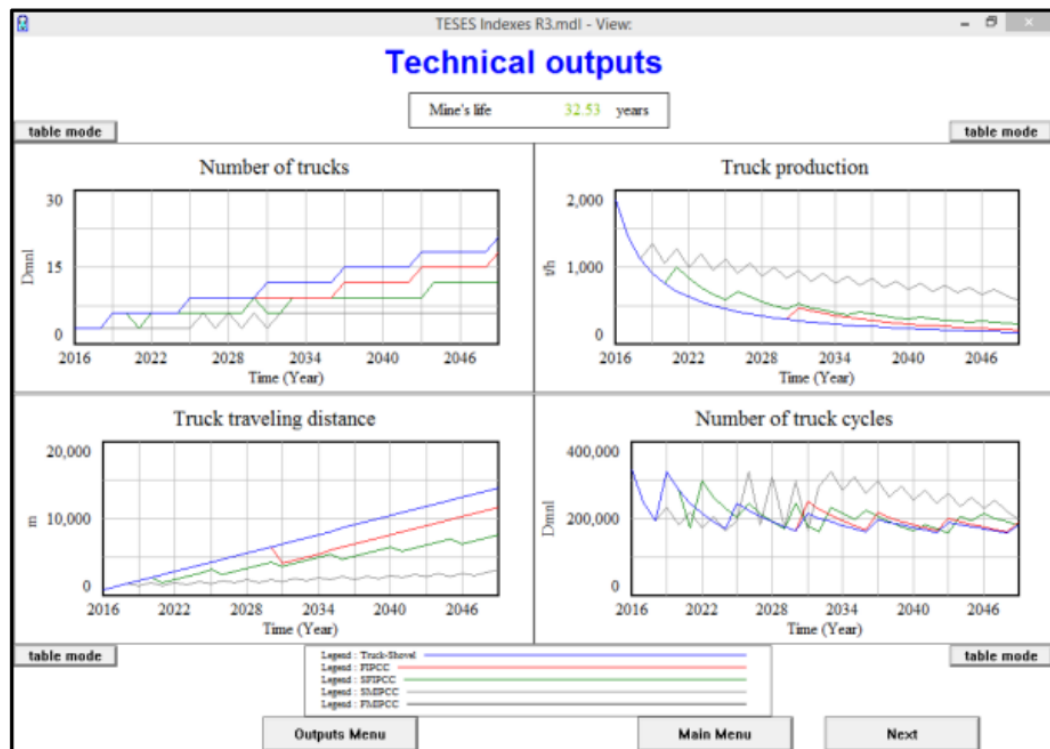
Durante este apartado, se mencionan los artículos que se han realizado en Venapp y además han incluido la programación de cada pantalla. Esta información tan valiosa, facilita crear un diseño de aplicación para Inkomati más específico.

Las dos siguientes imágenes pertenecen a “TEcESaS Indexes Software”, el modelo se ha realizado mediante dinámica de sistemas para evaluar los aspectos técnicos, económicos, medioambientales, de seguridad y sociales en los medios de transporte. (Abbaspour & Drebenstedt, 2019)

Este modelo utiliza datos provenientes de archivos Excel, el estudio de su programación es fundamental en el desarrollo de nuestro modelo, porque ONEPlanET utiliza datos históricos recopilados en Excel.

En la pantalla de la Figura 42, se observan diferentes variables en una misma gráfica, esta forma visual nos permite comparar con más eficacia y comprensión cómo evolucionan las variables a lo largo del tiempo, a diferencia de “Template” que solo mostraba una variable en cada gráfica y se debía ir seleccionando cada una de las variables, ver Figura 43.

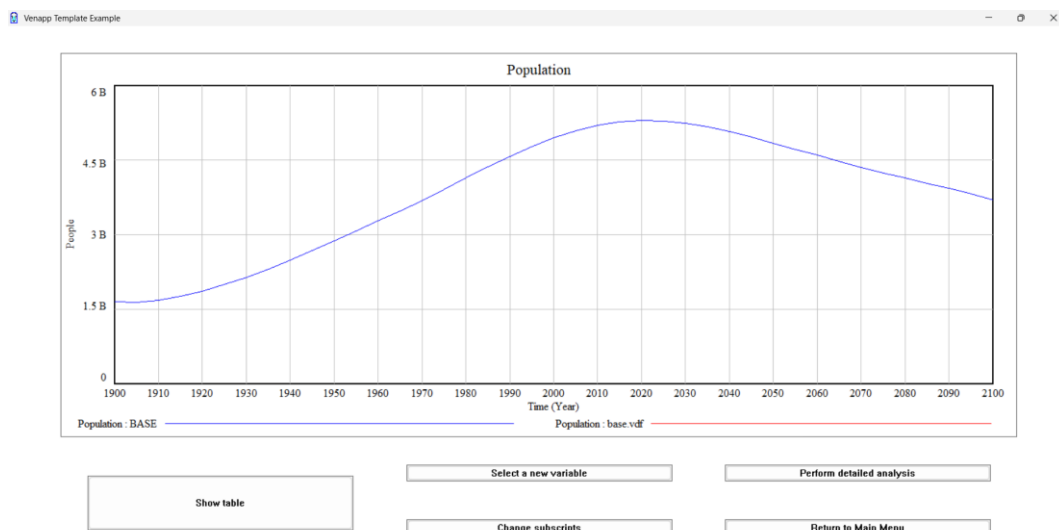
Figura 42*Varias variables en las gráficas*



Fuente: (Abbaspour & Drebenstedt, 2019)

Figura 43

Pantalla de visualización de la gráfica de la simulación en Template



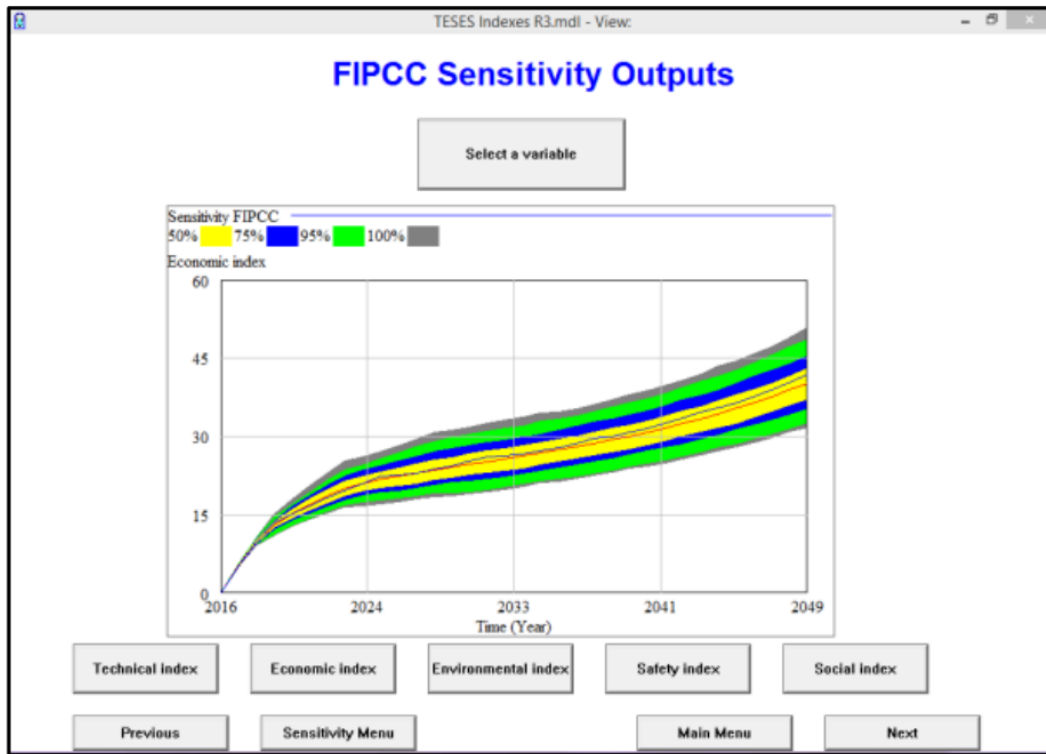
Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Durante el artículo también se nos muestra otra forma de gráfica, ver Figura 44, que funciona con porcentajes, no se mencionan durante el proyecto los

pasos para la creación de este tipo de gráficas, aunque en la programación se muestra el comando necesario para su implantación.

Figura 44

Gráfica mediante porcentajes



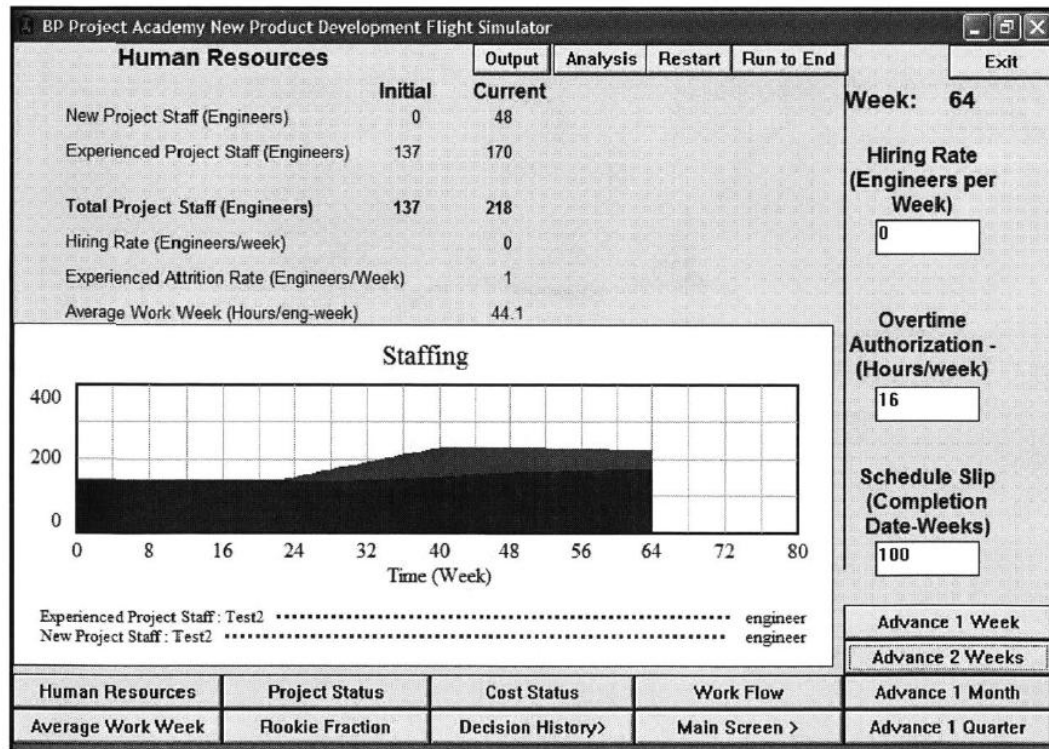
Fuente: (Abbaspour & Drebenstedt, 2019)

Las siguientes imágenes pertenecen a “BP New Product Development Project Management Flight Simulator”, la investigación de este artículo se orienta en la implementación de la dinámica de sistemas para sectores de gestión de proyectos, ofreciendo herramientas a las empresas para el desarrollo de productos de calidad, sin retrasos ni subidas en el presupuesto inicial. (MacInnis et al., 2004)

En la Figura 45, observamos un estilo de gráfica diferente a los anteriores, además de la información de los datos de las variables a tiempo real, a diferencia de la simulación a tiempo real de Template donde solo se puede simular, pero desconociendo la exactitud de los datos, ver Figura 46. A pesar de que en el documento no aparece la forma de crear este diseño de gráficos, sí aparece su programación de Venapp.

Figura 45

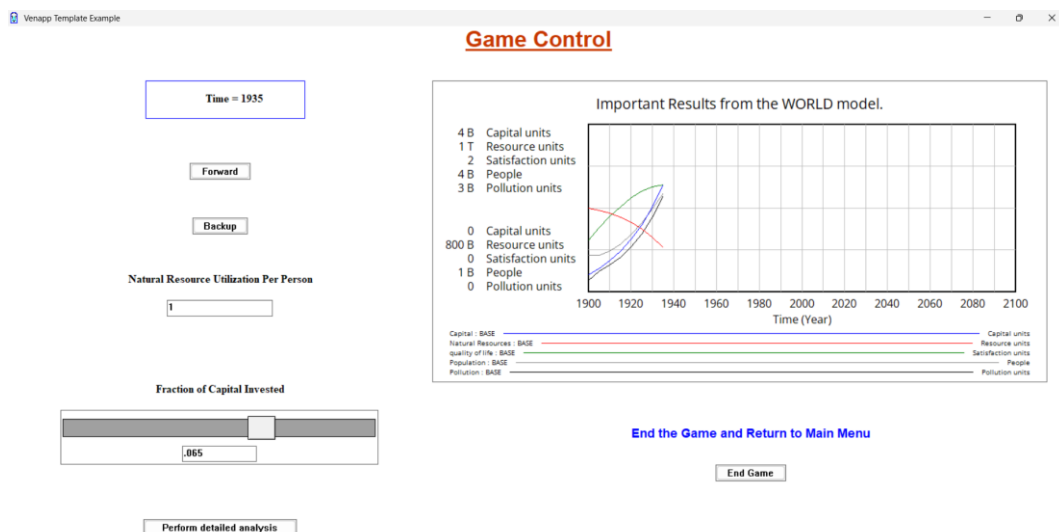
Elemento de ayuda mediante la interrogación



Fuente: (MacInnis et al., 2004)

Figura 46

Pantalla de juego interactivo a tiempo real de Template

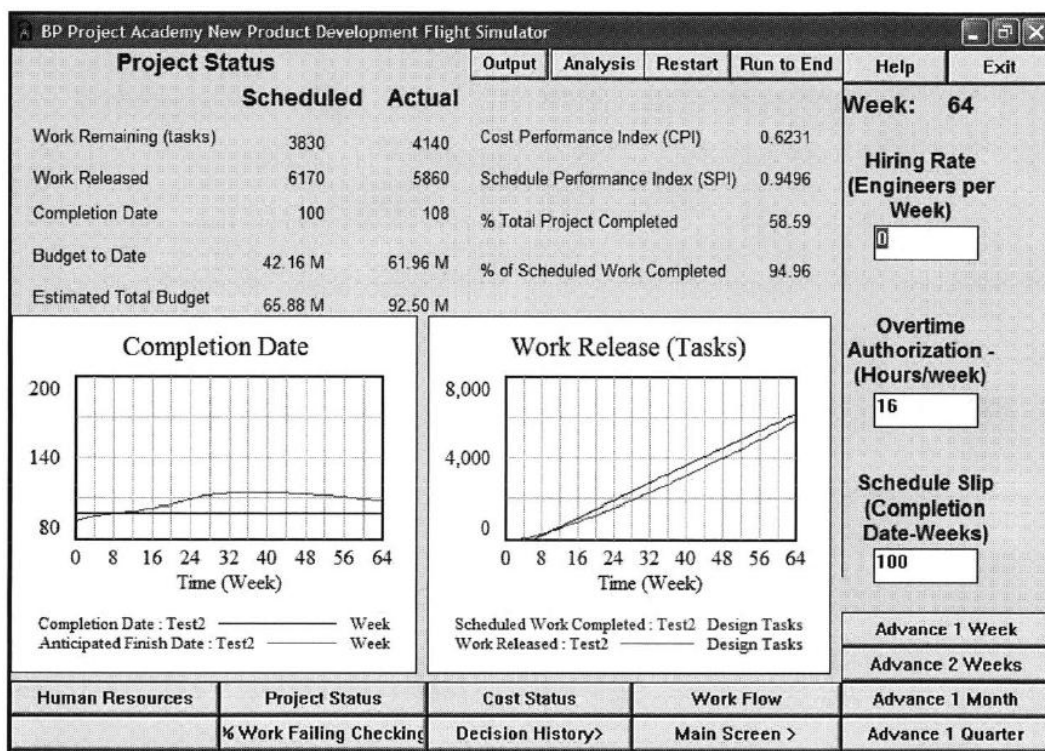


Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

La Figura 47 muestra en una misma pantalla la comparativa de forma visual mediante las gráficas y de forma cuantitativa de las variables, entre lo esperado al inicio del proyecto con los resultados de la simulación. Este tipo de pantallas aporta gran valor para el usuario para comprender cómo afectará al proceso la interactividad con las variables.

Figura 47

Comparación de resultados entre esperados y simulados



Fuente: (MacInnis et al., 2004)

Durante el apartado hemos analizado pantallas interactivas con elementos novedosos respecto a los modelos de ejemplo de Vensim, ver Anexo B.1. Modelos de ejemplo en Venapp del programa de Vensim., estas pantallas incluían su programación, sirviendo de ejemplo para otros modelos.

En el siguiente apartado se mencionarán artículos en los que no se ha incluido la programación utilizada, pero ofrecen información de valor para ampliar las posibilidades que se pueden llevar a cabo con Venapp.

5.3. Trabajos publicados de modelos realizados en Venapp sin su programación.

Los siguientes artículos complementan información sobre las Venapp, sin mencionar su programación.

Las dos primeras imágenes pertenecen a la simulación de Aquacoast. Este artículo ofrece herramientas para la agricultura de regadío costera, que usa el recurso renovable de las aguas subterráneas, trata de ver las relaciones biofísicas, sociales y económicas que afectan a las aguas. (Martínez-Valderrama et al., 2020)

En la Figura 48 se detallan los formatos usados en la Venapp y lo que se representa con cada uno. Esta tabla nos brinda información sobre los ficheros básicos que se deben implementar en la Venapp. La Figura 49 muestra el botón “Zoom” para permitir ver detalles en la visualización de los elementos gráficos. No detalla el comando utilizado, pero nos ayuda como trabajo futuro para implementar en modelos propios.

Figura 48

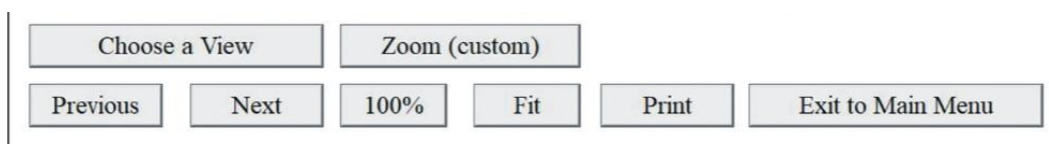
Archivos para el modelo de Aquacoast

File	Type	Number	Description
AQUACOAST.vmf	Simulation model	1	The usual extension of a Vensim model is *.mdl. However, for Venapp programming, it must be saved in binary format (*.vmf).
AQUACOAST.vcd	Venapp	1	Vensim application.
Intro.vmf	Simulation model	1	Simulation model to explore Vensim options.
Intro.vcd	Venapp	1	Vensim application.
Intro.vgd	Vensim graph data		Customized graphs that allow displaying more than one variable, with more than one scale, on a single graph.
.vdf	Vensim data file	n	Contains results from a simulation, including scenario values; the name of the exercise () is provided by the user.
Default.vdf	Vensim data file	1	Contains results from a default simulation, including scenario values.

Fuente: (Martínez-Valderrama et al., 2020)

Figura 49

Botones de interacción de Aquacoast



Fuente: (Martínez-Valderrama et al., 2020)

La siguiente imagen hace referencia a la simulación de SAT, el artículo trata el riesgo de desertificación en España aumentado por el cambio climático. SAT trata de ser la herramienta para prevenir el avance de la desertificación, además de revertir las zonas secas del territorio. (Martínez-Valderrama et al., 2020)


Mediante la Figura 50 se observan los comandos usados en la Venapp, para el modelo de Inkomati se usan datos históricos de archivos Excel. Como se muestra en la figura, los comandos Menu>XLS2VDF y Menu>VDF2XLS nos permiten la interacción de estos archivos Excel en la Venapp.

Figura 50
Comandos usados en la Venapp de SAT

Command	Function
MENU > XLS2VDF	Converts the Excel format file to the *.vdf format file
MENU > RUN	Runs the model using the current simulation setup
MENU > VDF2XLS	Converts the Vensim dataset to an Excel v. 4.0 format file
SIMULATE > ADDDDATA	Adds a *.vdf file to the list of data files to be used in the simulation
SIMULATE > DATA	Sets the data file(s) to be used in the simulation
SIMULATE > RUNNAME	Sets the name of the simulation run
SPECIAL > LOADMODEL	Loads the model

Fuente: (Martinez-Valderrama et al., 2020)

Las dos siguientes imágenes pertenecen a “Industry Evolution Management Flight Simulator”. Este artículo busca ofrecer estrategias para las escuelas de negocios, presenta un escenario más simple que sigue las dinámicas de los casos anteriores, donde el usuario decide los parámetros de las variables y obtiene unos resultados y otro escenario más complejo donde el usuario compite contra un “usuario competidor-bot” que pertenece al propio modelo, ver Figura 51. El usuario real modificará sus variables y decisiones para luego compararse con el “competidor”, ver Figura 52.

Además, durante la Figura 52, se muestran botones de ayuda  estos botones muestran información complementaria para el usuario sobre el uso de esas variables y posibles efectos.

Aunque durante el artículo no detalle el desarrollo de los botones ayuda ni del usuario competidor y su implementación en las Venapp, permite conocer estas ideas para posibles trabajos futuros.

Figura 51
Escenario entre el usuario y el competidor

Industry Evolution Management Flight Simulator

Firm Entry

In this screen, you decide when you and the competitor enter the industry.

1. If both firms enter at the beginning of the game (the default case), leave this screen unchanged.
2. If you decide to enter later, check the "You Enter Later in the Game" box, and ignore the rest of the choices. You will decide when to enter during the game.
3. If you decide to enter at the beginning and competitor enters later, check the "Competitor Enters Later in the Game" box. Then input the year (between 1-9) you want the competitor to enter.

You Enter Later In the Game (Yes?) ☐

or

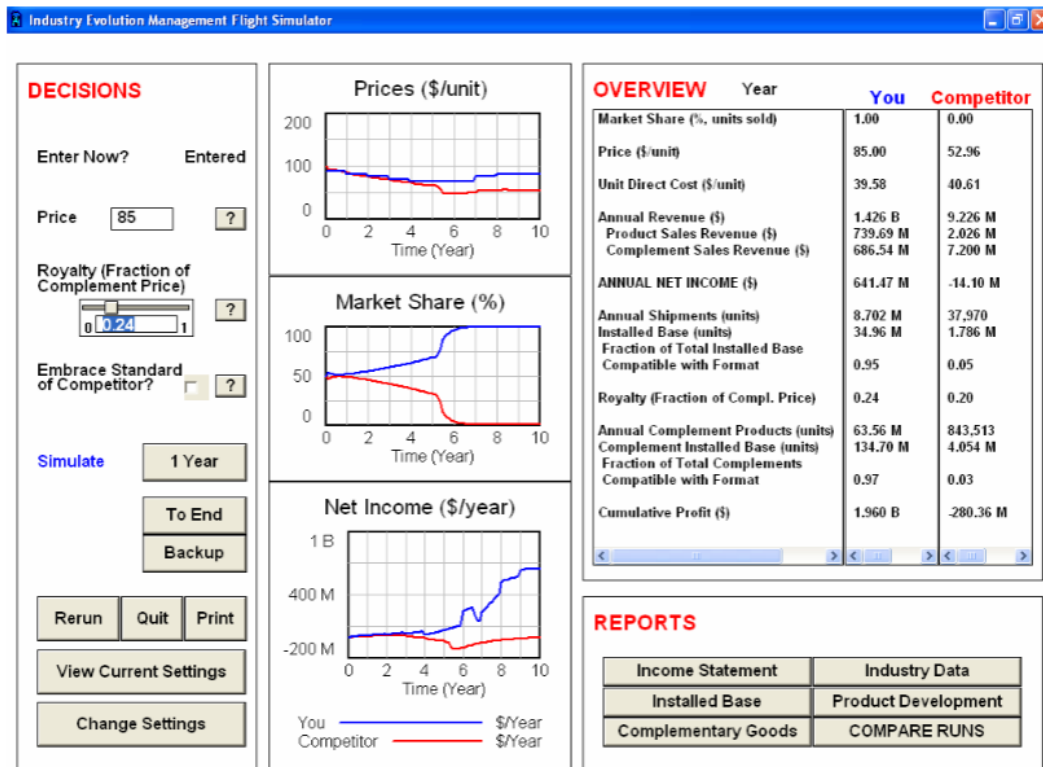
Competitor Enters Later In the Game (Yes?) ☐

At Year (1-9)

Fuente: (Hsueh et al., 2006)

Figura 52

Resultados entre el usuario y el competidor



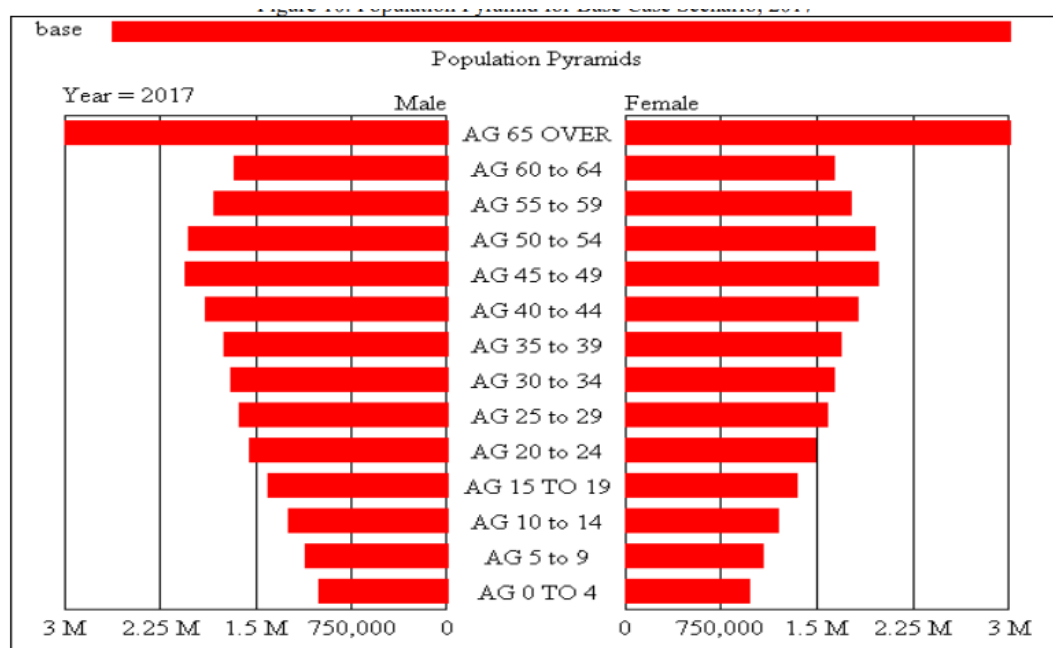
Fuente: (Hsueh et al., 2006)

La última imagen pertenece a la simulación “Italy Threshold 21”. El artículo ofrece herramientas para que los políticos italianos puedan cumplir los objetivos económicos y de desarrollo del país adoptando el plan de desarrollo sostenible, teniendo en cuenta los factores medioambientales. (Barney et al., 1998)

La Figura 53 muestra un estilo de gráfica en forma de pirámide para comparar dos resultados: “Población de hombres-Población de mujeres” en diferentes edades. El artículo no detalla la forma de creación de este gráfico ni la programación en Venapp, aunque da a conocer otras formas visuales de representar los resultados.

Figura 53

Representación en pirámide de los resultados de la simulación para la población



Fuente: (Barney et al., 1998)

Capítulo 6. Proceso de desarrollo

Durante este capítulo se detallarán los diseños, modelos, pruebas y estudios propios que se han realizado a lo largo de la investigación con el fin de cumplir los objetivos mencionados al principio del trabajo en el apartado 1.2. Objetivos y teniendo en cuenta durante el proceso el estudio realizado en el Capítulo 4. Marca de ONEPlanET

6.1. Interface visual de ONEPlanET inicial

Al inicio del proyecto se pensaba desarrollar un juego para el usuario, de esta forma se desarrollaron las pantallas del juego para ordenador y móvil. Esta propuesta evolucionó al trabajo final de este proyecto, una aplicación interactiva de usuario final en ordenador, ver 6.3. Interfaz de Inkomati, debido a la inmensidad del modelo y el programa de Vensim.

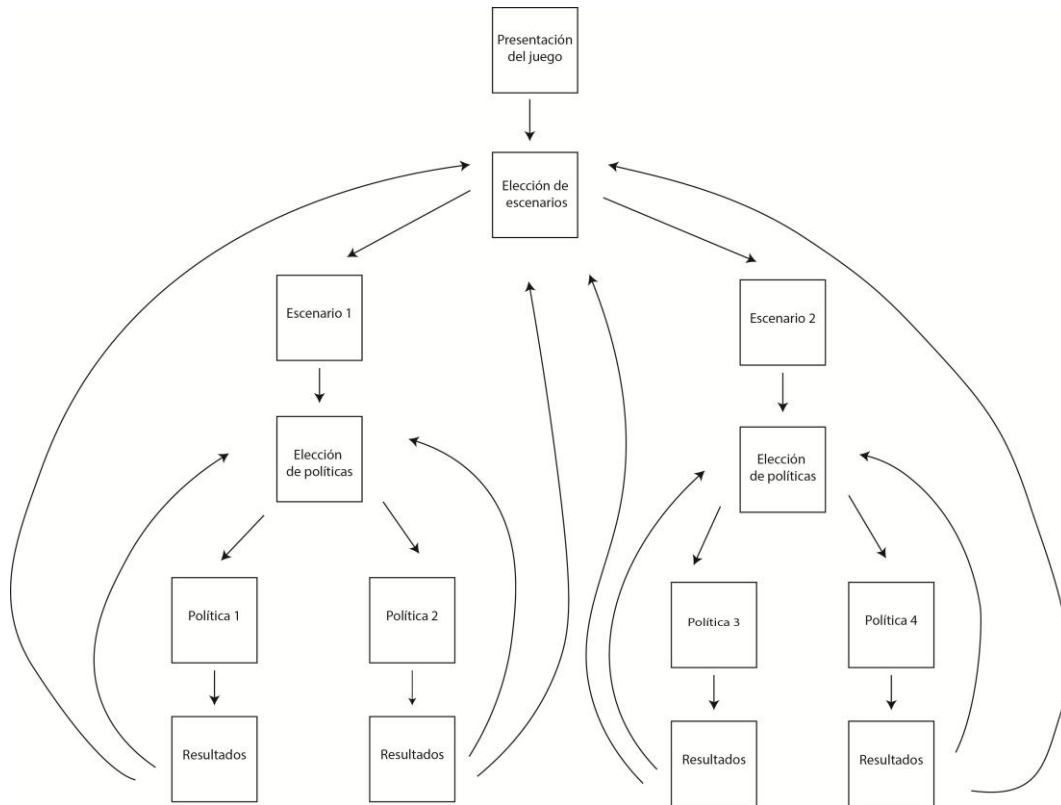
Como se menciona en el documento, el comienzo del proyecto surge como actividad para realizar durante las prácticas del grado. Durante estas prácticas se diseñó y desarrolló visualmente un diseño de juego para ONEPlanET. Por lo que se analizó la identidad visual del proyecto, ver ONEPlanET, con el fin de crear un diseño único y personalizado, además de atractivo visualmente para el usuario.

6.1.1. Herramientas de diseño

Para el correcto diseño del juego, se siguieron las diferentes etapas de desarrollo, de esta forma, una vez analizada la identidad visual de ONEPlanET, se desarrolló un boceto de la estructura que seguiría el juego. Este boceto, ver Figura 54, sirve para identificar las diferentes pantallas y lenguajes de programación que usan las Venapp, ver Anexo B. Manual de Venapp.

Figura 54

Boceto de diseño de aplicación



Fuente: Elaboración propia

Partiendo del boceto, se materializó visualmente mediante programas profesionales de diseño. Los programas utilizados fueron Photoshop, ver Figura 55, e Illustrator, ver Figura 56. Ambos programas pertenecen a la industria de Adobe².

Figura 55

Icono de Adobe Photoshop



Fuente: (Adobe Photoshop Wikipedia, 2025)

² Adobe es una empresa multinacional especializada en desarrollar software para la creación digital.

Figura 56

Icono de Adobe Illustrator



Fuente: (Adobe Illustrator Wikipedia, 2025)

Mediante estos dos programas se materializo las pantallas de la futura aplicación. Photoshop permite editar las imágenes e Illustrator se utiliza para maquetar y colocar los elementos visuales.

Los recursos multimedia para las pantallas se obtuvieron de páginas web libres de regalías, gratis para uso comercial y sin necesidad de requerimiento de atribuciones. Estas páginas son Pixabay, Freepik y Pexels, ver Figuras 57, 58 y 59.

Figura 57

Icono de Pixabay



Fuente: (Pixabay, 2025)

Figura 58

Icono de Freepik



Fuente: (Freepik, 2025)

Figura 59

Icono de Pexels



Fuente: (Pexels, 2025)

6.1.2. Pantallas de visualización

Durante este apartado detallaremos las operaciones que se desarrollarán en las pantallas, además para comprender mejor el funcionamiento y uniones entre las pantallas para ordenador, se elabora un flujograma del modelo, ver Anexo A. Esquema global diseño ONEPlanET.

El diseño de la interfaz se ajusta a los formatos de ordenador y móvil con medidas estándar. Se hace un mayor desarrollo de la aplicación en ordenador, debido a la potencia del software Vensim, el formato en teléfono sirve de plantilla orientativa para líneas de trabajo futuro, en el caso de llevar la aplicación a diferentes formatos de visualización.

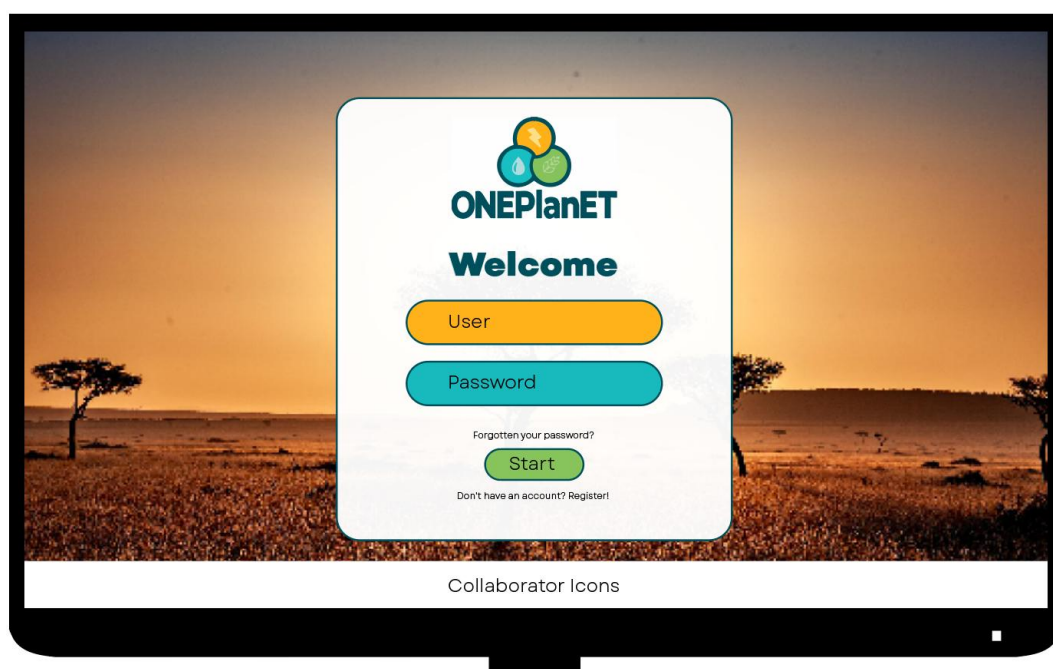
El diseño de la aplicación sigue los colores y tipografía de ONEPlanET, además de los elementos redondos y curvos de la esencia del logo.

Pantallas de ordenador

La pantalla de inicio de la aplicación, ver Figura 60, es la primera pantalla que muestra la aplicación, su función es introducir al usuario al juego mediante las claves de usuario. Si es la primera vez del jugador, este podrá registrarse y crear un perfil, ver Figura 61. En el caso de ya tener una cuenta de usuario, deberá introducir los datos y pulsar el botón “Start”, entonces la aplicación abrirá la pantalla Figura 62.

Figura 60

Pantalla de inicio de la aplicación en ilustración para ordenador

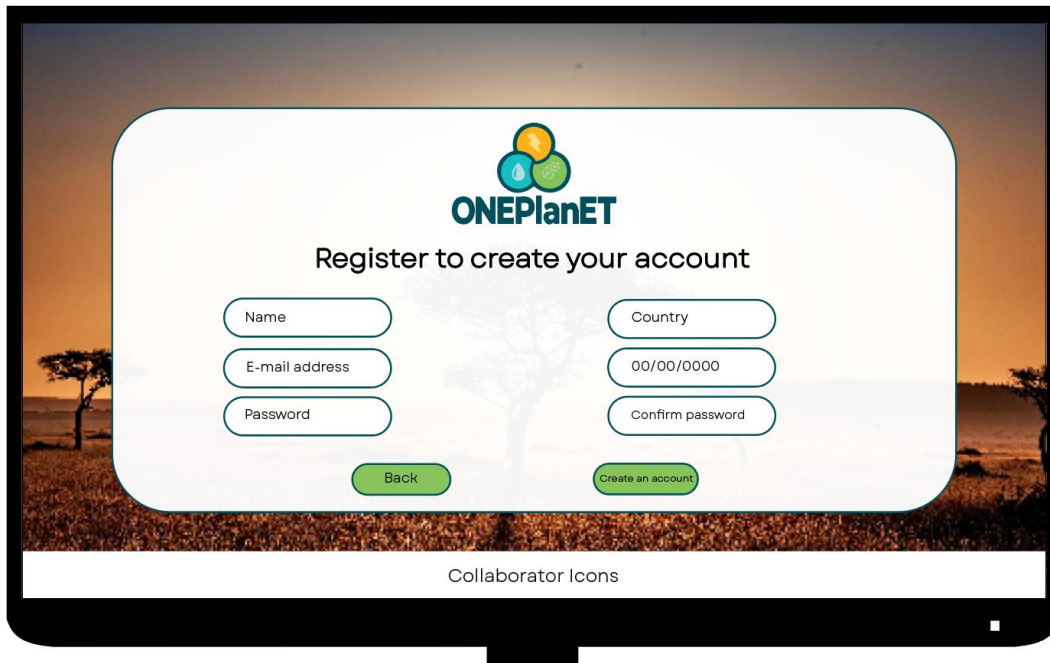


Fuente: Elaboración propia

Como se visualiza en la Figura 61, el usuario deberá introducir su nombre, correo electrónico al que estará vinculado, su país, la fecha de su nacimiento, la contraseña y la confirmación de la contraseña. Una vez creada la cuenta, el juego llevará al usuario a la pantalla Figura 62.

Figura 61

Pantalla de registro de la aplicación en ilustración para ordenador



ONEPlanET

Register to create your account

Collaborator Icons

Fuente: Elaboración propia

Se plantean dos modos de juego, Figura 62, para que la aplicación pueda utilizarse de forma educativa en las clases con grupos de trabajo y de aprendizaje individual.

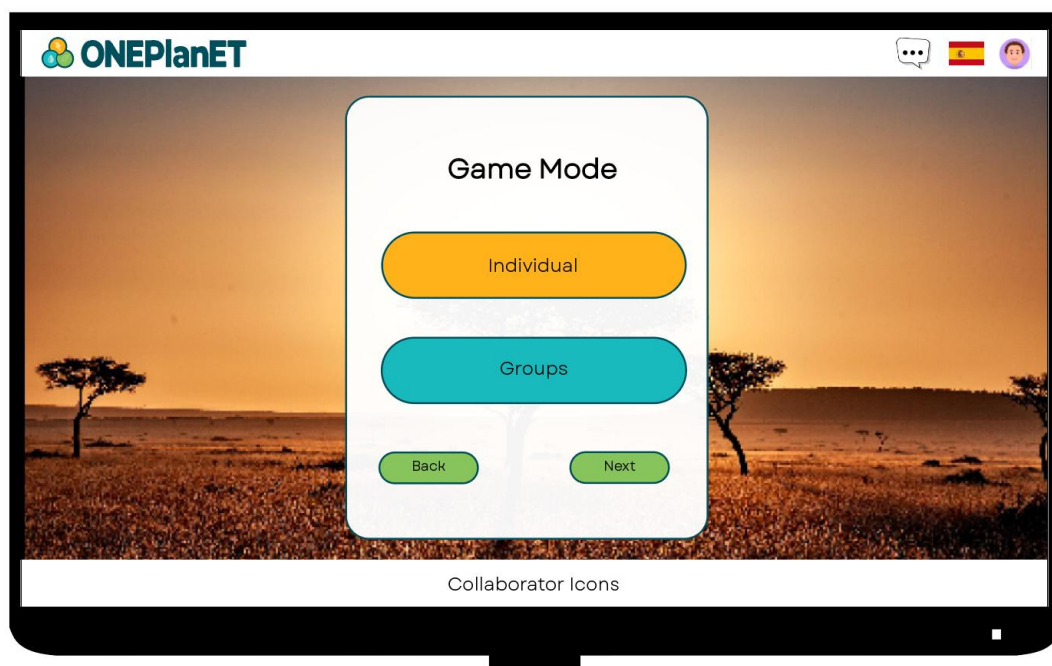
Además, a partir de esta pantalla, aparecen elementos visuales e interactivos, el logo de ONEPlanET (arriba-izquierda) estará enlazado para que, al pulsar sobre él, lleve al usuario al inicio de la aplicación, ver Figura 60.

Los elementos interactivos (arriba-derecha), muestran el icono de conversación entre jugadores de la aplicación, ver Figura 64. Se muestra el icono de una bandera para poder elegir el idioma en que aparecerá el juego y el icono de usuario que permite hacer ajustes de la cuenta, ver antiguas partidas...

En la parte de debajo de la pantalla, estarían representados los iconos de cada empresa que ha colaborado en el proyecto.

Figura 62

Pantalla para elegir el modo de juego de la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Cuando el usuario selecciona el modo de juego grupal, ver Figura 62, la aplicación le lleva a la pantalla Figura 63. Esta pantalla permite 3 formas de juego, en la primera opción “Secarch room public”, te lleva a la pantalla de búsqueda de partida pública, ver Figura 65. Estas partidas públicas se crean por otros usuarios en línea.

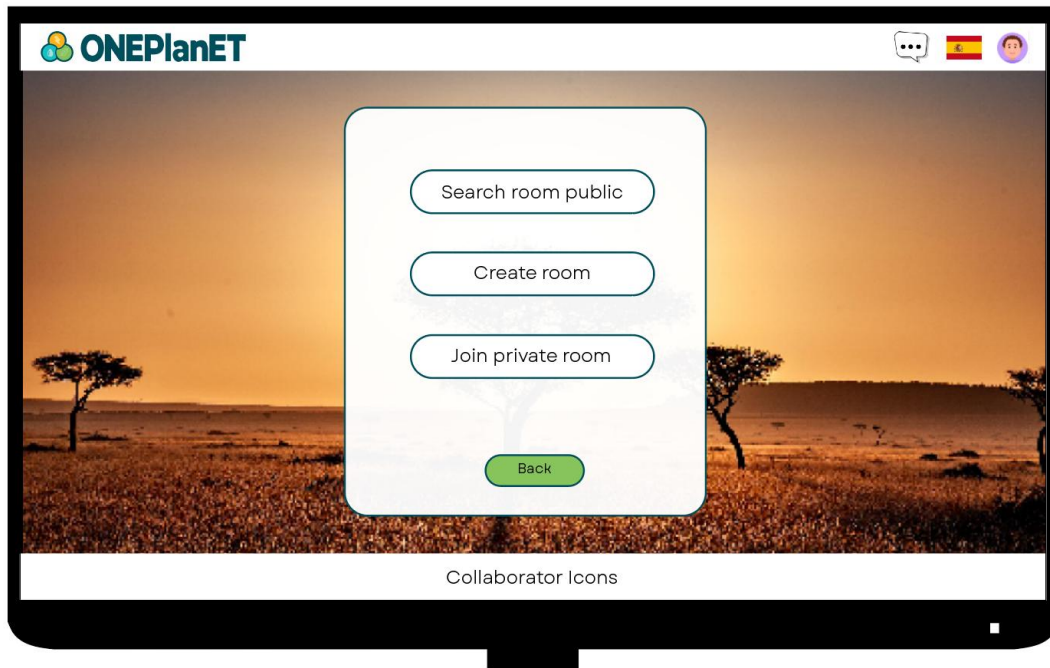
La segunda operación en el menú de selección de partida, ver Figura 63, es la creación de partidas por parte del propio usuario, ver Figura 66, tanto de forma pública, que se mostrará en la Figura 65, como privada, la aplicación creará un código de partida.

La tercera de las opciones del menú de selección de partida, “Join private room”, ver Figura 63, permite introducir un código en la pantalla para unirse a una partida privada, Figura 67.

Con el botón “Back” el jugador vuelve a la pantalla de modo de juego, ver Figura 62.

Figura 63

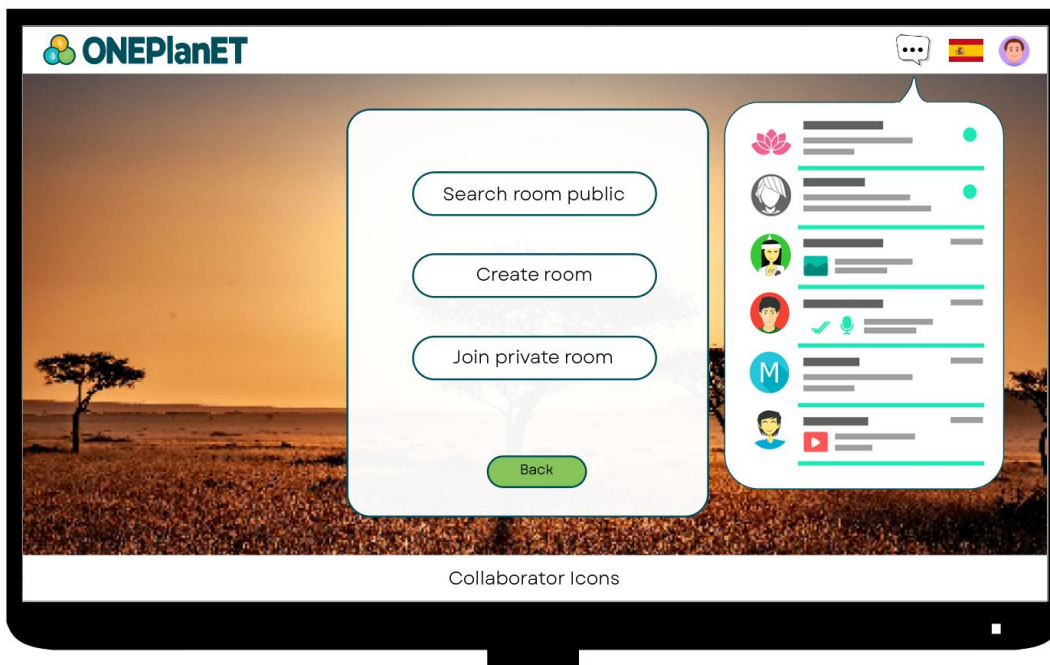
*Pantalla de selección de partida de juego de la aplicación en
ilustración para ordenador*



Fuente: Elaboración propia

Figura 64

Chat de juego de la aplicación para ordenador.



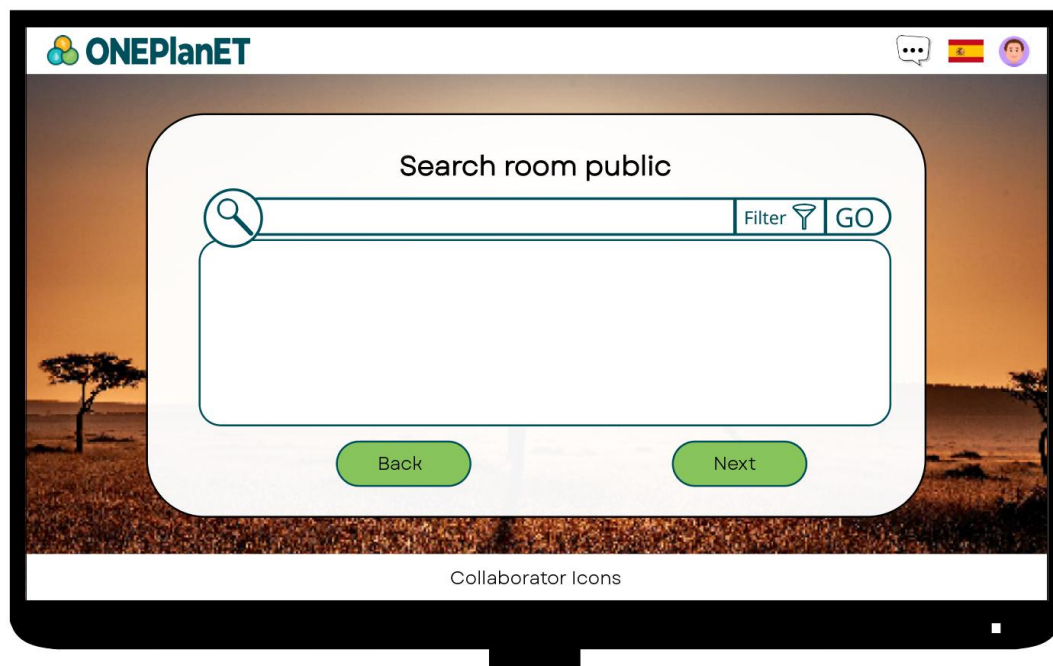
Fuente: Elaboración propia

En la pantalla de búsqueda de partida pública, Figura 65, el usuario puede unirse a partidas creadas online por otros jugadores, puede buscar por nombre,

filtrar según el número de jugadores, el idioma... Una vez que el jugador seleccione una partida, deberá pulsar el botón “Next”, el juego llevará al usuario a la sala de espera, ver Figura 68.

Figura 65

Pantalla de búsqueda de partida pública en la aplicación en ilustración para ordenador



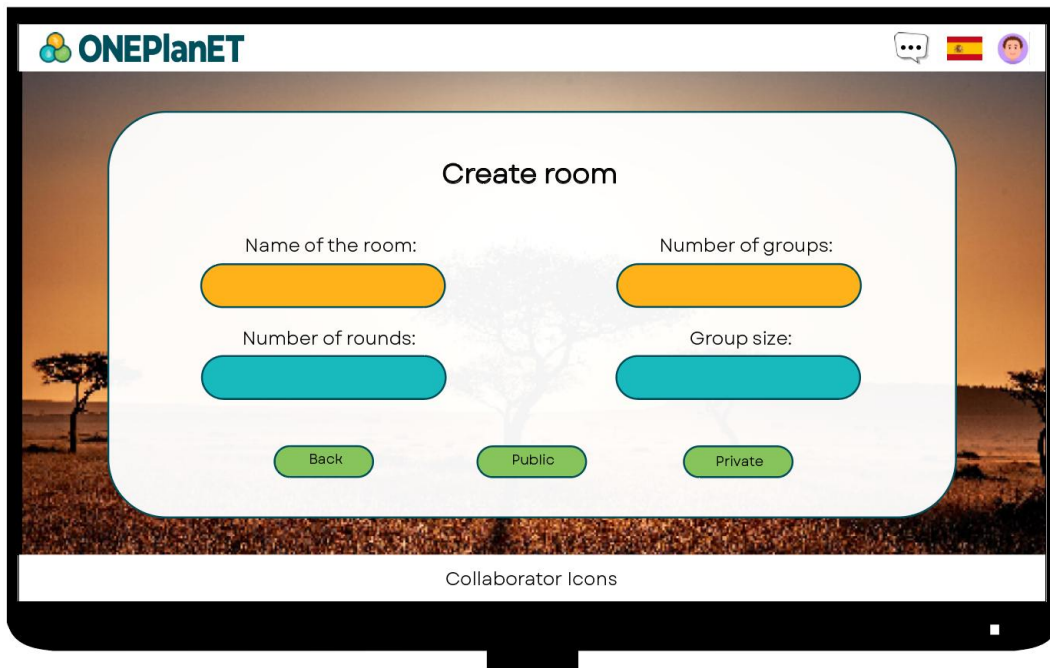
Fuente: Elaboración propia

El usuario puede crear salas y ponerlas como privadas o públicas, ver Figura 66. Las salas públicas aparecerán en la opción de búsqueda de la Figura 65. Y las salas privadas generarán un código que deberá introducirse en la Figura 67.

En la creación de la sala, aparece el nombre de la partida, la cantidad de rondas a jugar, el número de grupos y la cantidad de personas que tendrán los grupos.

Figura 66

Pantalla de creación de partida en la aplicación en ilustración para ordenador



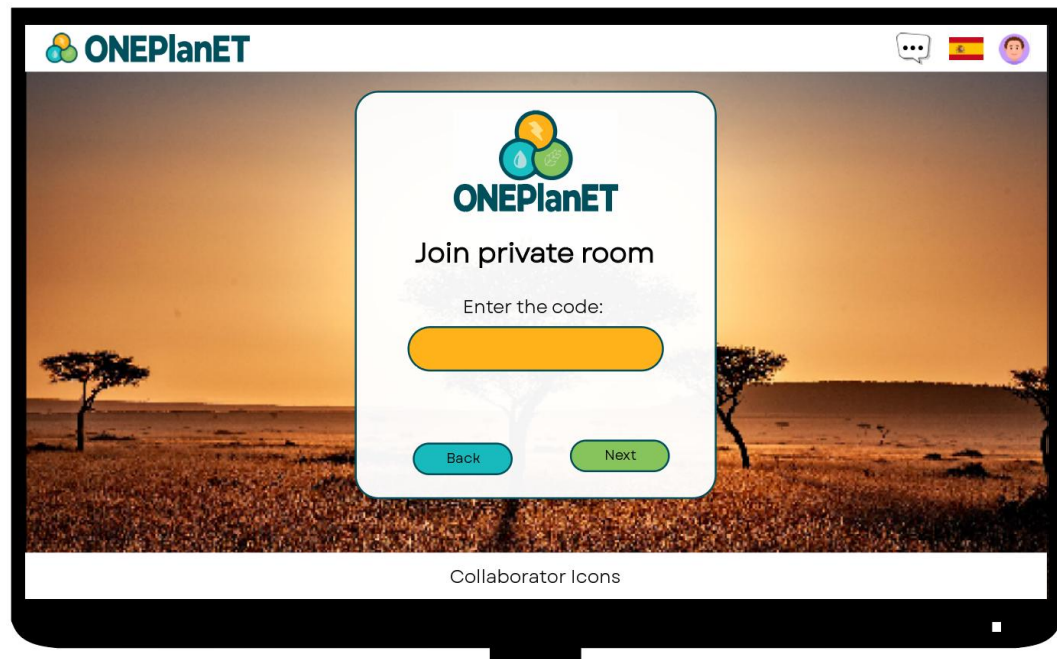
The screenshot shows a web application interface for ONEPlanET. At the top left is the logo, and at the top right are icons for a menu, the Spanish flag, and a user profile. The main content area is titled "Create room" and contains four input fields: "Name of the room:" (orange), "Number of groups:" (orange), "Number of rounds:" (teal), and "Group size:" (teal). Below these fields are three green buttons: "Back", "Public", and "Private". At the bottom of the interface is a section labeled "Collaborator Icons". The background of the interface is a landscape image with trees and a sunset.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 67, se introduce el código privado y el usuario pulsa el botón "next", el juego llevará al usuario a la sala de espera, ver Figura 68.

Figura 67

Pantalla unirse a una partida en la aplicación en ilustración para ordenador

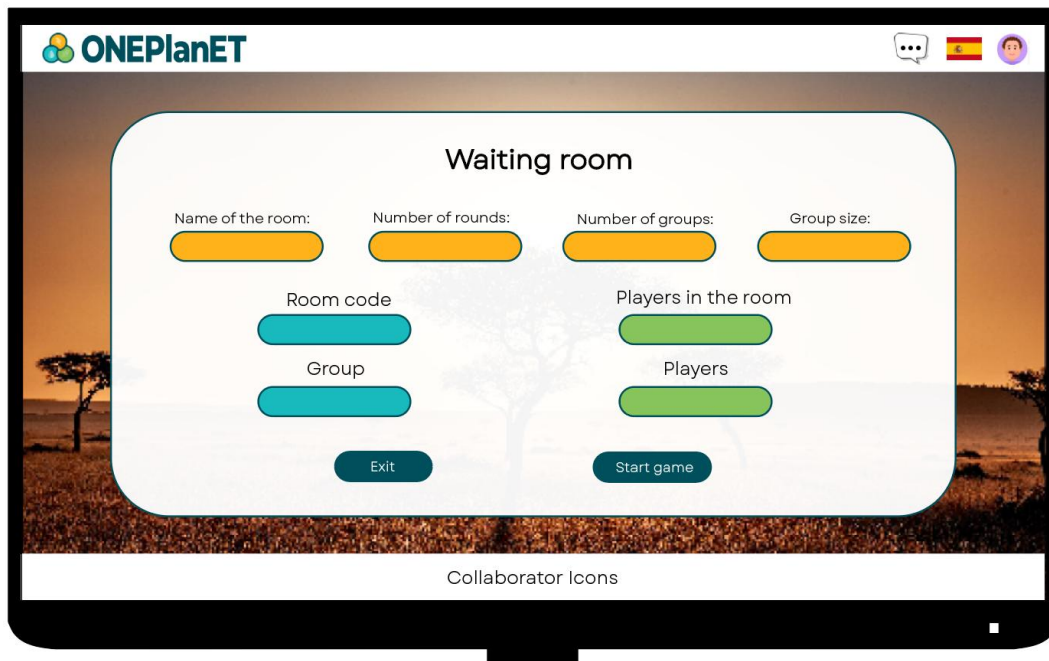


Fuente: Elaboración propia

Las partidas en grupo tendrán su zona de espera, que mostrará características de la partida, como el nombre de la partida, el número de rondas, el número de grupos y el tamaño de los grupos, también muestra el grupo al que pertenece el usuario, el código de la sala y los jugadores que están esperando en la sala, ver Figura 68. Una vez todos los integrantes de la sala estén conectados, se pulsará el botón “Start game” para dar comienzo al juego, ver Figura 70.

Figura 68

Pantalla de sala de espera de partida en la aplicación en ilustración para ordenador

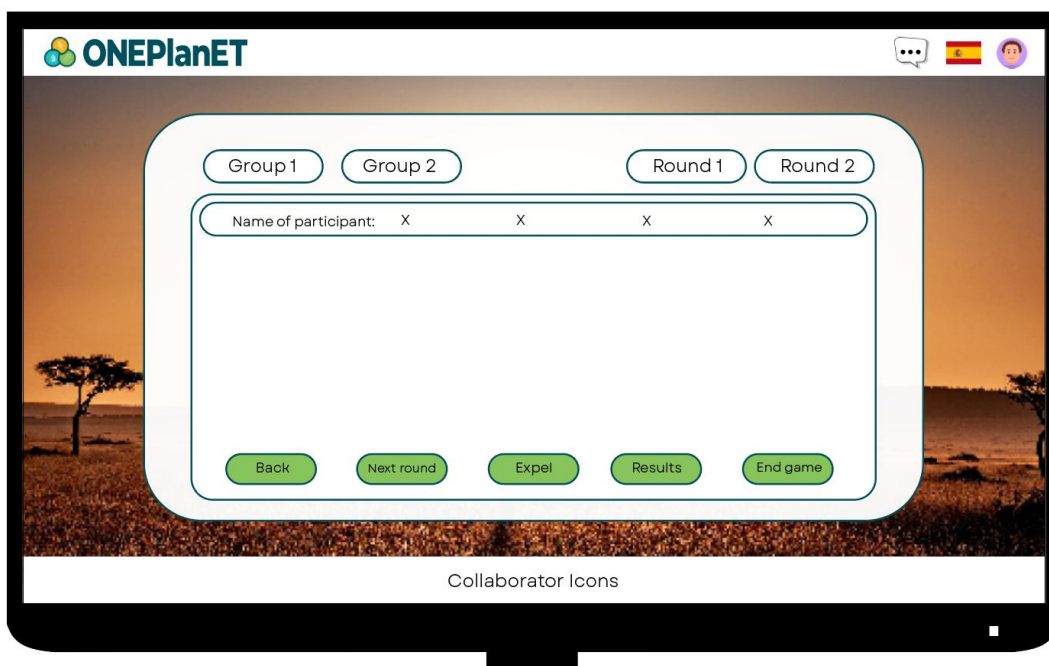


Fuente: Elaboración propia

Después de cada ronda y durante la partida se podrán hacer ajustes y revisiones, ver Figura 69.

Figura 69

Pantalla de ajuste de grupos en la aplicación en ilustración para ordenador



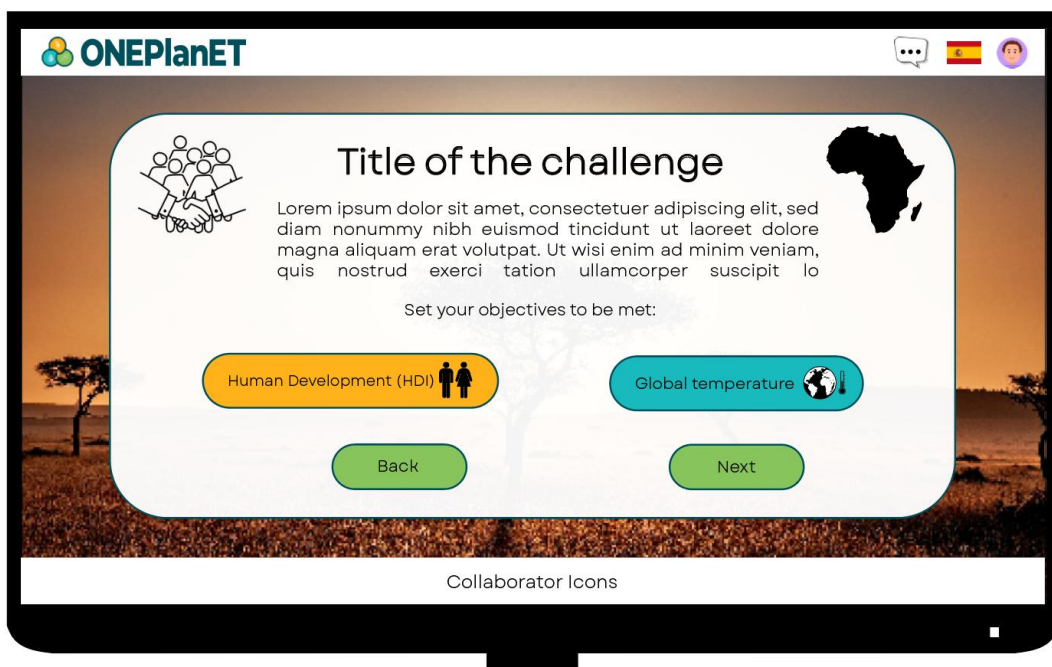
Fuente: Elaboración propia

El comienzo de la partida inicia con la introducción del reto propuesto, mostrando el índice de desarrollo humano y la temperatura global que el usuario pretende alcanzar como objetivos, ver Figura 70.

El juego avanza con una breve introducción de los escenarios propuestos, ver Figura 71 y a continuación se muestran cuatro diferentes escenarios para cada módulo de ONEPlanET, ver 2.1.3 Módulos, de los que el jugador tomará uno, ver Figuras 72, 73, 74 y 75.

Figura 70

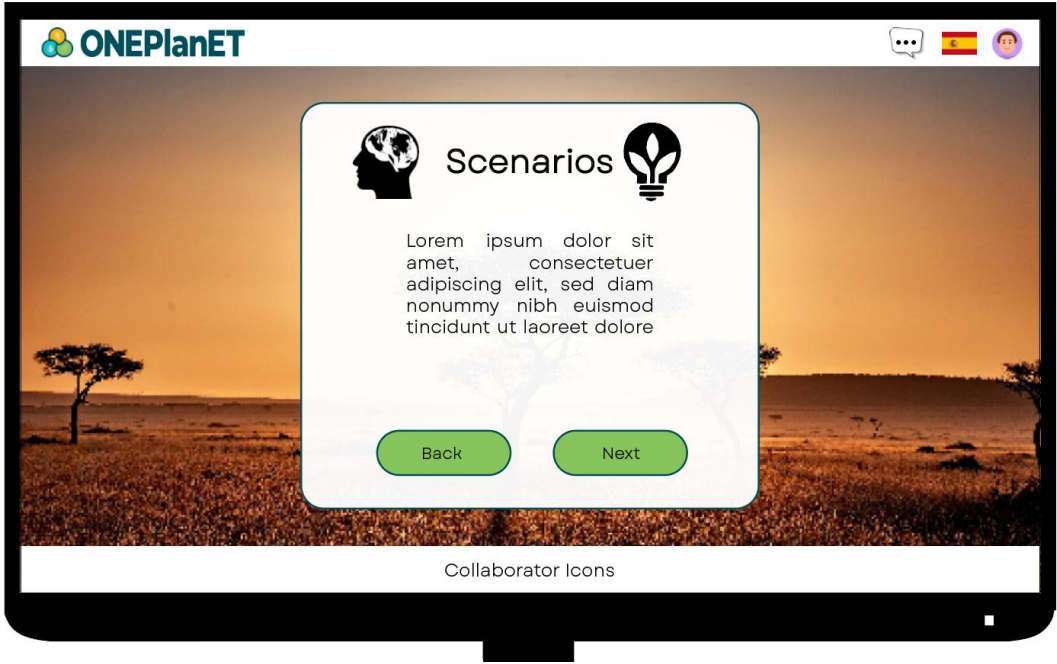
Pantalla sobre el reto en la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 71

Pantalla introductora de los escenarios en la aplicación en ilustración para ordenador

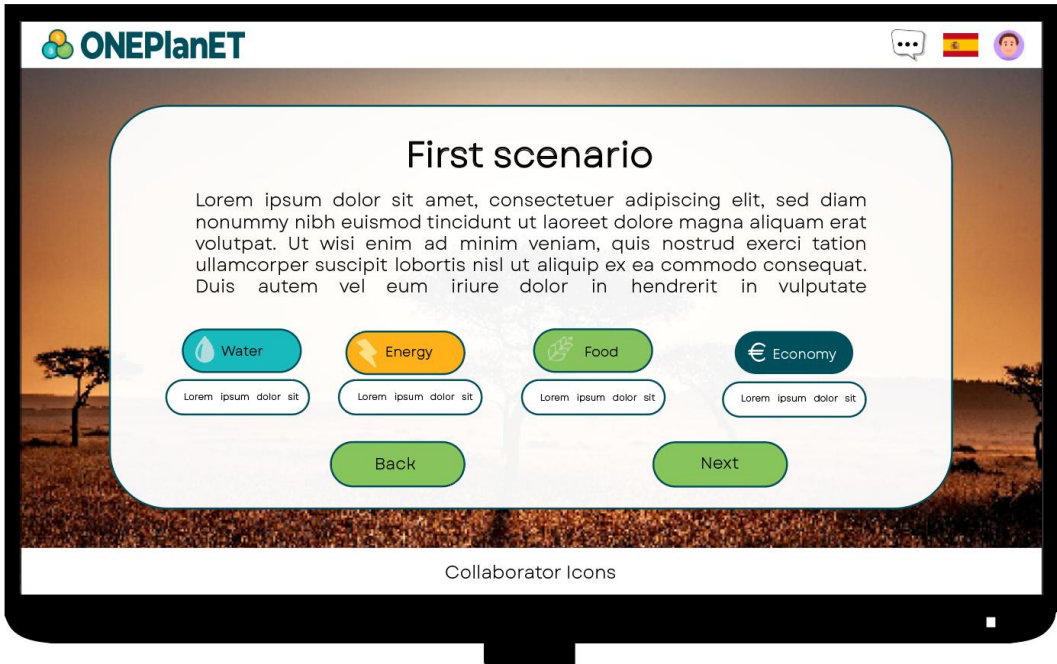


Fuente: Elaboración propia

Cada escenario ofrece diferentes datos base para cada módulo.

Figura 72

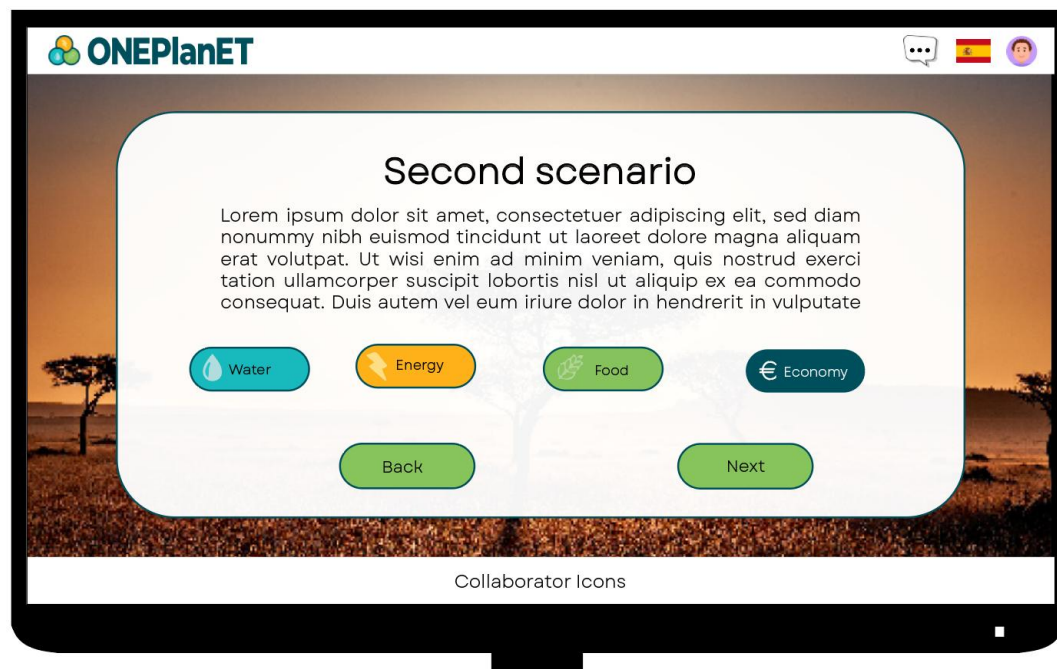
Pantalla del primer escenario en la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 73

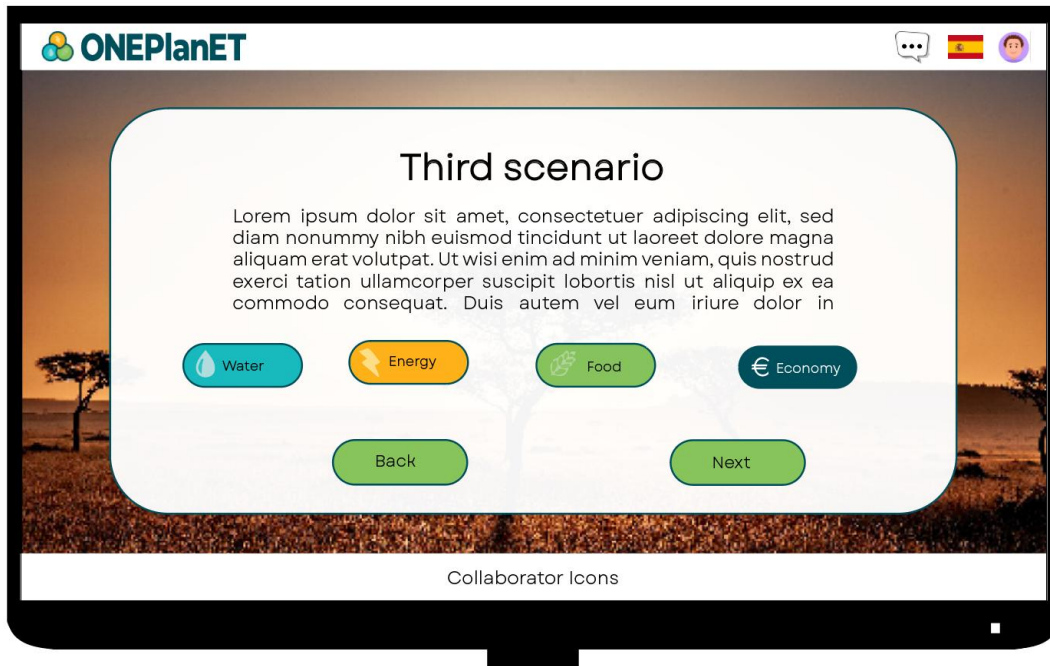
Pantalla del segundo escenario en la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 74

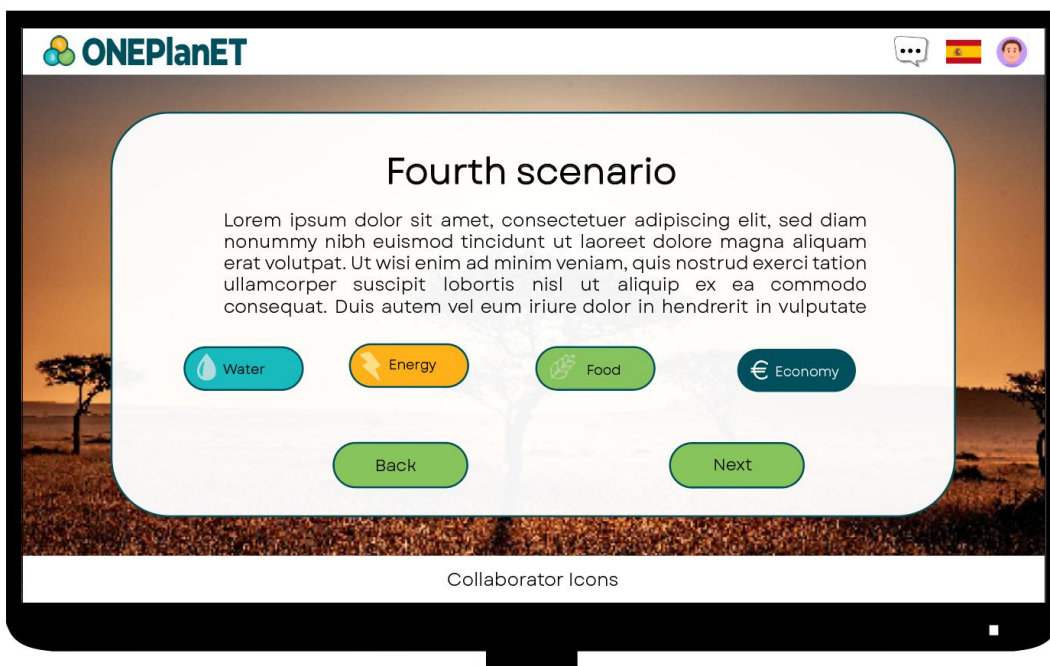
Pantalla del tercer escenario en la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 75

Pantalla del cuarto escenario en la aplicación en ilustración para ordenador

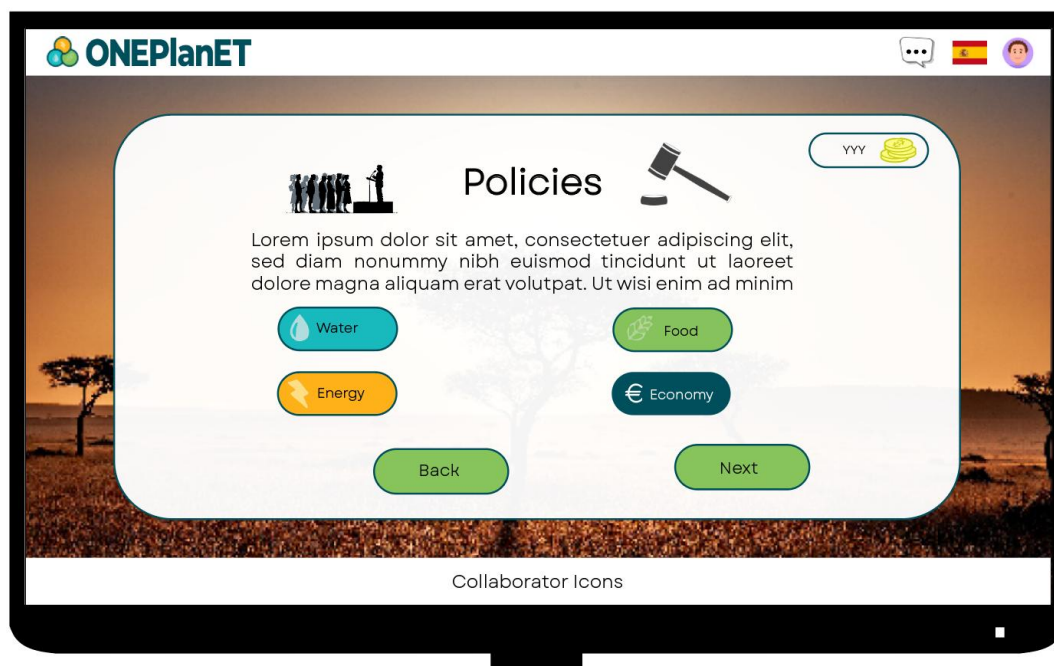


Fuente: Elaboración propia

Después de seleccionar un escenario, se deben elegir las políticas de cada módulo, ver Figura 76. El modo de selección de las políticas es mediante monedas, cada política tendrá un valor y el usuario selecciona la cantidad de políticas que se incluirá en cada módulo, ver Figura 77.

Figura 76

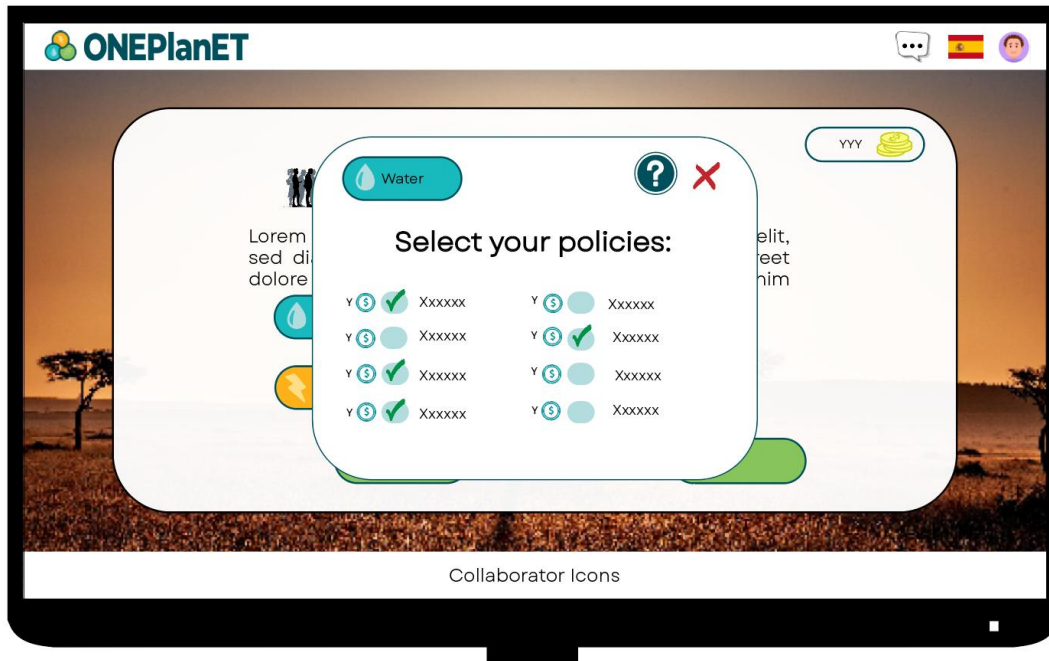
Pantalla de las políticas en la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 77

Selección de las políticas de cada módulo

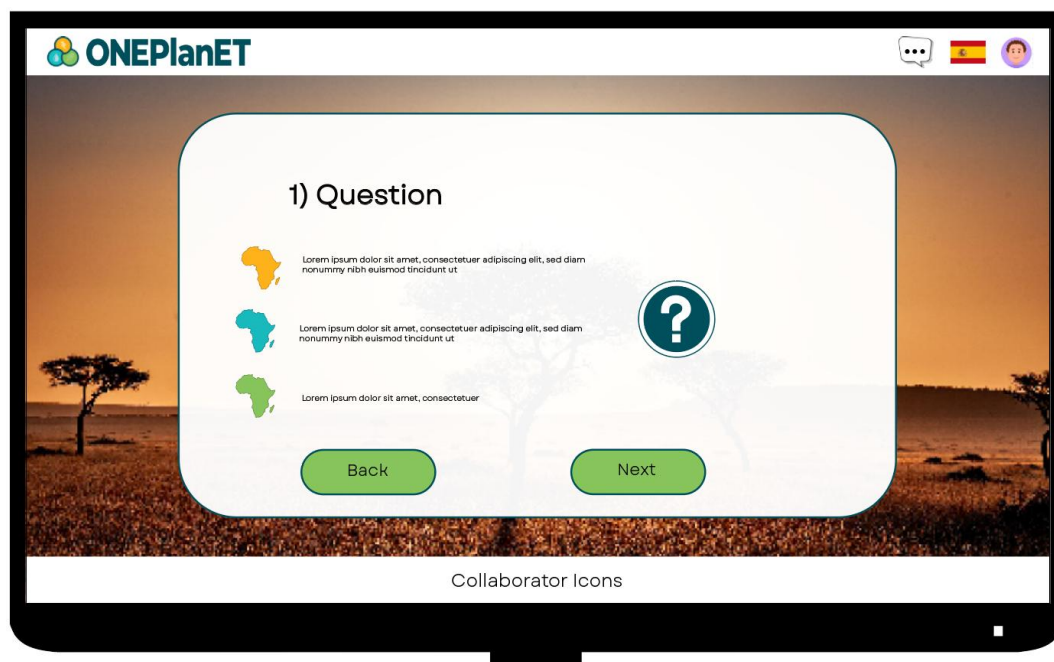


Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionado el escenario y las políticas, el jugador pasará a la zona de preguntas, ver Figura 78, en esta pantalla el jugador elegirá una respuesta, además puede acceder al botón de ayuda, que contendrá información complementaria para responder la pregunta. Además, durante el apartado de preguntas, el usuario puede utilizar el chat de su grupo, ver Figura 79.

Figura 78

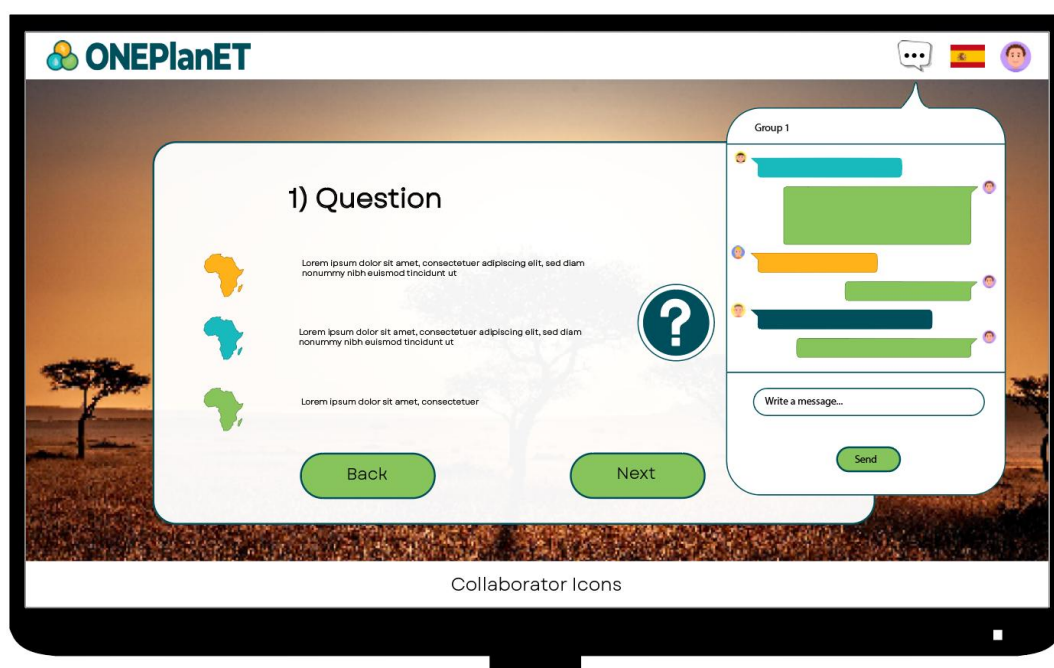
Pantalla de preguntas en la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 79

Chat grupal juego de la aplicación para ordenador.

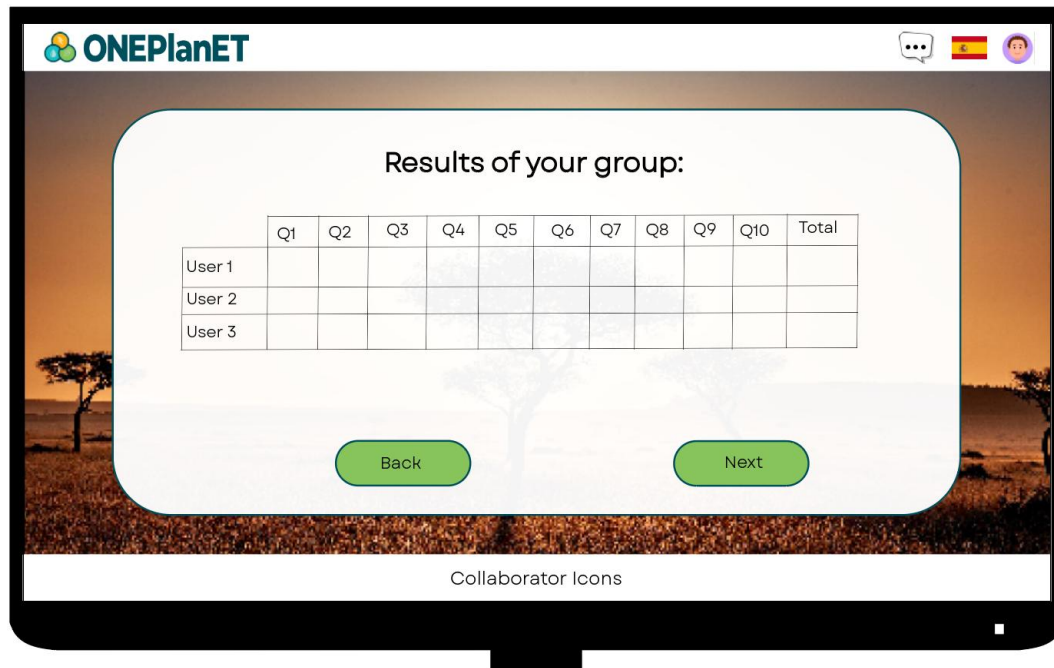


Fuente: Elaboración propia

Después de contestar las preguntas, se mostrarán los datos de forma cuantitativa en tabla, ver Figura 80, y de forma gráfica, ver Figura 81, se incluirán comentarios y aportaciones en base a los resultados obtenidos.

Figura 80

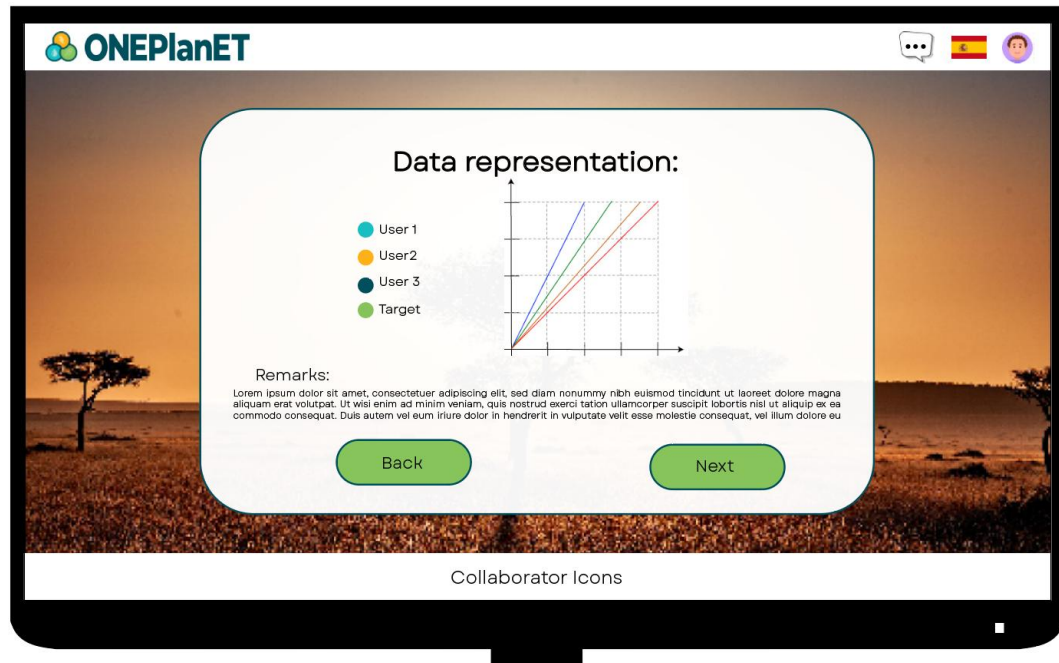
Pantalla de resultados tabla del grupo en la aplicación en ilustración para ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 81

Pantalla de resultados gráfica del grupo en la aplicación en ilustración para ordenador

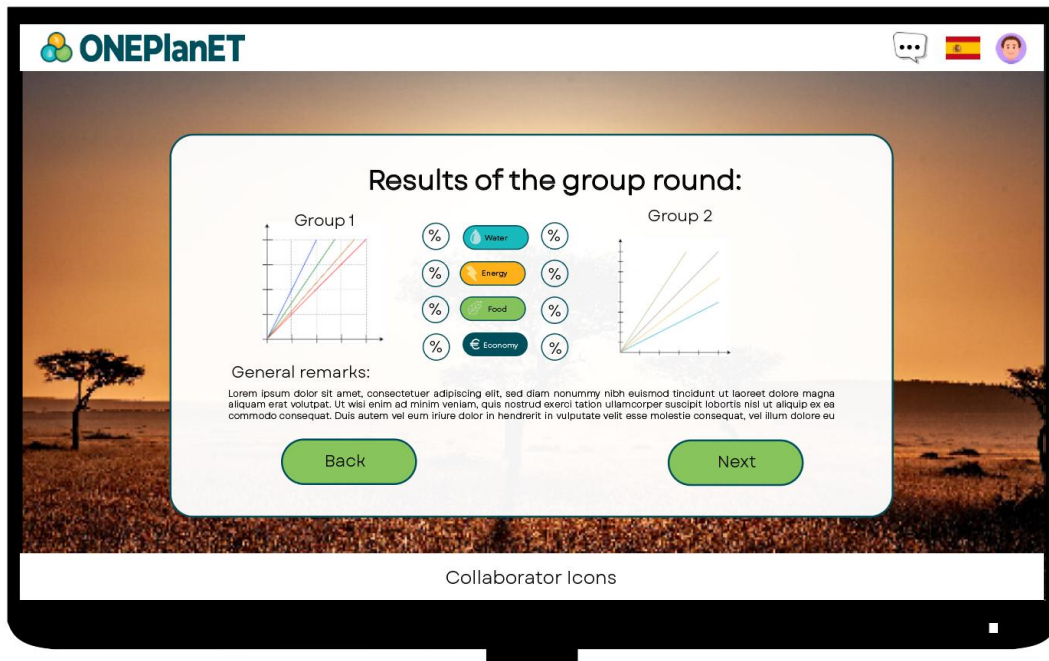


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 82, se comparan los mejores resultados de cada equipo y se muestra en porcentaje cuánto se ha alcanzado de cada módulo respecto a los objetivos previstos del principio.

Figura 82

Pantalla de comparación de resultados entre los grupos en la aplicación en ilustración para ordenador



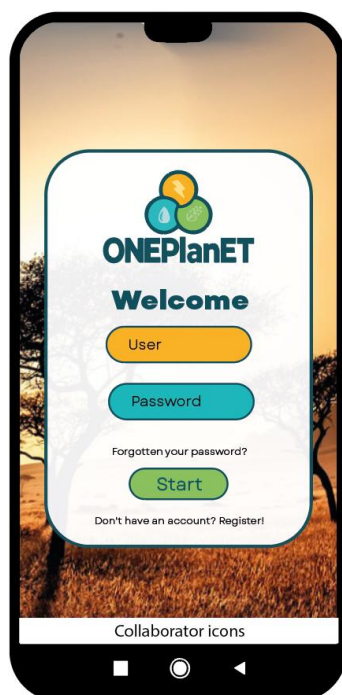
Fuente: Elaboración propia

Pantallas de móvil

Las imágenes a continuación son las de formato móvil de las pantallas que se han mostrado anteriormente. La Figura 83 corresponde con el inicio de la aplicación para que el usuario introduzca sus claves de acceso.

Figura 83

Pantalla de inicio de la aplicación en ilustración para móvil

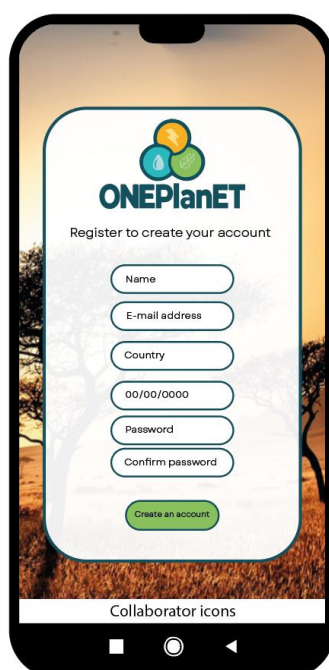


Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen, ver Figura 84, muestra la pantalla de registro, en la que el usuario introduce datos personales para la creación de una cuenta de juego.

Figura 84

Pantalla de registro de la aplicación en ilustración para móvil

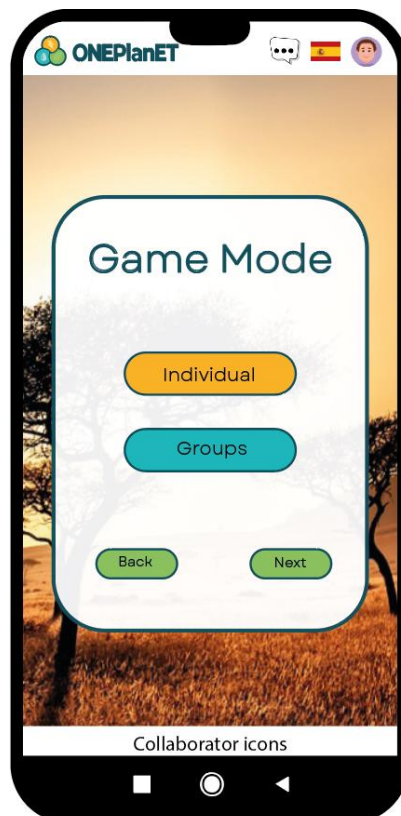


Fuente: Elaboración propia

Tras la elección en el modelo de juego, ver Figura 85, si se elige la opción grupal, la aplicación llevará al usuario a elegir el tipo de partida, ver Figura 86.

Figura 85

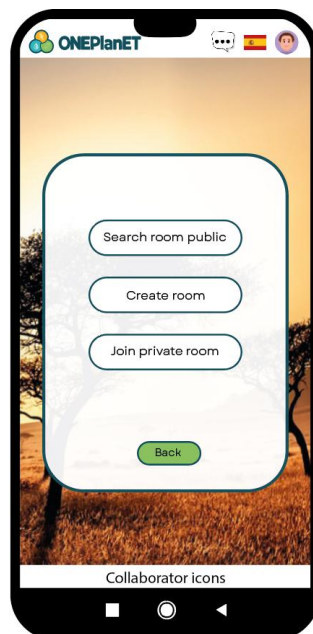
Pantalla para elegir el modo de juego de la aplicación en ilustración para móvil



Fuente: Elaboración propia

Figura 86

Pantalla de selección de partida de juego de la aplicación en ilustración para móvil



Fuente: Elaboración propia

Estas pantallas de ejemplo de teléfono sirven para visualizar la interfaz del modelo visto en diferentes tipos de tamaño de visualización.

6.1.3. Venapp

Una vez desarrollado el diseño de la interfaz de las pantallas de visualización de ONEPlanET con las herramientas de diseño. Se dio paso a la programación de la aplicación mediante las Venapp.

Se realizaron algunas pantallas de prueba de la aplicación. Durante la programación se detectaron limitaciones dentro del programa en Venapp, estas limitaciones modificaron el enfoque que se realizaría para el desarrollo de la interfaz.

Las figuras 87 y 88 se refieren a la pantalla de inicio de la aplicación, sin embargo, dependiendo de la resolución y tamaño del ordenador, los elementos modifican su posición y tamaño, como podemos observar con el botón “Start” que se desplaza, de igual forma ocurre con el tamaño en que se leen los textos estos se relacionan con la pantalla de visualización, a pesar de que ambas tienen la misma programación, ver Figura 89.

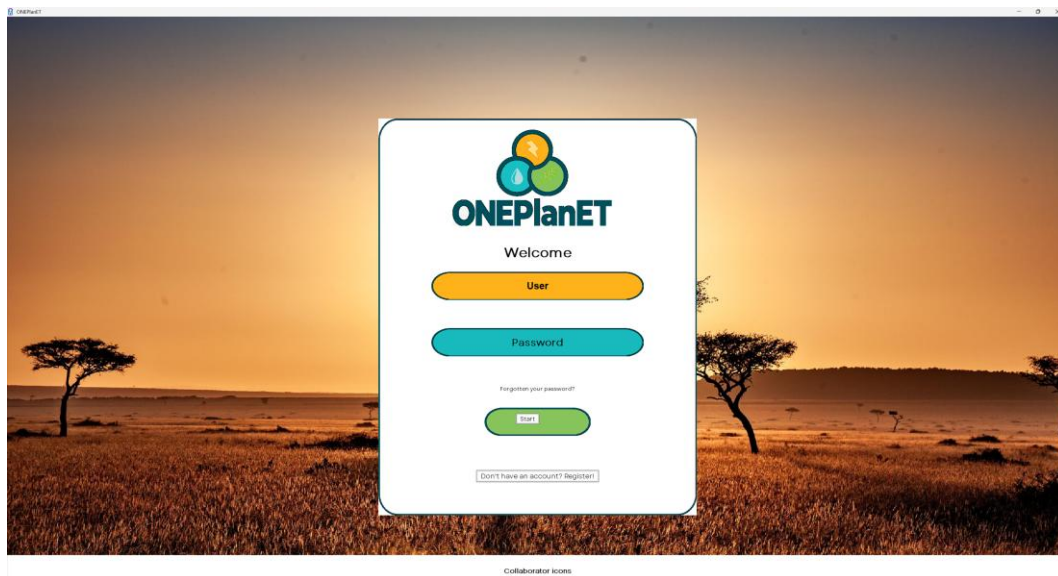
La Venapp tiene puesto como nombre de la aplicación el proyecto ONEPlanET, ver Figura 90.

Además, la aplicación no permite al usuario introducir las claves de acceso ni crearlas, son los botones los que permiten la interacción con la pantalla.

Si pulsamos el botón “Don´t have an account? Register!” llevará al usuario a la pantalla de creación de registro, ver Figura 91, mientras que si pulsamos el botón “Start” lleva al usuario a la pantalla de elección del modo de juego, ver Figura 92.

Figura 87

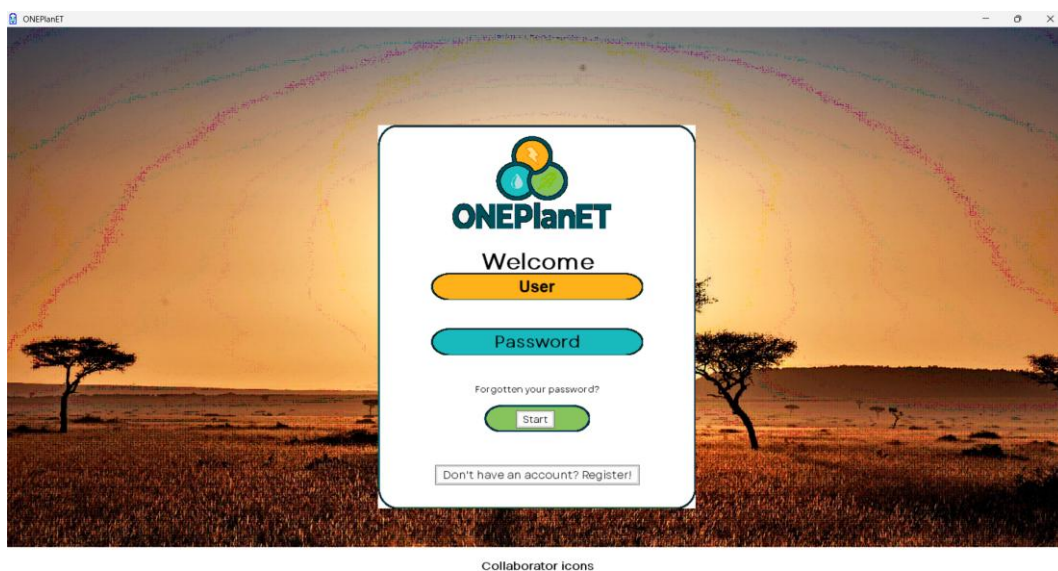
Screen Welcome en pantalla de visualización grande en ordenador



Fuente: Elaboración propia

Figura 88

Screen Welcome en pantalla de visualización media en ordenador



Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen, ver Figura 89, se muestra la programación utilizada para la primera pantalla de la aplicación, servirá de ejemplo para entender el funcionamiento del resto de pantallas, dentro del código se explica qué hace cada operación.

Figura 89

Estructura de Screen Welcome en Venapp.

```
:SCREEN WELCOME !El Screen es la operación que permite
crear cada pantalla para empezar a incluir los comandos
que debe tener, Welcome es el nombre a la que asociamos la
pantalla, cuando relacionamos las pantallas entre si
mediante botones, pondremos el nombre de la pantalla.
```

```
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0 !Esta operación determina
el tipo de fuente que usara la aplicación por defecto,
para usar tipografías diferentes en elementos concretos se
tendrá que marcar dichas operaciones.
```

```
PIXELPOS,0 !Esta operación permite que la pantalla se
acomode a los diferentes tamaños en que se puede
visualizar la pantalla según el medio.
```

```
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Esta operación sirve para
colocar fotos en la aplicación deben estar en formato .bmp
BITMAP,"Cuadra.bmp",35,18,30,70
BITMAP,"logoneplanet.bmp",42,20,15,17
BITMAP,"Blanco.bmp",0,95,100,5
BITMAP,"Circulo verde.bmp",45,69,10,5,
BITMAP,"Circulo naranja.bmp",40,45,20,5,
BITMAP,"Circulo azul.bmp",40,55,20,5,
```

```
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>SETTITLE|ONEPlanET" !Este
comando pone el título a la aplicación, ver Figura 90.
```

```
TEXTONLY,"Welcome",50,40,0,0,C|Garet Book|24|B|0-0-0 !
TEXTONLY,"User",40,45,20,5,C|Garet Book1|18|B|0-0-0,
TEXTONLY,"Password",40,55,20,5,C|Garet Book|18|B|0-0-0,
BUTTON,"Start",48,70,,,L|Garet Book|11||0-0-
0,,,"",GAME_MODE !La operación de botón permite al usuario
interactuar e irse moviendo entre diferentes pantallas, en
este caso nos llevará a la pantalla GAME_MODE
```

```
BITMAP,"Circulo verde.bmp",45,69,10,5,
TEXTONLY,"Forgotten your password?",50,65,0,0,C|Garet
Book|10||0-0-0,
```

```

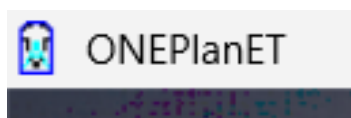
BUTTON,"Don't have an account? Register!",50,80,,,C|Garet
Book|12||0-0-0,,,"",REGISTER
TEXTONLY,"Collaborator icons",50,97,0,0,C|Garet
Book|12|B|0-0-0,

```

Fuente: Elaboración propia

Figura 90

Nombre de la aplicación ONEPlanET



Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen, ver Figura 91, corresponde a la pantalla de registro, sin embargo, como hemos visto en la Figura 88, las Venapp no permiten almacenar datos personales. Si pulsamos el botón “Back” nos llevará a la página de inicio, ver Figura 88, mientras que si pulsamos el botón “Create an account” nos pasará a la pantalla del modo de juego, ver Figura 92.

Figura 91

Screen Register

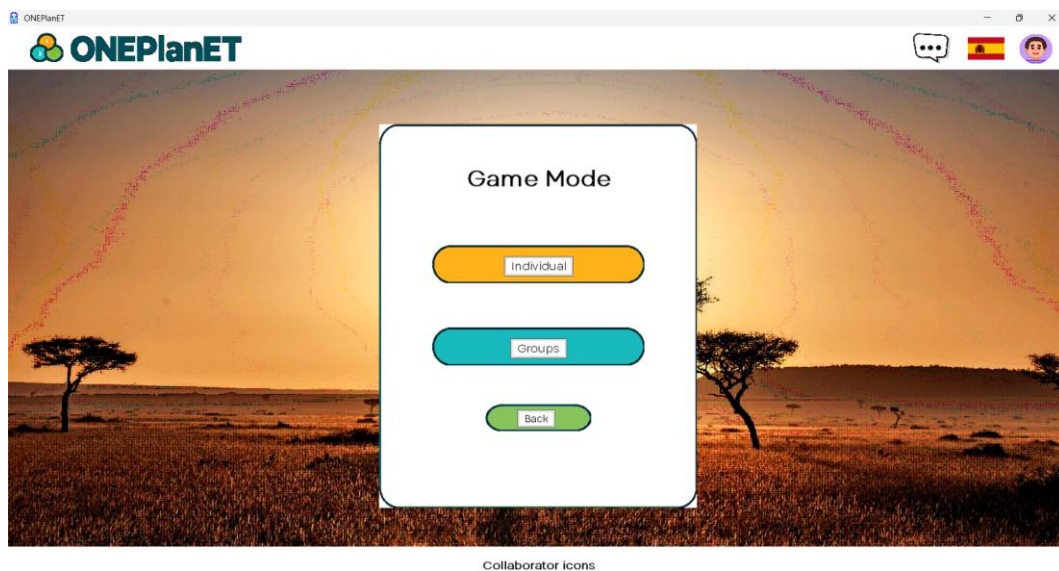
Collaborator icons

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, ver Figura 92, podemos seleccionar el modo de juego pulsando los botones. Si pulsamos el botón “Groups”, llevará al usuario a la pantalla de selección de sala, ver Figura 93, si pulsa el botón “Back”, le regresará a la pantalla de inicio, ver Figura 88.

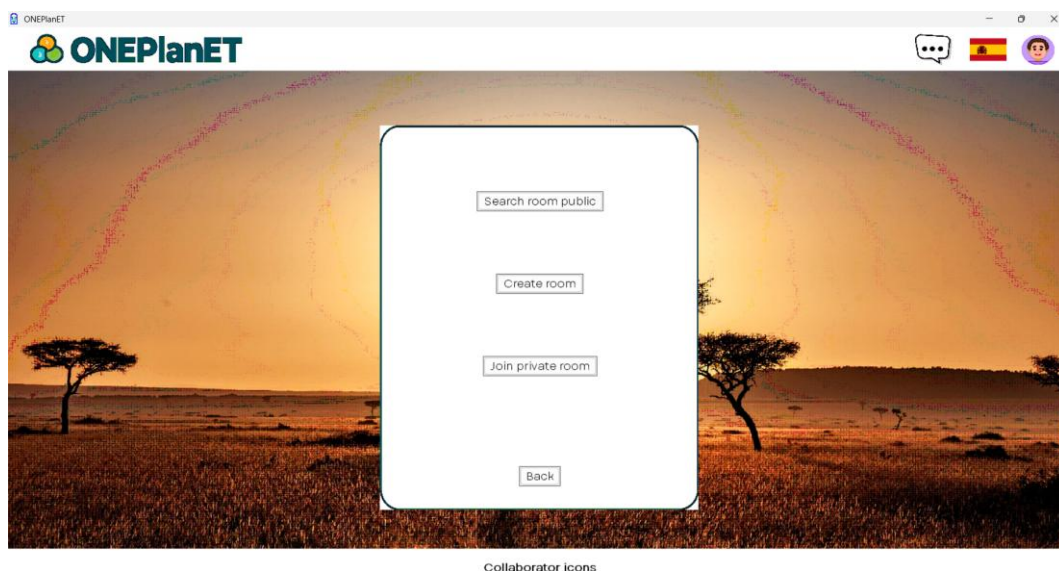
La Figura 93, nos muestra 4 botones que llevan al usuario a otras pantallas, sin embargo, como se detalla al principio del apartado, la aplicación no se ha desarrollado en su totalidad, sino a modo de prueba para conocer las limitaciones y el funcionamiento de las Venapp.

Figura 92
Screen Game Mode



Fuente: Elaboración propia

Figura 93
Screen Room Selection



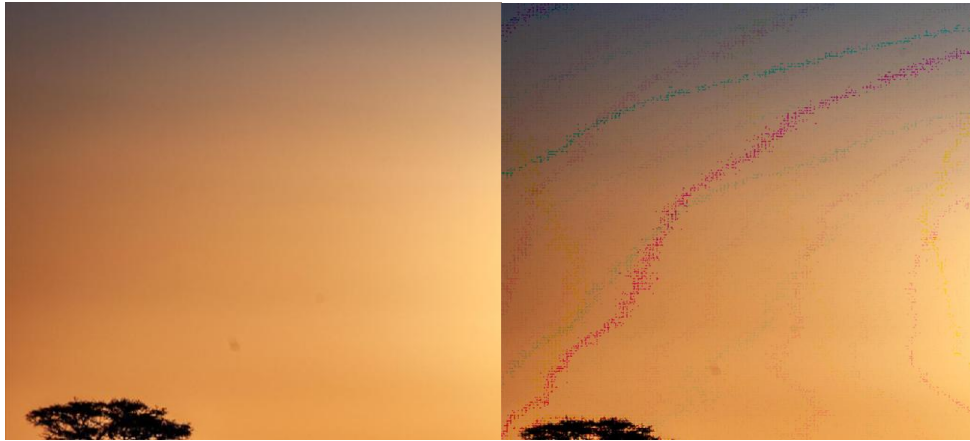
Fuente: Elaboración propia

La programación completa de las pantallas se puede encontrar en el Anexo C. Venapp ONEPlanET inicial, como se ha comentado durante el apartado, la aplicación presenta limitaciones tanto estéticas como funcionales, las limitaciones que se observaron fueron:

- Los botones de simulación modificaban su ubicación y tamaño en la pantalla.
- Las imágenes pierden calidad de píxeles según la pantalla de visualización. Con una pantalla más grande se tiene mayor calidad y con una pantalla más pequeña se tiene menor calidad. (Figura 94)
- No se puede modificar el color de fondo de los botones, por defecto aparece en blanco.
- No se puede modificar el color de la letra de los botones, por defecto es negro.
- Existe una jerarquía de visualización en las operaciones, como podemos observar en la imagen con el botón de “Start” con el elemento verde detrás, en la programación de la simulación en el Anexo C. Venapp ONEPlanET, se puede observar cómo el orden de las operaciones sitúa al elemento verde para ser visto al frente.
- El recuadro blanco que recoge el resto de los elementos de interacción tiene errores en las esquinas, la imagen adjunta tiene las esquinas redondeadas, pero el programa rellena estos espacios, limitando la opción de poner imágenes circulares o redondeadas. (Figura 95)
- El programa no permite crear un usuario de juego y contraseña, no almacena esta información.

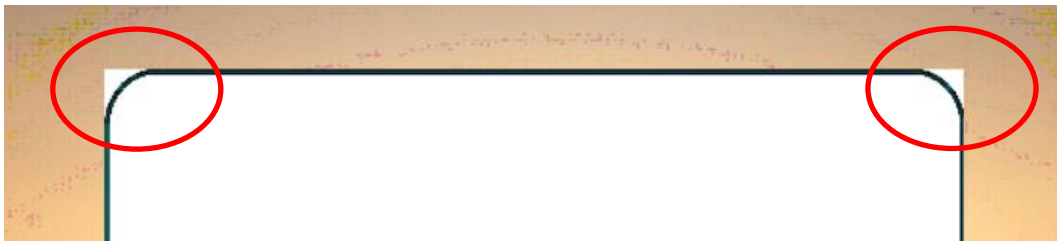
Figura 94

Problemas de calidad de imagen



Fuente: Elaboración propia

Figura 95
Problemas de esquinas



Fuente: Elaboración propia

Por estos motivos, en el siguiente apartado se realizaron pruebas con modelos más sencillos en comparación con el modelo que se utilizará para Inkomati. La funcionalidad de estos modelos de prueba es el aprendizaje en el uso de los comandos y los formatos empleados, la representación de datos mediante gráficas, tablas, la interacción del usuario con los parámetros...

6.2. Modelos de pruebas

Como se comprueba en el apartado anterior, el programa tiene limitaciones estéticas y de operaciones. Durante este apartado se desarrollan las Venapp de dos modelos de Vensim. Los modelos de simulación presentados funcionan de forma distinta sobre el uso de los datos.

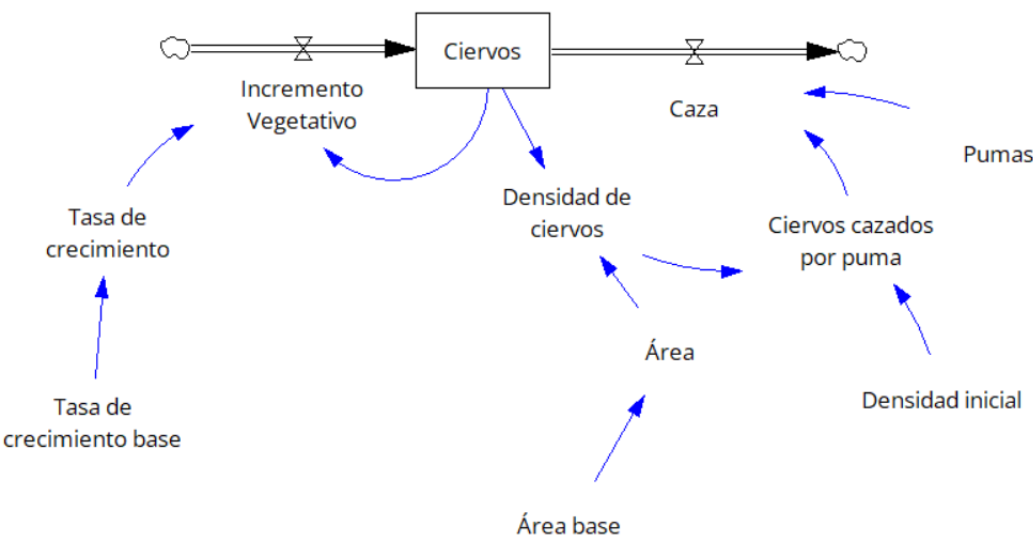
El modelo de los ciervos, apartado 6.2.1 Población de ciervos, tendrá datos fijos, mientras que el modelo de España, apartado 6.2.2. Población en España utiliza datos referenciados a un Excel. La finalidad de la práctica recae en comprobar las posibles limitaciones de las Venapp a la hora de programar. El modelo de Inkomati usa datos históricos recogidos en un Excel, estos modelos servirán de guía de aprendizaje para comprobar la interacción de la aplicación,

atribución de datos, la visualización de los datos mediante las gráficas y tablas a medida que el usuario interactúa con la simulación...

6.2.1 Población de ciervos

El modelo de simulación sobre la población de los ciervos, ver Figura 96, funciona con datos fijos, es decir, los parámetros aparecen en las fórmulas de las variables, sin necesidad de utilizar datos de Excel, ver Figura 97.

Figura 96
Modelo de simulación sobre una población de ciervos



Fuente: (Geeds, 2025)

Figura 97
Datos del modelo de Ciervos

Variable Information			
Name	Tasa de crecimiento base		
Type	Constant	Sub-Type	Normal
Units		<input type="button" value="Check Units"/>	
Group	.2.ciervos v2 sara2	Min	Max
Equations			
Subscripts	0.2		

Fuente: (Geeds, 2025)

El modelo tiene variables subtipo Gaming³ con sus variables base⁴, ver Tabla 1, las Gaming permiten la jugabilidad de los parámetros que el usuario determina y las base contienen información para las Gaming.

Tabla 1

Variables jugables para el usuario en el modelo de Ciervos

Variable Gaming	Variable base	Parámetros
Tasa de crecimiento	Tasa de crecimiento base	0,5 - 1
Área	Área base	1e+06 – 2e+06

Fuente: Elaboración propia

Los valores que se modifican en las Gaming actuarán en los resultados de las variables de visualización, ver Tabla 2, representadas en las gráficas y tablas de la aplicación.

Tabla 2

Variables de visualización de datos para el usuario en el modelo de

Ciervos

Variables de visualización
Ciervos
Caza

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran algunas pantallas de simulación del modelo para ciervos.

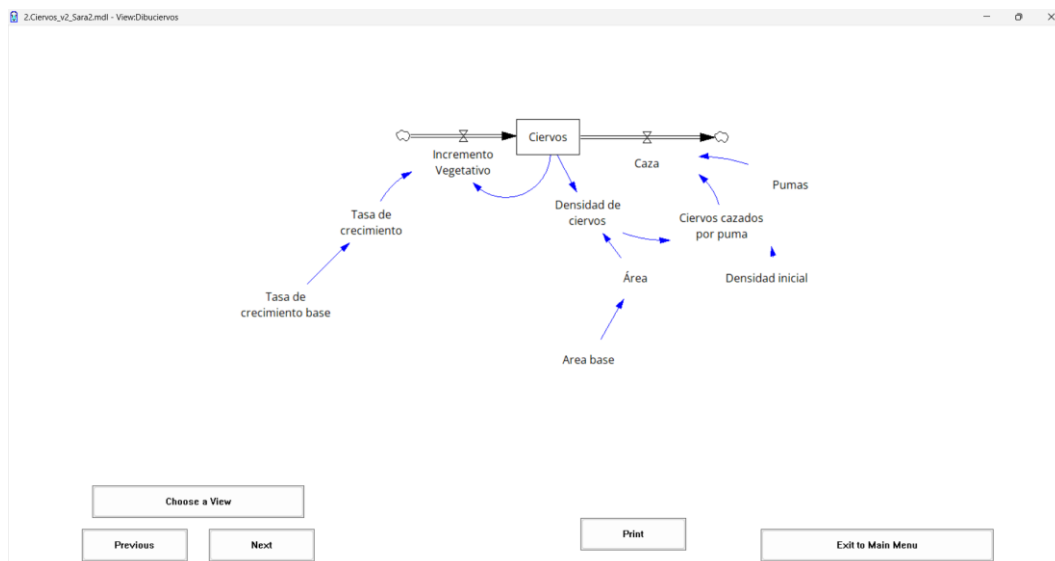
La Figura 98 muestra en Venapp una pantalla de visualización del modelo de Venism. Además, durante esta pantalla, se puede cambiar la visualización del modelo con los botones “Choose a View”, “Previous” y “Next”. También la aplicación permite imprimir el modelo con el botón “Print” y llevar a la pantalla de menú con “Exit to Main Menu”, se adjunta a continuación la programación de la pantalla, ver Figura 99.

³ Las variables gaming permiten que las variables puedan ser modificadas por el usuario, al introducir nuevos valores para la simulación.

⁴ Las variables base, son variables conectadas a las gaming, que contienen un valor fijo para evitar problemas durante la simulación, este valor fijo se modifica con la gaming.

Figura 98

Pantalla de visualización del modelo de población de ciervos



Fuente: Elaboración propia

Figura 99

Programación de la pantalla de visualización del modelo de población de ciervos

```
:SCREEN STRUCTURE
SCREENFONT,Times New Roman|12|B|0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
SKETCH,"Dibuciervos",0,0,100,82,,5,1,!Esta operación
muestra en forma de boceto el modelo realizado en Vensim,
el nombre "Dibuciervos" es un identificador del gráfico
COMMAND,"",18,77,20,6,L,,SPECIAL>SETTITLE|*MV|%s - View:%s
!Este comando cambia el título de la ventana por el modelo
y la vista actual
BUTTON,"Choose a
View",8,84,20,6,L,,SKETCH>CHOOSEVIEW|Dibuciervos|Choose a
view of model structure&SPECIAL>SETTITLE|*MV|%s - View:%s
!Muestra la lista de vistas del modelo, el usuario puede
elegir, la operación special>settitle permite actualizar
el título la página
BUTTON,"Previous",7,92,10,6,L,,SKETCH>PREVVIEW|Dibuciervos
&SPECIAL>SETTITLE|*MV|%s - View:%s, !Cambia la vista
actual por la vista anterior y actualiza el título de la
pantalla por la vista que se selecciona
BUTTON,"Next",19,92,10,6,L,,SKETCH>NEXTVIEW|Dibuciervos&SP
ECIAL>SETTITLE|*MV|%s - View:%s, !Cambia la vista actual
por la vista posterior y actualiza el título de la
pantalla por la vista que se selecciona
```

```

BUTTON,"Print",54,90,10,6,L,,,"PRINT>Dibuciervos",!Imprime
la vista actual del modelo
BUTTON,"Exit to Main Menu",71,92,22,6,L,,,"MAIN

```

Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen, ver Figura 100, permite al usuario introducir valores entre un rango, estos valores introducidos determinarán la evolución de los resultados.

Figura 100

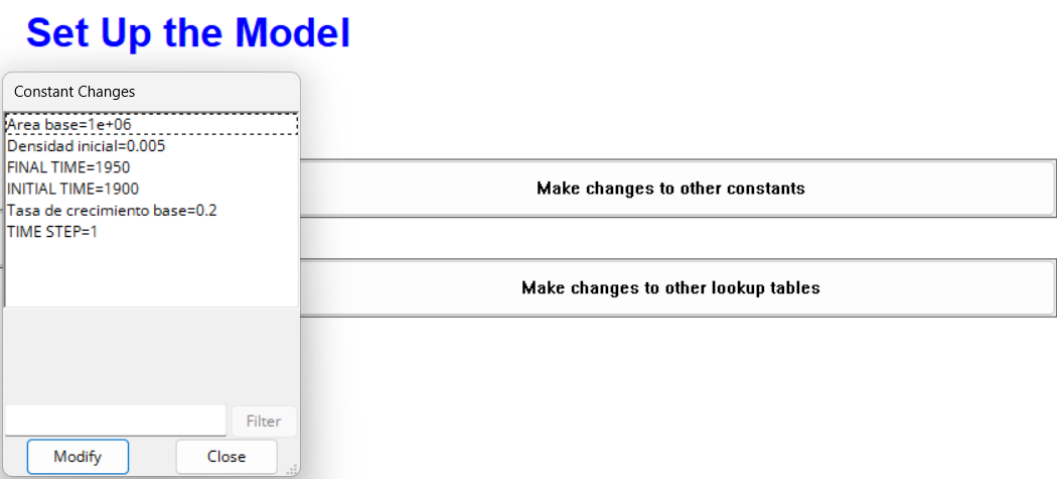
Introducción de parámetros en la simulación sobre la población de ciervos

Fuente: Elaboración propia

La aplicación tiene variables fijas por defecto, aunque el usuario podrá modificarlas para obtener diferentes escenarios, ver Figura 101.

Figura 101

Parámetros fijos de variables en la simulación sobre la población de ciervos



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, ver Figura 102, se muestran de forma cuantitativa los resultados obtenidos tras una simulación realizada por el usuario en el modelo.

Figura 102
Resultados de la simulación sobre la población de ciervos

Time (Year)	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
Ciervos	5000	4997	5002	4995	4992	5000	4989	4992	4974	4961	4958
Caza	1003	994.7	1008	1001	990.7	1011	994.4	1017	1008	994.6	990.7

Fuente: Elaboración propia

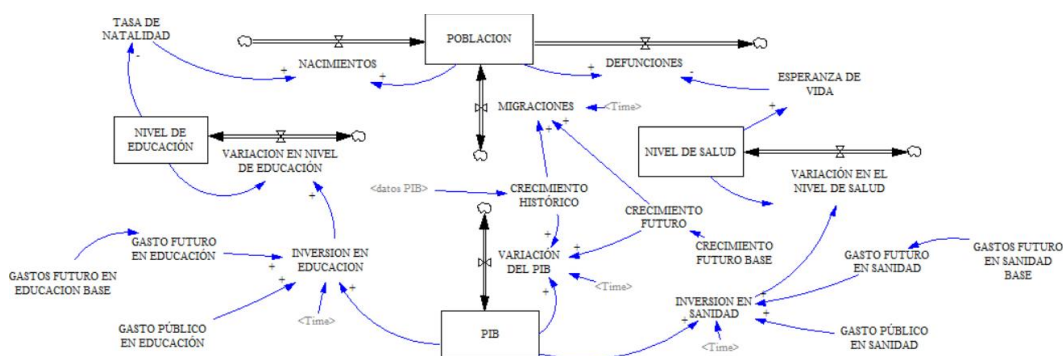
El siguiente ejemplo corresponde con la población de España, los datos utilizados en el modelo provienen de un fichero Excel.

6.2.2. Población en España

El modelo de simulación sobre la población de España, ver Figura 103, funciona con datos históricos tomados de Excel e implementados en las fórmulas de las variables.

Mediante la ecuación “GET XLS DATA”, ver Figura 104, Vensim utiliza “datos.xlsx” e indica la ubicación de los valores que se utilizarán para la variable datos PIB de esta forma se relacionan las variables de un modelo de Vensim con un fichero Excel.

Figura 103
Modelo de simulación sobre la población de España



Fuente: (Geeds, 2025)

Figura 104

Datos Pib sobre la población de España

Edit: datos PIB

Variable Information

Name:

Type: Sub-Type: Interpolate:

Units: Check Units: ☐ Supplementary: ☐

Group: Min: Max:

Equations

Subscripts: GET XLS DATA('datos.xlsx', 'Crecimiento PIB', 'tiempo', 'serie')

:=

Comment

Los datos del crecimineto histórico del PIB se leen de un fichero excel llamado datos.xlsx
En ese fichero hay una pesataña que se llama Crecimineto PiB, un grupo de celdas que se llama tiempo y otro grupo de celdas que se llama serie.

☐ Expand

Fuente: (Geeds, 2025)

Las variables Gaming, base y parámetros se muestran en la Tabla 3. A pesar de que el modelo utiliza valores provenientes de un Excel, a diferencia del ejemplo de “TEcESaS Indexes Software” apartado, que también usa datos de un Excel. Las variables que se visualizarán en los gráficos de España no vienen de datos de Excel, ver Tabla 4 y por lo tanto, en la creación de la gráfica de las variables, se dejará en blanco el espacio de Dataset, ver Figura 105, a diferencia del ejemplo de “TEcESaS”, ver Figura 106

Tabla 3

Variables jugables para el usuario en el modelo de España

Variable Gaming	Variable base	Parámetros
Crecimiento futuro	Crecimiento futuro base	0,8 – 1,5
Gasto futuro en educación	Gasto futuro en educación base	3 – 6

Gasto futuro en sanidad	Gasto futuro en sanidad base	2,5 - 5
-------------------------	------------------------------	---------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Variables de visualización de datos para el usuario en el modelo de España

Variables de visualización
Población
PIB
Nivel de salud
Nivel de educación

Fuente: Elaboración propia

Figura 105

Construcción de gráfica para las variables de visualización del modelo de simulación sobre la población de España

Scale	Variable		Dataset
<input type="checkbox"/>	POBLACION	Sel	
<input type="checkbox"/>	PIB	Sel	
<input type="checkbox"/>	NIVEL DE SALUD	Sel	
<input type="checkbox"/>	NIVEL DE EDUCACIÓN	Sel	

Fuente: Elaboración propia

Figura 106

Construcción de gráfica para las variables de visualización del modelo de TEcESaS Indexes Software

Scale	Variable		Dataset
<input checked="" type="checkbox"/>	Conveyor belt power	Sel	Truck-Shovel
<input checked="" type="checkbox"/>	Conveyor belt power	Sel	FIPCC
<input checked="" type="checkbox"/>	Conveyor belt power	Sel	SFIPCC
<input checked="" type="checkbox"/>	Conveyor belt power	Sel	SMIPCC
<input checked="" type="checkbox"/>	Conveyor belt power	Sel	FMIPCC

Fuente: (Abbaspour & Drebenstedt, 2019)

Nota. Cada nombre añadido en Dataset hace referencia al nombre del libro dentro del Excel donde se encuentra esa variable, de esta forma el programa automáticamente irá a ese directorio, es necesario que el archivo Excel se encuentre en la misma carpeta del modelo .mdl y de la Venapp .vcd

A continuación, se mostrarán algunas de las pantallas desarrolladas de la aplicación sobre la población de España.

En la Figura 107, el usuario introduce mediante slider⁵ el parámetro entre un rango de datos, estos datos determinarán el resultado que se mostrará en la gráfica, ver Figura 109. En la Figura 108, se muestra la programación y una explicación de las operaciones de la pantalla Figura 107.

Figura 107

Pantalla de introducción de datos de las variables Gaming en el modelo de población de España

⁵ Los slider son “deslizadores”, tienen un rango de números y el usuario puede desplazarse seleccionar entre esos números.

User variables

Crecimiento futuro: .42

Gasto futuro en educación: 4.52

Gasto futuro en sanidad: 3.975

Record changes and return to Modeling Choices

Return to Modeling Choices (cancel changes)

Fuente: Elaboración propia

Figura 108

Pantalla en Venapp de introducción de datos de las variables Gaming en el modelo de población de España

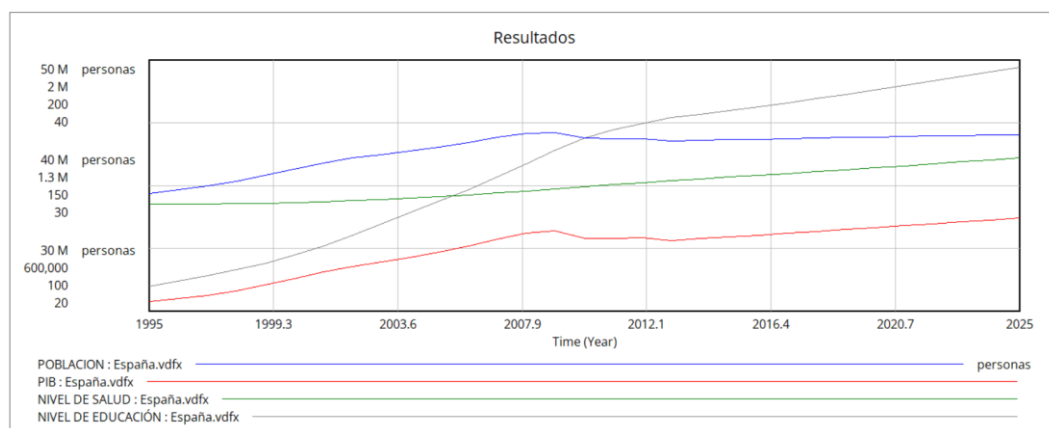
```
:SCREEN INPUT1 !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Times New Roman|12|B|0-0-0|-1--1-1 !Estilo de
fuente utilizada por defecto en esta pantalla
PIXELPOS,0 !Permite que la pantalla se ajuste a las
diferentes dimensiones del dispositivo que lo proyecta
TEXTONLY,"User variables",41,6,0,0,C|Arial|24|B|0-0-255,,,
!Texto con sus coordenadas y su tipo de letra, tamaño y
color
TEXTONLY,"Crecimiento futuro",21,23,0,0,L,,,
TEXTONLY,"Gasto futuro en educación",21,38,0,0,L,,,
TEXTONLY,"Gasto futuro en sanidad",21,53,0,0,L,,,
SLIDEVAR,"CRECIMIENTO
FUTURO",51,21,15,10,H,[.08|1.5|.01],,!Esta operación crea
las barras deslizantes que observamos en la Figura 107,
aparecen las coordenadas, y los parámetros entre los que
se mueve (0,8-1,5), el 0,01 es la movilidad entre los
números cuando se mueve la barra.
SLIDEVAR,"GASTO PÚBLICO EN
EDUCACIÓN",51,36,15,10,H,[3|6|.025],,
SLIDEVAR,"GASTO FUTURO EN
SANIDAD",51,51,15,10,H,[2.5|5|.025],,
BUTTON,"Record changes and return to Modeling
Choices",21,77,50,5,L,Rr,,SETUPSIM !Este botón guarda los
datos introducidos y los almacena para la simulación y
lleva al usuario a otra pantalla llamada setupsim
```


BUTTON,"Return to Modeling Choices (cancel changes)",21,85,50,5,L,EeXx,CANCEL,SETUPSIM !Este botón no guarda los datos y lleva al usuario a la pantalla llamada Setupsim

Fuente: Elaboración propia

Figura 109

Representación gráfica de los resultados de la simulación en la población de España

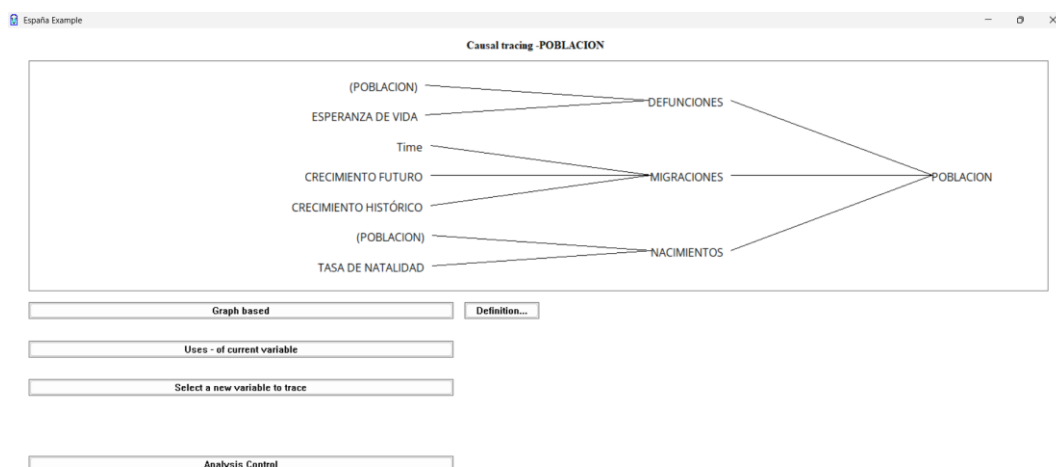


Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen, ver Figura 110, muestra de forma esquemática la relación entre las variables partiendo del modelo de Vensim. Esta forma de visualización de las variables permite un mejor aprendizaje para el usuario y su capacidad de entendimiento del modelo.

Figura 110

Representación esquemática de las relaciones entre las variables del modelo de población de España



Fuente: Elaboración propia

Estos modelos realizados permitieron comprender el aprendizaje de las Venapp y después de realizar la programación de estos modelos de prueba y comprobar su correcto funcionamiento, se continuo el trabajo con el modelo de Inkomati. La Venapp del modelo de Inkomati es el resultado de la unión en un solo modelo de todos los conocimientos adquiridos durante el aprendizaje, además de incluir nuevas aportaciones.

6.3. Interfaz de Inkomati

En base a todo el conocimiento adquirido durante este trabajo mediante el estudio de investigación, estudio de marca, la metodología y los modelos de pruebas anteriormente mencionados durante este capítulo, se llega al objetivo principal del trabajo de fin de grado, ver 1.2. Objetivos, “Diseñar y desarrollar una aplicación gráfica de interface interactiva para un usuario final, fácil de utilizar para un modelo de simulación de WEF nexus para el estudio de Inkomati en la región de África.”

6.3.1. Modelo

Como se menciona durante el proyecto, ONEPLanET se centra en 3 casos de estudio en África y este trabajo se desarrolla en el estudio de investigación de Inkomati, ver 2.1.2 Caso de investigación de Inkomati.

De este modo, el modelo utilizado en el presente proyecto de dinámica de sistemas programado en Vensim es el de Inkomati. En el modelo de Vensim es necesario realizar cambios en las variables con las que el usuario interactúe, haciéndolas jugables mediante el subtipo “Gaming” como se menciona en el apartado 3.3.3. Venapp. En las siguientes tablas se muestran las variables interactivas y sus variables base en los diferentes módulos del WEF nexus, con los parámetros entre los que puede el jugador utiliza, añadiendo el sector socioeconómico y diferentes escenarios, ver Tablas 5, 6, 7, 8 y 9.

Tabla 5

Variables jugables módulo de agua para el usuario en el modelo de Inkomati

Switch Scenarios	
SSP1	1
SSP2	2
SSP3	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Variables jugables módulo de agua para el usuario en el modelo de Inkomati

Variable Gaming	Variable base	Parámetros
CC IMPACT ON WATER	CC IMPACT ON WATER base	0,8 – 1,2
ENVIROMENTAL WATER REQUEST	ENVIROMENTAL WATER REQUEST base	0,05 – 0.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Variables jugables módulo de comida para el usuario en el modelo de Inkomati

Variable Gaming	Variable base	Parámetros
afforestation due to policies gaming	afforestation due to policies base	0.4 – 0.5
increment of cropland rainfed demanded gaming	increment of cropland rainfed demanded base	0.15 – 0.25
increment of cropland irrigated demanded gaming	increment of cropland irrigated demanded base	0.2 – 0.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Variables jugables módulo de energía para el usuario en el modelo de Inkomati

Variable Gaming	Variable base	Parámetros
ELECTRICITY ACCESS POLICIES	ELECTRICITY TIER POLICY SATURATION PARAMETER	0 – 0,5
PRIORITIES FOR ALLOCATE NEW CAPACITY		
PV gaming	PV Base	3-8
Coal PP gaming	Coal PP Base	3-8
Biomass PP gaming	Biomass PP Base	3-8
Gas PP gaming	Gas PP Base	3-8
Wind gaming	Wind Base	3-8

Hydro gaming	Hydro Base	3-8
Oil gaming	Oil Base	3-8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Variables jugables módulo de socioeconomía para el usuario en el modelo de Inkomati

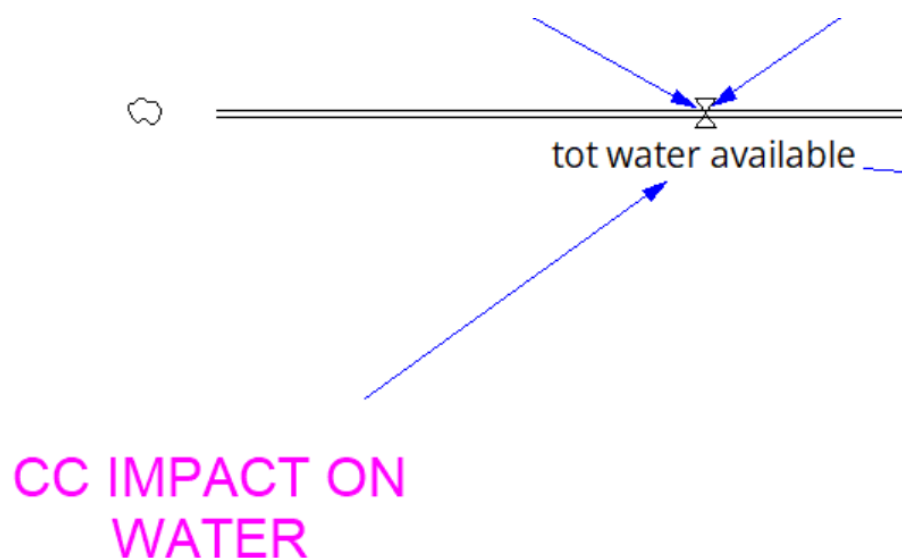
Variable Gaming	Variable base	Parámetros
FERTILITY CHANGE	FERTILITY CHANGE base	0,8 - 1,2
TAXES CHANGES	TAXES CHANGES base	0,8 - 1,2
SALARY CHANGE	SALARY CHANGE base	0,8 - 1,2

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los pasos seguidos para convertir una variable del modelo a jugable. Partiendo del modelo normal, ver Figura 111, la variable “CC IMPACT ON WATER” se convertirá en la variable base y se la cambiará de nombre a “CC IMPACT ON WATER base”, además se añade una variable nueva al modelo. Esta variable nueva será la variable Gaming “CC Impact on water”. La variable base debe enlazarse a la nueva variable Gaming y la variable Gaming se conecta directamente al modelo, ver Figura 112, en la Figura 113 se muestra la programación de la variable Gaming y en la Figura 114 la programación interior de la variable base. Este paso se ha realizado para todas las variables jugables mencionadas anteriormente en las tablas.

Figura 111

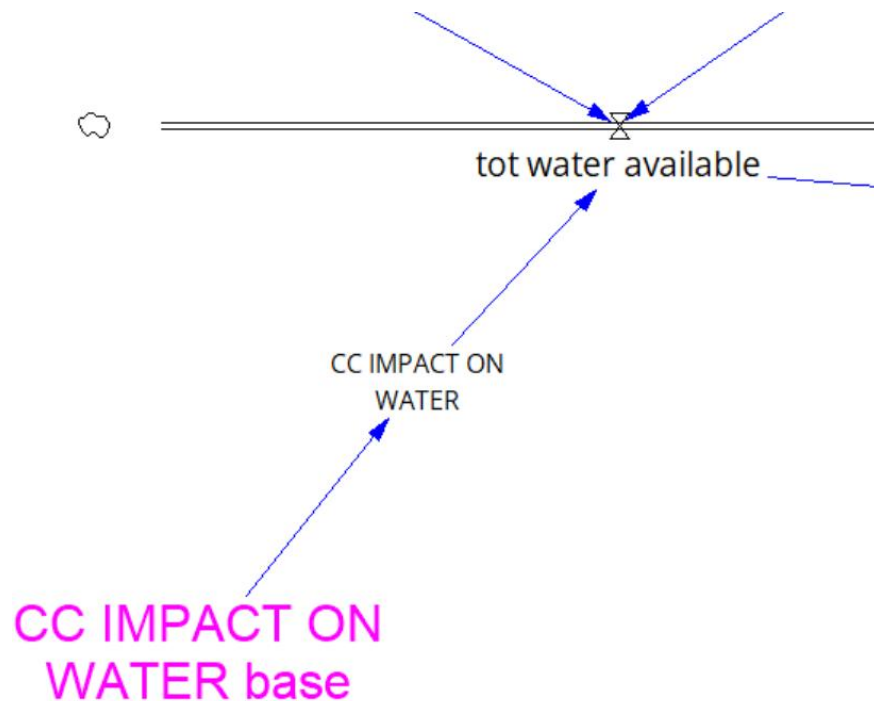
Variable actual del módulo de agua



Fuente: Elaboración propia

Figura 112

Variable convertida a gaming del módulo de agua



Fuente: Elaboración propia

Figura 113

Programación de la variable convertida a Gaming del módulo de agua

Edit: CC IMPACT ON WATER

Variable Information

Name: CC IMPACT ON WATER

Type: Auxiliary Sub-Type: Gaming

Units: Check Units ☐ Supplementary

Group: .oneplanet project model size Min Max

Equations

Subscripts: CC IMPACT ON WATER base

= GAME (

Fuente: Elaboración propia

Figura 114

Programación de la variable convertida a base del módulo de agua

Edit: CC IMPACT ON WATER base

Variable Information

Name

CC IMPACT ON WATER base

Type

Constant

Sub-Type

Normal

Units

Check Units

☐ Supplementary

Group

.oneplanet project model si

Min

Max

Incr

Equations

Subscripts

1

=

Fuente: Elaboración propia

Las siguientes tablas muestran las variables que se representan en las gráficas creadas por la simulación de la aplicación al introducir los parámetros en las variables anteriores. Las gráficas, de igual forma que en la introducción de datos de las variables, se han dividido en los diferentes módulos de WEF nexus. Las variables de visualización del módulo de energía se representan en la Tabla 10, para las variables del módulo de economía, la Tabla 11, las del módulo de agua en la Tabla 12 y las del módulo de comida en la Tabla 13.

Tabla 10

Variables de visualización de datos módulo de energía

Variables de visualización
FE Demanda
Total demand of ELEC
RES instaled
Fossil instaled

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Variables de visualización de datos módulo de economía

Variables de visualización
GDP per capita
Total population

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Variables de visualización de datos módulo de agua

Variables de visualización
Tot water available
Tot Water use

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Variables de visualización de datos módulo de comida

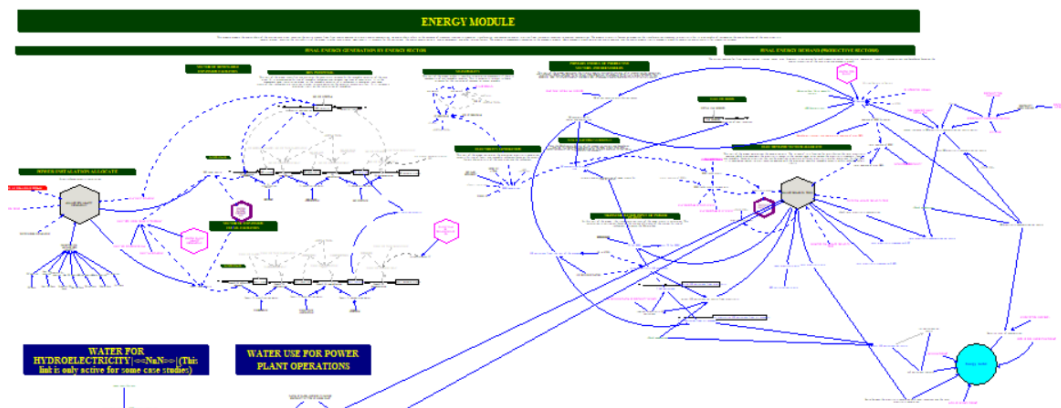
Variables de visualización
area of forest
area for plantations
wetland area

Fuente: Elaboración propia

El modelo desarrollado en Vensim presenta diferentes pantallas en las que se integran los módulos WEF junto a otros indicadores. A continuación, se muestra una pantalla de ejemplo de Inkomati para entender la complejidad del modelo, ver Figura 115.

Figura 115

Modelo para el módulo de energía



Fuente: Elaboración propia

El modelo utiliza datos históricos asociados a un Excel que utiliza ciertas variables del modelo mediante la operación “GET DIRECT CONSTANTS”, ver Figura 116. Además, usa Subscripts, en el caso de la imagen, hace referencia al Subscript “ELEC SUPPLIERS”, los Subscript están compuestos por variables vectores. Una serie de variables toman la forma de vector y se van recopilando en grupos, estos grupos son los Subscript. (Martín García, 2023)

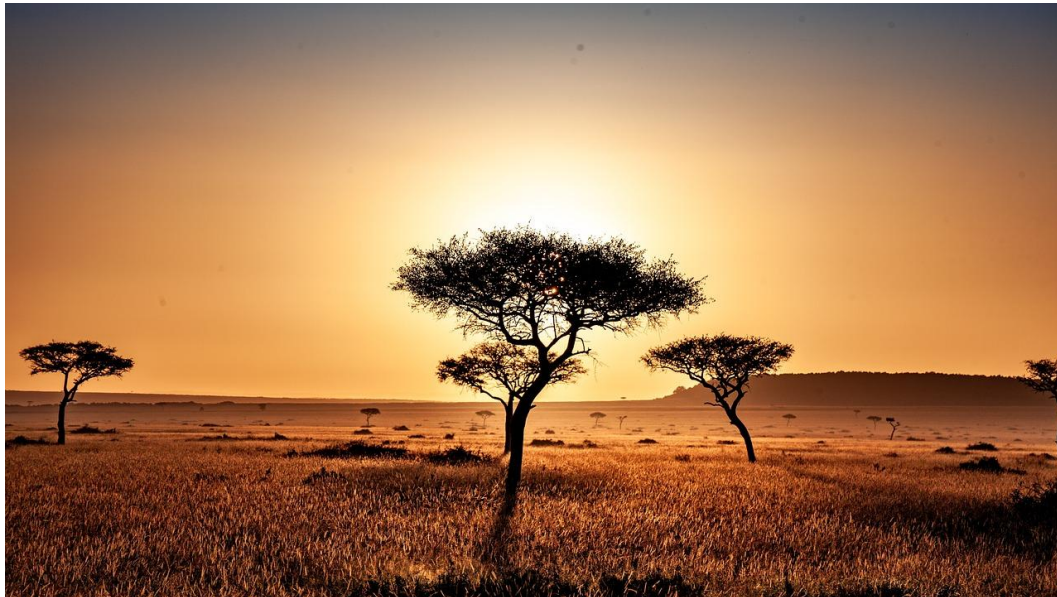
Figura 116
GET DIRECT CONSTANTS

Fuente: Elaboración propia

6.3.2. Venapp

Para la programación en Venapp, se utiliza la imagen de fondo tomada en el apartado 6.1. Interface visual de ONEPlanET inicial. Para poder poner imágenes en Venapp deben estar en formato .bmp⁶.

Figura 117
Imagen de Fondo de la aplicación



Fuente: (djsudermann, 2019)

Para la funcionalidad de la programación se han utilizado dos archivos, cada uno de los ficheros leído por su comando específico según su formato, ver Tabla 14, en la tabla, además, se detalla qué función hace el comando al utilizar cada fichero. El fichero ONEPLANET project model_Sara.mdl, se refiere al modelo de

⁶ El formato .bmp se refiere a que una imagen está en mapa de bits.

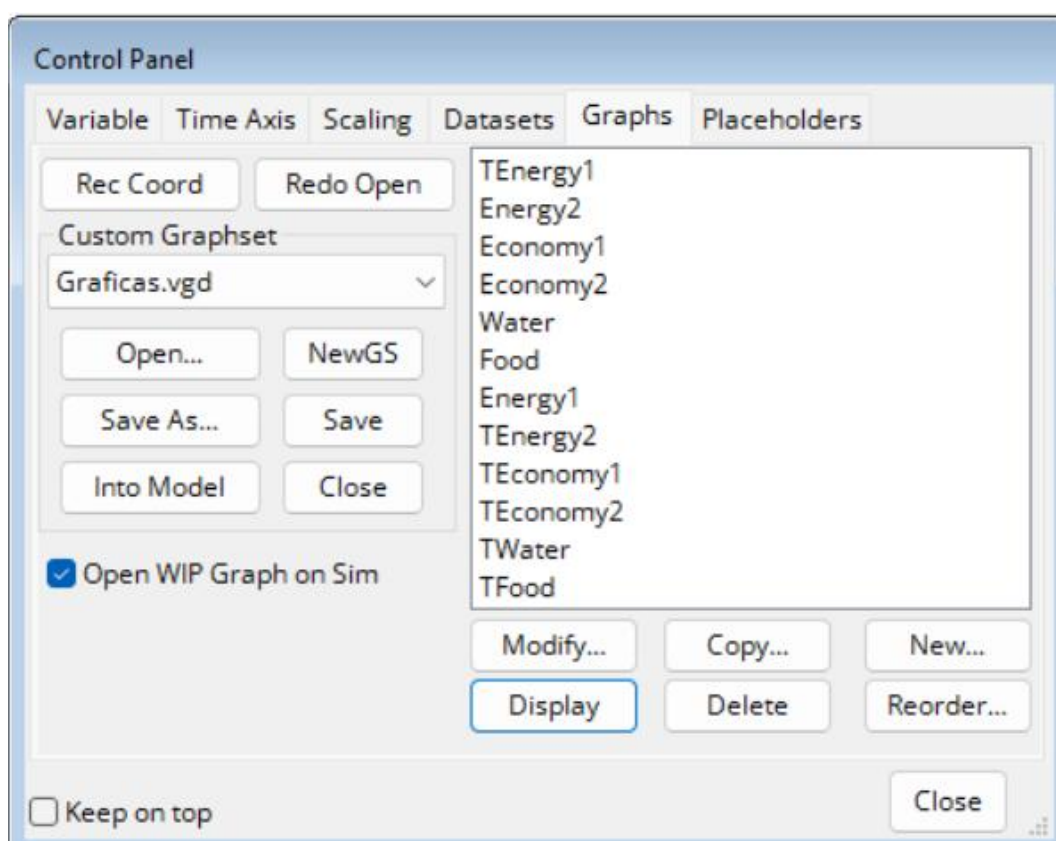
Inkomati creado en Vensim y el fichero Graficas.vgd ha sido creado manualmente, para que aparezcan las variables de visualización que deben mostrarse en las gráficas y tablas, ver Figura 118.

Tabla 14
Comandos de la aplicación

Comando	Archivo	Explicación
LOADMODEL	ONEPLANET project model_Sara.mdl	El comando Loadmodel sirve para que la Venapp lea un modelo de Vensim y se enlace a él, de esta forma recoge toda la información del modelo para la programación.
READCUSTOM	Graficas.vgd"	El comando Readcustom lee gráficas y tablas almacenadas en un fichero .vgd del modelo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 118
Contenido del fichero Graficas.vgd



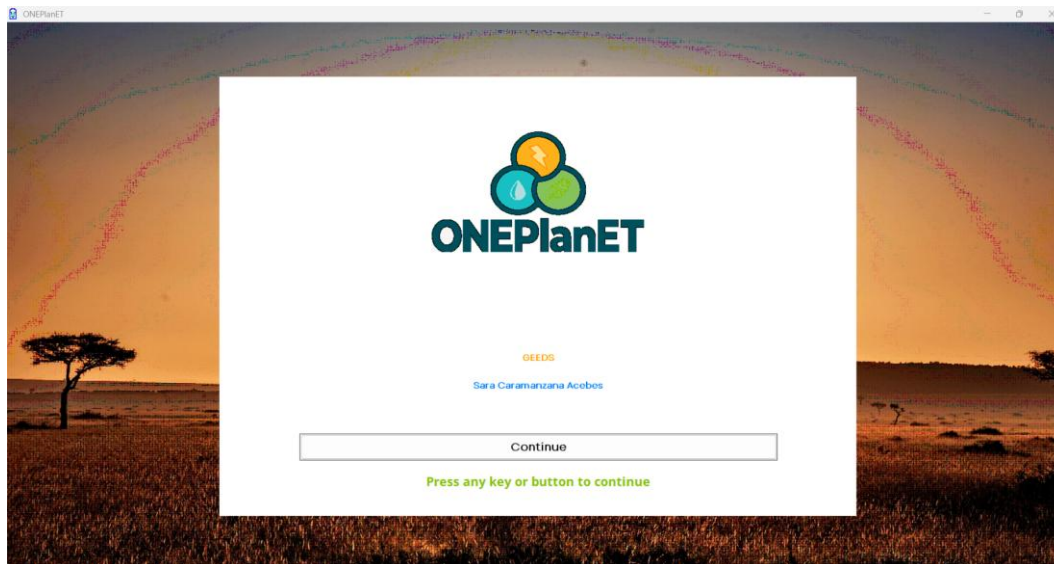
Fuente: Elaboración propia

La pantalla de inicio de la aplicación comienza mostrando el logo de ONEPLANET y mencionando los nombres de las partes implicadas por la UVA.

Un botón “Continue” permite la interactividad al jugador para avanzar a la siguiente pantalla, además la pantalla permite avanzar al usuario a otra pantalla pulsando cualquier tecla, ver Figura 119.

Figura 119

Pantalla de inicio de Inkomati

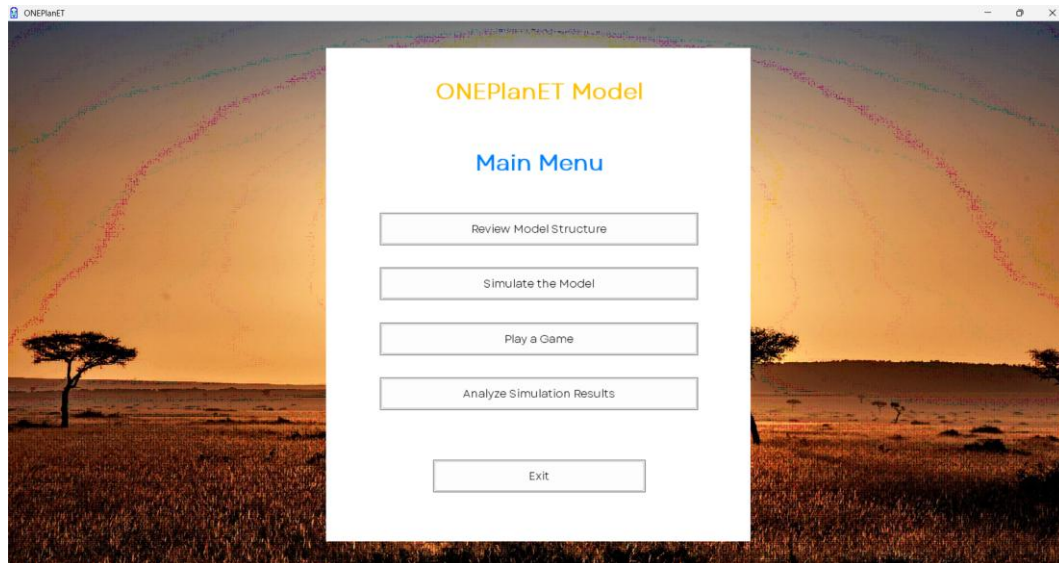


Fuente: Elaboración propia

Tras pasar a la siguiente pantalla, el usuario accede al menú del juego, ver Figura 120, en ella tenemos 5 botones interactivos. El primer botón “Review Model Structure” lleva al usuario a la pantalla de visualización de los modelos, ver Figura 121, el segundo botón “Simulate the model” lleva a la pantalla de configuración de la simulación, ver Figura 122, el tercer botón “Play game” permite al usuario utilizar una gráfica a tiempo real que se actualiza gracias a la introducción de parámetros interactivos, ver Figura 130, el cuarto botón “Analyze simulation Results” sirve de resumen para la aplicación, analiza los resultados realizados durante las simulaciones, ver Figura 131. El último botón “Exit” sirve para terminar y salir del juego, al volver a entrar los datos comenzarán desde cero.

Figura 120

Pantalla de menú de Inkomati

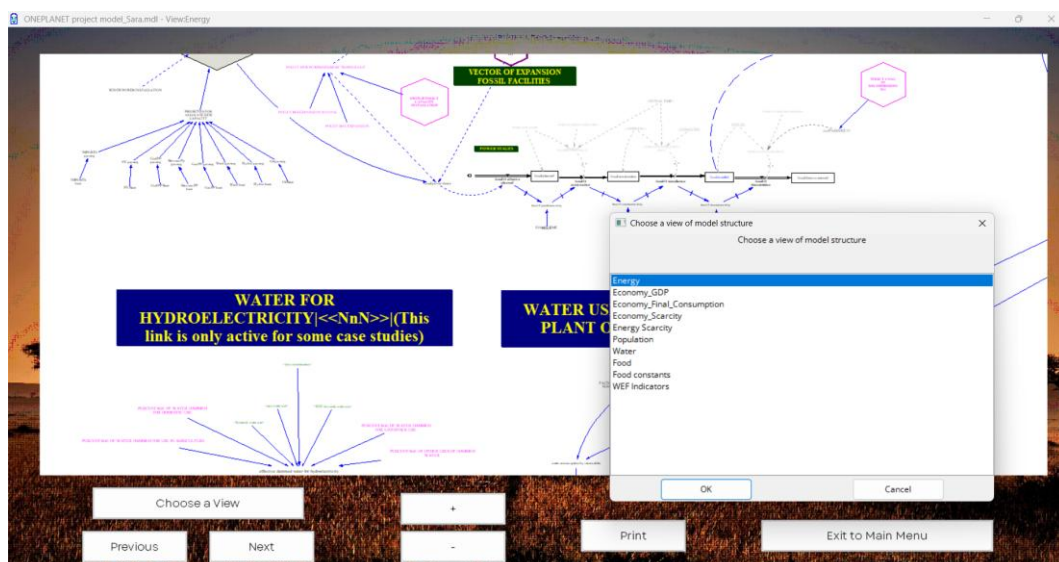


Fuente: Elaboración propia

En la pantalla para visualizar los modelos, ver Figura 121, se puede elegir el modelo para mostrar mediante el botón “Choose a View” que abre una ventana como se visualiza en la imagen, también podemos pasar entre los modelos con los botones “Previous” y “Next”. Los botones de “+” y “-”, permiten hacer zoom o alejar la vista del modelo. El botón “Print” imprime el modelo seleccionado y que se visualiza en el momento. El botón “Exit to Main Menu” vuelve a llevar al usuario a la Figura 120.

Figura 121

Pantalla de visualización de los modelos de Inkomati

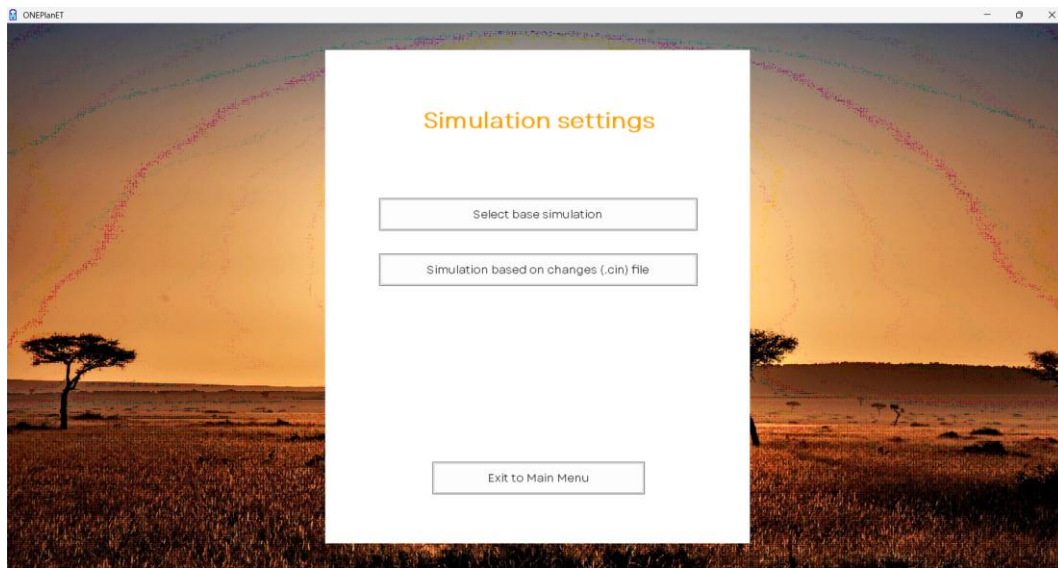


Fuente: Elaboración propia

Mediante la pantalla de configuración de la simulación, ver Figura 122, se puede seleccionar una simulación realizada en Vensim (.vdfx), para posteriormente ajustar mediante los parámetros con el botón para la aplicación, pulsando en el botón “Select base simulation” o podemos cargar los parámetros introducidos de partidas anteriores que se hayan guardado para continuar más posibles escenarios al introducir otras variables, esta opción se realiza al pulsar el botón “Simulation base don changes (.cin) file”. El botón “Exit to main menu” lleva al jugador a la Figura 120.

Figura 122

Pantalla de configuración de la simulación de Inkomati



Fuente: Elaboración propia

Tras elegir una simulación de Vensim, llegamos a la pantalla de elección, ver Figura 123, en esta pantalla, el jugador encuentra 3 partes de posibles operaciones, la primera parte corresponde a “Set up the Model”. Cada uno de los botones que forman esta parte representan los módulos del WEF nexus más el módulo de socioeconomía y la elección de escenarios, al pulsar en cada botón, nos aparecen pantallas con las variables jugables del modelo antes mencionadas en las tablas de 6.3.1. Modelo, en la Figura 124 se muestra a modo de ejemplo la pantalla para el módulo de energía con sus variables para introducir parámetros.

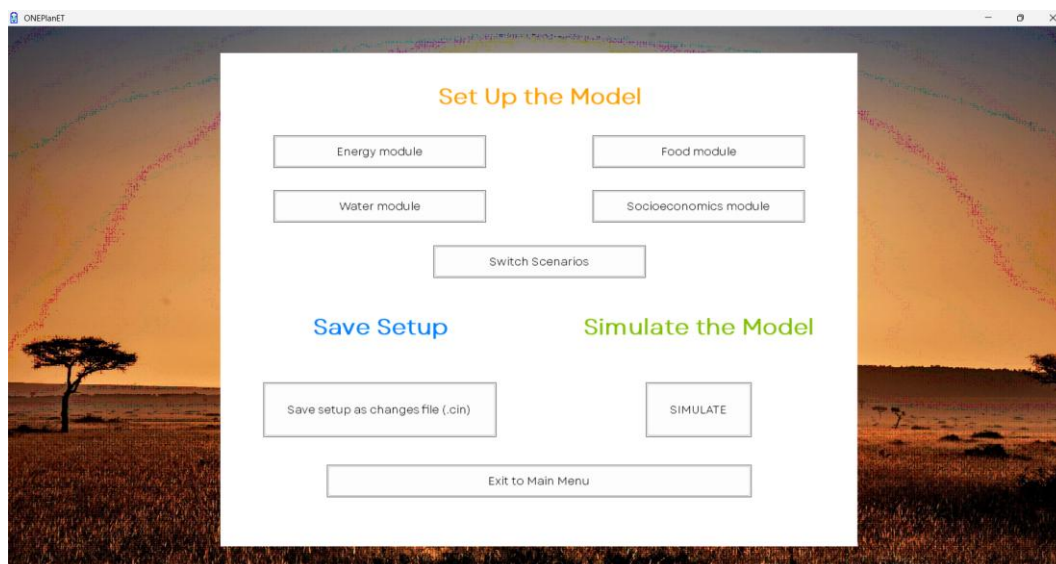
La segunda parte de la pantalla pertenece a “Save Setup”, mediante el botón “Save setup as change file (.cin)” podemos guardar los parámetros introducidos en los módulos anteriores, los datos se guardarán en un fichero .cin que podrá abrirse como fichero de texto y cargarlos para otra partida como se mostró en la Figura 122.

La tercera parte se corresponde con la simulación del modelo, mediante el botón “Simulate” la aplicación hace una simulación del modelo en Venapp cargando los parámetros introducidos por el usuario.

El botón “Exit to main menu” lleva al usuario a la Figura 120.

Figura 123

Pantalla de elección de de Inkomati

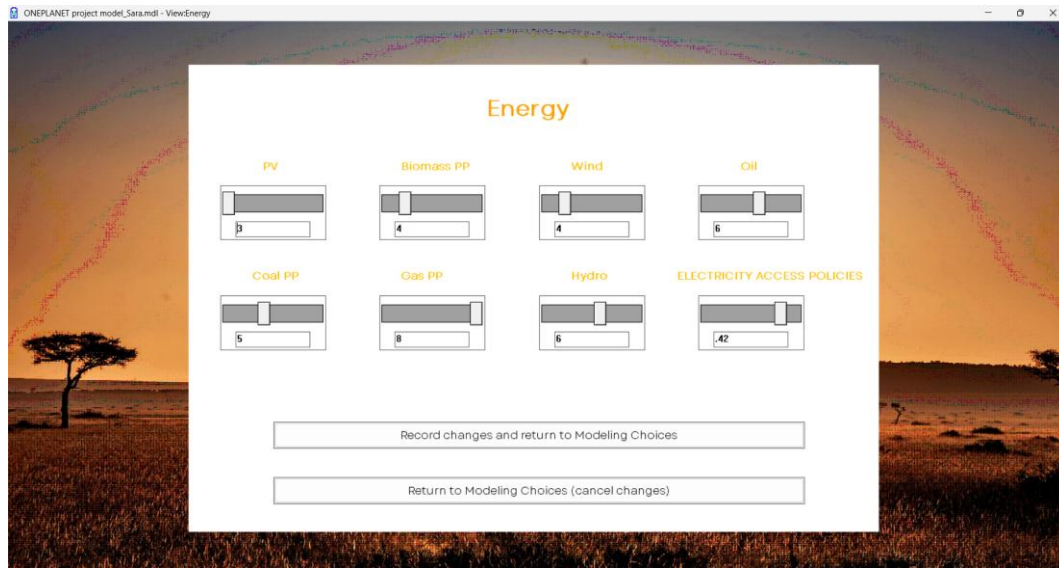


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 124, se muestra el módulo de energía con sus variables jugables, ver Tabla 8. El botón “Record changes and return to Modeling Choices” guarda los cambios introducidos por el usuario y lleva al jugador a la pantalla Figura 123, el botón “Return to Modeling Choices (cancel changes)” no guarda los datos y también lleva al usuario a la Figura 123. El modelo trae por defecto unos parámetros para cada variable, de esta forma se evitan problemas en la simulación.

Figura 124

Pantalla de módulo de energía de Inkomati



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los elementos de programación de Venapp usados para la Figura 124 y una breve explicación de su funcionamiento dentro del código:

Figura 125

Pantalla de programación del módulo de energía de Inkomati

```
:SCREEN Energy !Comienzo de la programación de la pantalla de
las variables de energía.
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1-1 !Fuente de letra
utilizada durante la pantalla, con un tamaño 14, de color
negro.
PIXELPOS,0 !Ajuste de la aplicación a diferentes tamaños de
pantalla
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Imagen de fondo
BITMAP,"Cuadra.bmp",17,8,65,85,,, !Cuadrado blanco
TEXTONLY,"PV",24,25,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,, "", !Texto de
una variable en este caso PV
SLIDEVAR,"PV Base",20,30,10,10,H,[3|8|1], "", !Slider de la
variable PV, aparece su posición en la pantalla y el rango de
los parámetros de 3 a 8, se mueve la barrita cada un número.
TEXTONLY,"Coal PP",23,45,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,, "",
SLIDEVAR,"Coal PP Base",20,50,10,10,H,[3|8|1], "",
TEXTONLY,"Biomass PP",37,25,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,, "",
SLIDEVAR,"Biomass PP base",35,30,10,10,H,[3|8|1], "",
TEXTONLY,"Gas PP",37,45,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,, "",
SLIDEVAR,"Gas PP base",35,50,10,10,H,[3|8|1], "",
TEXTONLY,"Wind",53,25,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,, "",
SLIDEVAR,"Wind base",50,30,10,10,H,[3|8|1], "",
TEXTONLY,"Hydro",53,45,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,, "",
SLIDEVAR,"Hydro base",50,50,10,10,H,[3|8|1], "",
TEXTONLY,"Oil",69,25,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,, "",
```

```
SLIDEVAR,"Oil Base",65,30,10,10,H,[3|8|1],"",
TEXTONLY,"ELECTRICITY ACCESS POLICIES",63,45,,,|Garet
Book|12|B|255-192-0,, "",
SLIDEVAR,"ELECTRICITY TIER POLICY SATURATION
PARAMETER",65,50,10,10,H,[0|0.5|.1],"", !Slider de la variable
PV, aparece su posición en la pantalla y el rango de los
parámetros de 0 a 0.5, se mueve la barrita cada decima.
BUTTON,"Record changes and return to Modeling
Choices",25,73,50,5,L|Garet Book|12||0-0-0,Rr,"",SETUPSIM
!Botón para guardar los valores de los datos y lleva a la
pantalla setupsim
BUTTON,"Return to Modeling Choices (cancel
changes)",25,83,50,5,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"CANCEL"SETUPSIM !Botón para no guardar los valores de
los datos y lleva a la pantalla setupsim
TEXTONLY,"Energy",45,13,,,|Garet Book|24|B|255-160-0,, "",
!Titulo de la pantalla, la tipografía es garet book con un
tamaño de letra de 24, en negrita "B" y de color amarillo
anaranjado
```

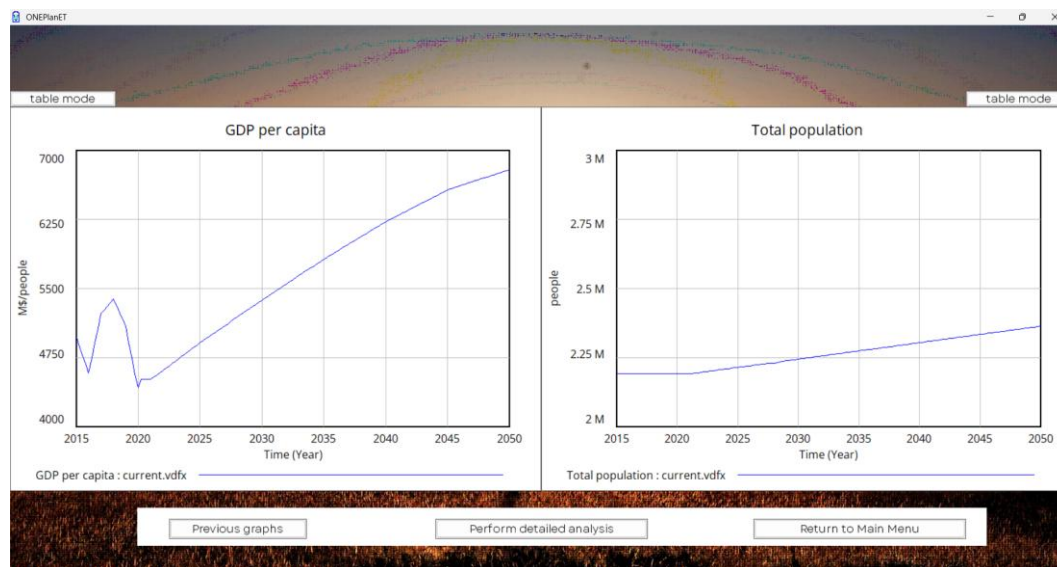
Fuente: Elaboración propia

Tras realizar la simulación, la aplicación realiza simulaciones mostrando la evolución de las variables de simulación mencionadas en las tablas de 6.3.1. Modelo. La forma de representar las variables en las gráficas tiene dos formas de visualización, mostrando una única variable en la gráfica como se muestra en la Figura 126 o mostrar varias variables en una gráfica como ocurre en la Figura 127. Además, en estas pantallas tenemos botones de interacción que permiten mover al usuario entre pantallas y visualizar otras gráficas con los botones "Next graphs" y "Previous graphs", se puede realizar un análisis detallado de los resultados con "Perform detailed analysis" y volver al menú con "Return to main menu".

Cada gráfica tiene un botón "table mode", este botón abre una pantalla emergente en la propia pestaña, como se visualiza en la Figura 127, el modo tabla muestra de forma cuantitativa los resultados de la simulación del modelo.

Figura 126

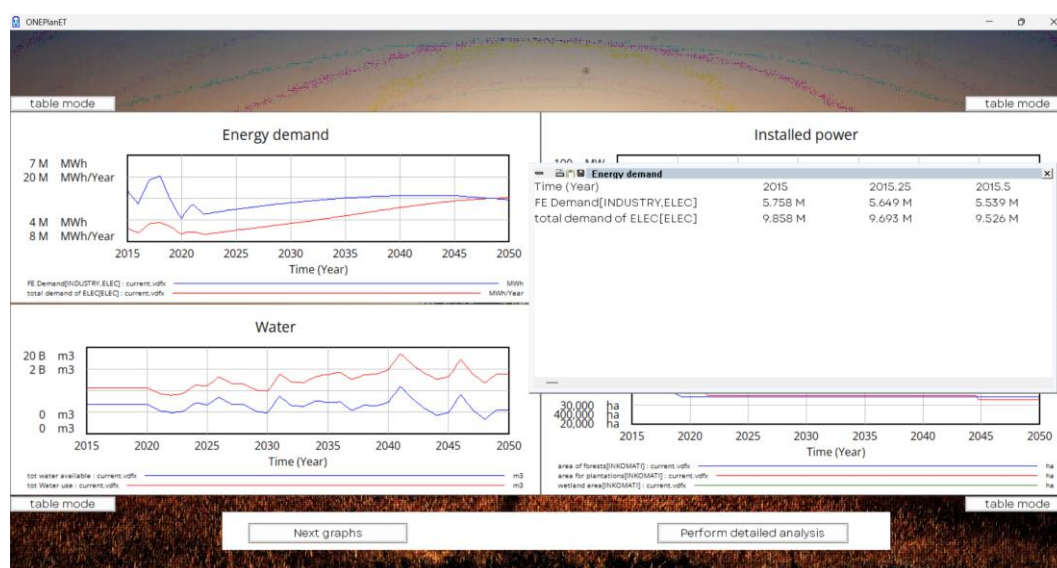
Pantalla de gráficas con una sola variable de Inkomati



Fuente: Elaboración propia

Figura 127

Pantalla de gráficas con varias variables de Inkomati

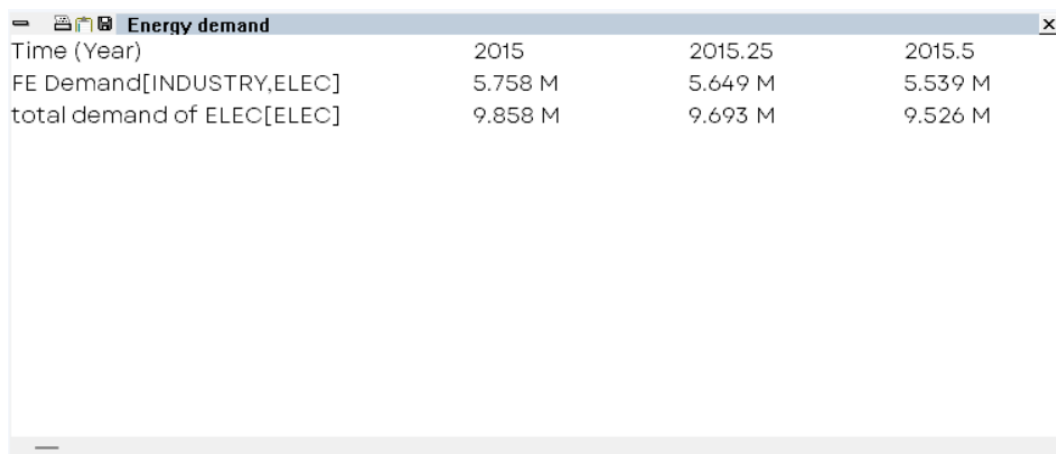


Fuente: Elaboración propia

La pantalla emergente en modo tabla con los datos de las gráficas, ver Figura 128, permite varias opciones, ver Figura 129, entre las que destaca imprimir los resultados, copiarlos como portapapeles y guardarlos en un fichero .txt.

Figura 128

Pantalla de datos cuantitativos de Inkomati



	2015	2015.25	2015.5
Time (Year)	2015	2015.25	2015.5
FE Demand[INDUSTRY,ELEC]	5.758 M	5.649 M	5.539 M
total demand of ELEC[ELEC]	9.858 M	9.693 M	9.526 M

Fuente: Elaboración propia

Figura 129

Opciones de la pantalla de datos del modo tabla de Inkomati

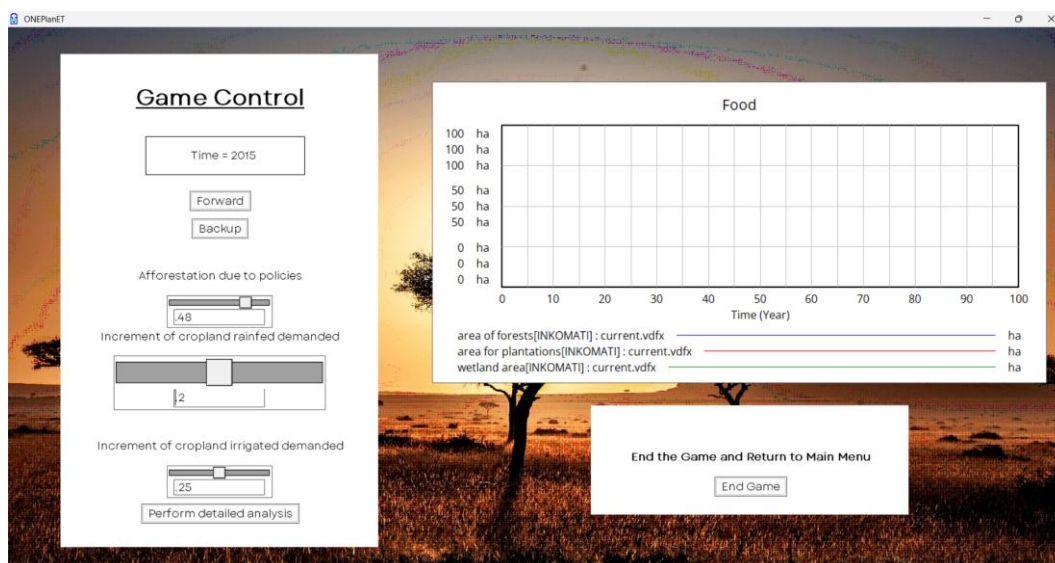


Fuente: Elaboración propia

La Figura 130 muestra la pantalla del juego interactivo, se accede al presionar el botón “Play simulation” en la Figura 120. El usuario puede ir cambiando los parámetros de las variables a medida que decide avanzar el tiempo con el botón “Forward” o retroceder con “Backup” en esta pantalla también se puede realizar un análisis “Perform detailed analysis” y terminar el juego para ser llevado por el juego al menú, ver Figura 120.

Figura 130

Pantalla de juego interactivo de Inkomati

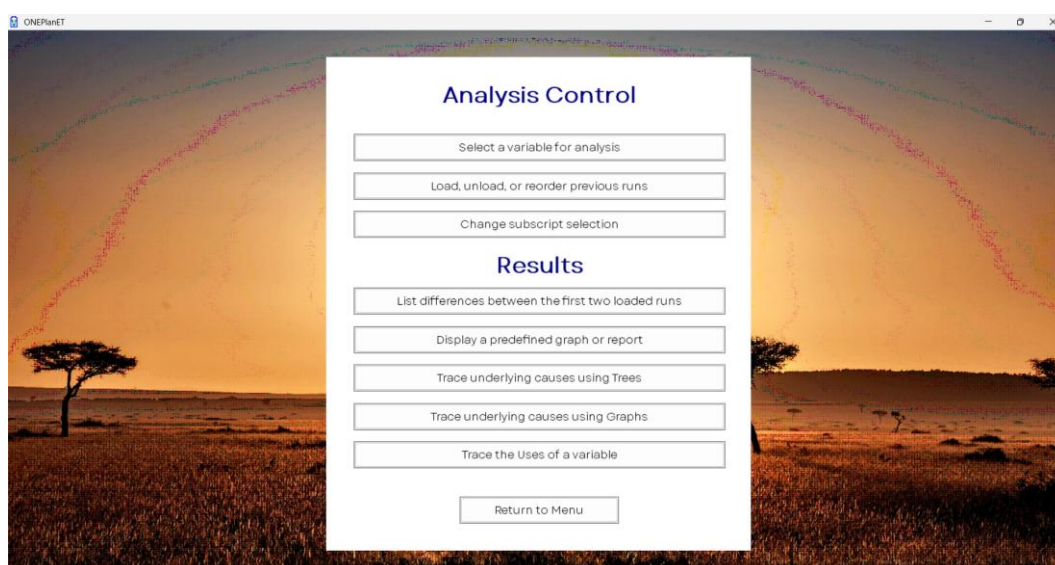


Fuente: Elaboración propia

Las siguientes pantallas pertenecen al cuarto botón del menú “Analyze simulation Results”, ver Figura 120. En la Figura 131 se muestra la pantalla de análisis que se compone en dos partes, en la primera parte, “Analysis Control” el usuario puede seleccionar entre las variables del modelo, cargar una simulación de Vensim y elegir un Subscript de la variable.

En la segunda parte “Results”, se muestran resultados tras hacer las simulaciones en Venapp, se pueden comparar resultados entre dos simulaciones, modificar gráficas, ver las relaciones entre las variables del modelo, ver Figura 133, y su representación gráfica.

Figura 131
Pantalla de análisis de Inkomati

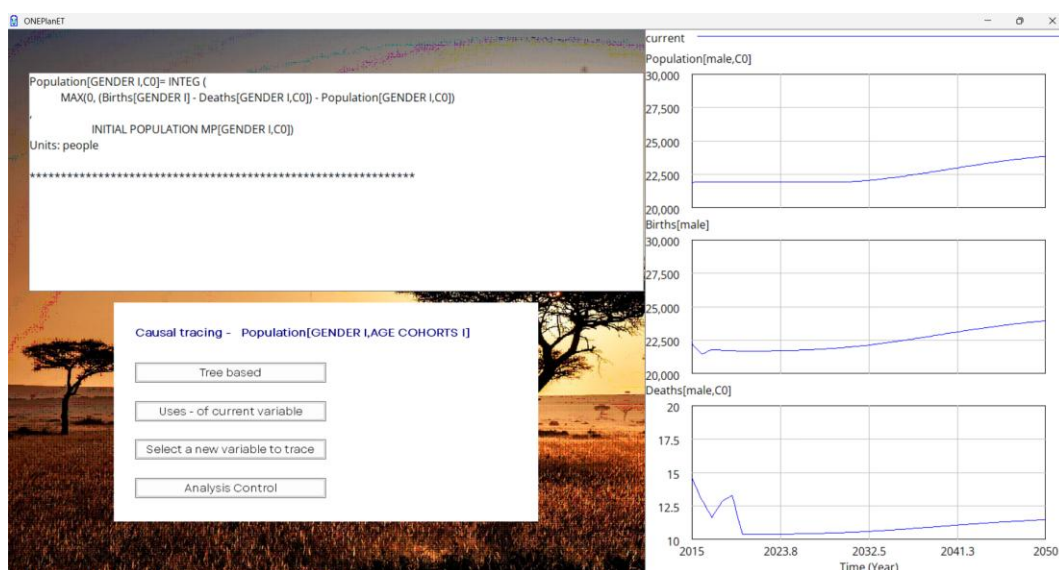


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 132, se muestra una pantalla de ejemplo del análisis de la aplicación en la que se detalla la operación matemática utilizada en la variable a seleccionar mediante el botón “Select a new variable to trace” en este caso, la variable es “Population”, a la derecha de la pantalla se muestran de forma gráfica los resultados de la simulación para diferentes variables que tienen relación con “Population”.

Figura 132

Pantalla de análisis con gráficas de Inkomati

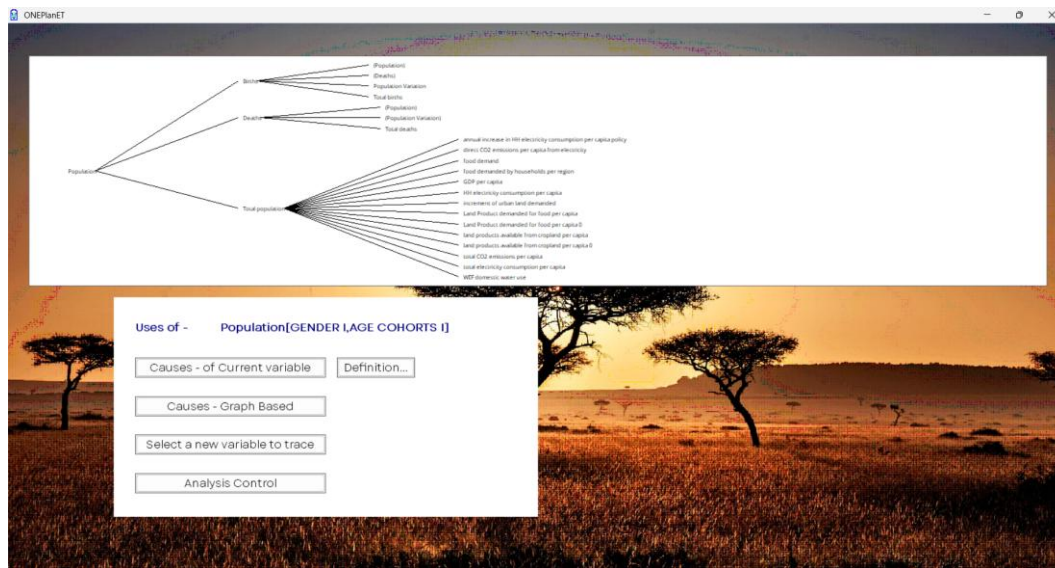


Fuente: Elaboración propia

El jugador puede ver las relaciones entre las variables del modelo mediante la Figura 133, en esta pantalla se muestran de forma esquemática las relaciones de las variables en el modelo de Vensim, siendo más intuitiva para el usuario en comparación con los diagramas de flujo de Vensim, 3.1.2. Diagramas de flujos.

Figura 133

Pantalla de análisis de relaciones de variables de Inkomati



Fuente: Elaboración propia

Como se observa a lo largo de las figuras, la aplicación desarrollada sigue los colores y tipografías de ONEPlanET, además el fondo utilizado tiene armonía con la tonalidad de la paleta de colores.

Algunos de los elementos como las formas curvas o redondeadas no pueden ser utilizados por las limitaciones de Venapp.

En el Anexo D. Venapp Inkomati, se muestra la programación completa de la aplicación y una explicación detallada de su funcionamiento.

Capítulo 7. Conclusiones

Durante este apartado se realiza una síntesis global de la elaboración del presente trabajo fin de grado.

7.1. Conclusiones generales del trabajo realizado

El presente proyecto cumple los objetivos mencionados al comienzo del proyecto:

El objetivo principal sobre el diseño y desarrollo de una aplicación interactiva del WEF nexus para un usuario final fácil de utilizar se desarrolla en diferentes capítulos del trabajo. En el Capítulo 2. Marco teórico: Se contextualiza sobre la razón del proyecto para crear la aplicación interactiva, conociendo y estudiando qué es ONEPlanET, los objetivos que se persiguen y las metas y ambiciones que trata de lograr, además de introducir el caso de estudio en el que se rige la aplicación “Inkomati”.

Para el desarrollo de la aplicación, es fundamental obtener los conocimientos necesarios del software utilizado para programar, como se muestra en el Capítulo 3. Metodología, en la que se explica la herramienta utilizada para lograr cumplir con los requisitos de ONEPlanET, desde la programación de los modelos del WEF nexus hasta la programación de la aplicación de usuario final.

Después de comprender los objetivos que se muestran en el WEF nexus y la herramienta de programación, hay que diseñar la interfaz de las pantallas que seguirá la aplicación y su flujograma entre pantallas. Por este motivo, en el Capítulo 4. Marca de ONEPlanET, se realiza el estudio del logo de ONEPlanET analizando los elementos visuales, simbólicos y psicológicos que transmite el logo y el proyecto. Con el fin de diseñar una aplicación que transmita los valores del proyecto europeo, generando un producto atractivo para el usuario y una armonía de elementos. Tras el análisis realizado y seleccionados los elementos a incluir, es el momento de materializar visualmente ideas de interfaz, como se desarrolla en el apartado 6.1. Interface visual de ONEPlanET inicial, donde además se estudiaron las limitaciones estéticas que presentaba el software, actualizando el diseño final que tomaría la aplicación, redactado y detallado en el apartado 6.3. Interfaz de Inkomati, en el que se muestran las pantallas de la aplicación incorporando los elementos visuales del estudio de marca de ONEPlanET, junto con las nuevas aportaciones aprendidas durante el primer diseño de aplicación. Además, en este apartado se muestra la secuencia y relación entre pantallas, los elementos de interacción y permite una fácil interacción para el usuario.

Logrando cumplir y presentar un diseño y desarrollo de aplicación gráfica de interface para un usuario final, fácil de utilizar, para un modelo de simulación de WEF Nexus para el estudio de Inkomati en la región de África.

Durante el trabajo también se cumplen el resto de los objetivos parciales:

Para aprender el desarrollo de programación de las Venapp, fue necesario hacer investigaciones y estudios de otras aplicaciones ya existentes, con el fin de adquirir el conocimiento suficiente para el desarrollo de la aplicación a realizar, este aprendizaje se desarrolla en el Capítulo 5. Estudio de investigación.

En base al aprendizaje obtenido en el Capítulo 5. Estudio de investigación, se realiza el siguiente objetivo, creación de un manual para el desarrollo de las Venapp, en el que se detalla la creación de los formatos de cada archivo, empezar una simulación de Venapp, qué operaciones permite el programa... Toda esta información se encuentra en el Anexo B, Manual de Venapp.

Los siguientes objetivos parciales sobre el “Diseño de pantallas interactivas y menús de selección entre variables” y “Visualización de gráficas y resultados”. Se detallan en el apartado 6.3. Interfaz de Inkomati, en el que se muestra cómo entre las pantallas, aparece la operación “Slider” con la que el usuario puede seleccionar entre un rango de valores un parámetro para cada variable. Estos resultados se muestran en las gráficas y de forma cuantitativa en las tablas, dando la posibilidad al usuario de guardarlos en ficheros de texto.

Por estos motivos, se puede concluir que el trabajo cumple con todos los objetivos propuestos al comienzo del proyecto.

7.2. Conclusiones técnicas

A lo largo del apartado 6.3.2. Venapp, se detalla la programación en Venapp del modelo de Inkomati. La aplicación que se ha desarrollado permite obtener resultados y guardarlos en ficheros para posteriormente utilizarlos y compararlos entre otros resultados. Estos resultados, al mostrarse de forma gráfica, permiten visualizar con mayor facilidad el avance de los valores respecto al tiempo, en los que ascienden, descienden o se mantienen constantes las variables. El usuario puede desarrollar infinitos escenarios y casos, lo que permite muchas posibilidades para tomar el resultado más adecuado en base a los problemas a los que se busca dar solución.

El proyecto presenta limitaciones estéticas, como se ha visto en el apartado 6.1.3. Venapp, sin embargo, permite su funcionalidad y resolución de problemas.

Vensim es un software que se va actualizando con nuevas versiones, por lo que, con el avance del software, el desarrollo futuro de aplicaciones con Venapp permitirá mayores prestaciones, tanto a nivel estético como más funciones prácticas. Mejorando así la aplicación realizada.

7.3. Valoración personal sobre la realización del trabajo

El aprendizaje sobre la dinámica de sistemas, el software de Vensim y la programación en Venapp para este trabajo me ha resultado un reto atractivo y novedoso. La asignatura de dinámica de sistemas no es una materia de estudio en las asignaturas del Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto. Por lo que se ha necesitado invertir tiempo extra y estudio de forma autodidacta, con los recursos proporcionados por el departamento, al igual que la licencia de Vensim. La parte de Venapp, al ser el tema principal en el que se basa la programación del proyecto, ha requerido especial cuidado de aprendizaje, sin embargo, la poca información en general sobre esta herramienta ha creado un gran desafío a resolver, del que me siento orgullosa de haber logrado resolver. Además, espero que este trabajo sirva de ejemplo y aporte mayor facilidad de comprensión sobre el desarrollo de las aplicaciones creadas por Venapp, gracias al manual creado.

El descubrimiento del proyecto ONEPlanET también me ha aportado una mayor visión cultural, sobre las necesidades y los módulos de ciertas poblaciones, los SDG y los proyectos europeos que se están desarrollando.

7.4. Futuras líneas de trabajo

La aplicación de Venapp desarrollada en este trabajo para el modelo de Inkomati, presenta ciertas limitaciones tanto estéticas como funcionales debido a que el modelo en Vensim de Inkomati no está finalizado. Además, el proyecto final de ONEPlanET toma también otros casos de estudio, como se menciona en el apartado 2.1.1. Requerimientos de ONEPlanET. Estos casos faltantes que se deben añadir son el modelo de Songwe (Malawi/Tanzania) y el modelo de las cuencas fluviales del Níger (Nigeria), en ambos modelos faltantes se representan los módulos del WEF nexus de cada caso, la aplicación final de ONEPlanET reuniría una gran cantidad de datos que deben ser procesados. Es por este motivo que ONEPlanET es un proyecto que sigue en un proceso de desarrollo y por lo tanto, la aplicación debe irse modificando al avance del proyecto. Por lo que un análisis para futuras cuestiones sería:

- Completar la adaptación del modelo de Vensim de Inkomati para su programación en Venapp.
- Unificación de los modelos de los tres casos de estudio de ONEPlanET.
- Desarrollar una aplicación final del proyecto de ONEPlanET.
- Buscar otras herramientas de programación más avanzadas para el desarrollo de aplicaciones.

- Explorar otras funcionalidades de Venapps y conectividad con funciones externas en Python o C.
- Añadir seminarios con stakeholders para mejorar la interface de acuerdo con sus necesidades y preferencias.

La mayoría de estas propuestas se desarrollarán desde ahora hasta la finalización del proyecto europeo a mediados del próximo año.

Referencias

- Abbaspour, H., & Drebenstedt, C. (2019). *TEcSaS Indexes Software*.
<https://doi.org/10.17632/b75sdckjg2.2>
- Adobe Illustrator Wikipedia. (2025). *Adobe Illustrator - Wikipedia, la enciclopedia libre*.
https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Illustrator.
- Adobe Photoshop Wikipedia. (2025). *Adobe Photoshop - Wikipedia, la enciclopedia libre*.
https://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop.
- Ancin, I. (2018). *LA IMPORTANCIA DE LA IDENTIDAD VISUAL EN LA CREACIÓN Y POSICIONAMIENTO DE LA MARCA*.
<https://www.eumed.net/rev/oel/2018/08/identidad-visual-marca.html>
- Ballesteros Rodríguez, M. (2023). *ESTUDIO ANÁLISIS REDISEÑO*.
- Barney, G. O., Qu, W., & Bogdonoff, P. (1998). *Sustainable Development for Italy, Part I: An Integrated Model-Based Report*. www.threshold21.com
- djsudermann. (2019). *Kenia Sabana Safari*. <https://pixabay.com/es/photos/kenia-sabana-safari-%C3%A1frica-4119572/>.
- Font2U. (2025). *Garet Book fuente | Fonts2u.com*. <https://es.fonts2u.com/garet-book.fuente>.
- Freepik. (2025). *Freepik*. <https://www.freepik.es/>.
- Geeds. (2025). *GEEDS*. <https://geeds.es/project/oneplanet/>.
- Hernandez, L. (1995). *Calhoun: The NPS Institutional Archive DSpace Repository Causality tracing user interface design and development for a software management flight simulator*. <https://hdl.handle.net/10945/31324>
- Hsueh, J. C., Dogan, G., Sterman, J. D., Sterman, J., Henderson, R., Sorensen, J., Spear, S., Wheat, C., & Zuckerman, E. (2006). *Teaching Strategic Management with the Industry Evolution Management Flight Simulator Financial support provided by the Project on Innovation in Markets and Organizations at the MIT Sloan School of Management. We thank*. <http://www.hbs.edu/case/>
- MacInnis, D. V., Johnson, H. W., Repenning, N. P., Thesis Supervisor N', N., Allen, T. J., & Simchi-Levi, D. (2004). *Development of a System Dynamics Based Management Flight Simulator for New Product Development Signature of Author Daniel V. MacInnis System Design and Management Program Professor of Management I*
L~i.

- Martín García, J. (2023). *Vensim DSS fácil: Modelos de simulación basados en Dinámica de Sistemas* (F. Campuzano Bolarín & M. Pérez Iparraguirre, Eds.; 1ª ed.) [Book]. Independently published.
- Martín García, Juan., & Sterman, John. (2006). *Theory and practical exercises of system dynamics*. Juan Martín García.
- Martínez-Valderrama, J., Ibáñez, J., & Alcalá, F. J. (2020). AQUACOAST: A Simulation Tool to Explore Coastal Groundwater and Irrigation Farming Interactions. *Scientific Programming*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9092829>
- Martinez-Valderrama, J., Ibañez, J., Alcala, F. J., & Martinez, S. (2020). SAT: A Software for Assessing the Risk of Desertification in Spain. *Scientific Programming*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/7563928>
- Miguel, L. J. (2025). *INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE DE DINÁMICA DE SISTEMAS*. [http://www.eii.uva.es/energiasostenible/Cursosbasadoenelmanual"UserGuide"deVensimdisponibleen:http://www.vensim.com/documentation/index.html](http://www.eii.uva.es/energiasostenible/Cursosbasadoenelmanual)
- Miguel, L. J., Mediavilla, M., de Blas, I., & Lifi, M. (2025a). *DINÁMICA DE SISTEMAS COMPLEJOS TEMA 1. INTRODUCCIÓN*.
- Miguel, L. J., Mediavilla, M., de Blas, I., & Lifi, M. (2025b). *MODELADO DE SISTEMAS COMPLEJOS TEMA 2. MODELADO CON DINÁMICA DE SISTEMAS*.
- Nexogenesis. (2025). *Case study #5: Inkomati-Usuthu*. <https://Nexogenesis.Eu/Case-Study-5-Inkomati-Usuthu-Water-Management-Area/>.
- Ojeda, V. (2024, February 7). *Diferencias Clave: Marca, Branding e Identidad Visual*. <https://Factorincognito.Com/Diferencias-Entre-Marca-Branding-e-Identidad-Visual/>.
- ONEPlanET. (2021). *PROPOSAL_101084127-ONEPlanET-HORIZON-CL5-2021-D3-03-PART_B_Section_1*.
- ONEPlanET. (2022). *OnePlanET brandguide*.
- ONEPlanET. (2023). *Open-source Nexus modelling tools for Planning Sustainable Energy Transition in Africa D6.1 Communication & Dissemination Plan and Communication & Dissemination updates*.
- ONEPlanET. (2025). *ONEPlanET*. <https://Oneplanetproject.Eu/>.
- ONU. (2025). *ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible | Pacto Mundial ONU*. https://Www.Pactomundial.Org/Que-Puedes-Hacer-Tu/Ods/?Gad_source=1&gad_campaignid=21296951996&gbraid=0AAAAA9e9AzjJ3v9y0omOeTqEKtSgYQOM&gclid=Cj0KCOQjw64jDBhDXARIsABkk8J6uDNsjPJFTamW5GtH_kTLMVCyi_BCSdoBBcgFBtG_QwtIrcG0Mc-IaAtJ-EALw_wcB

Pexels. (2025). *Pexels*. <https://www.pexels.com/es-es/>.

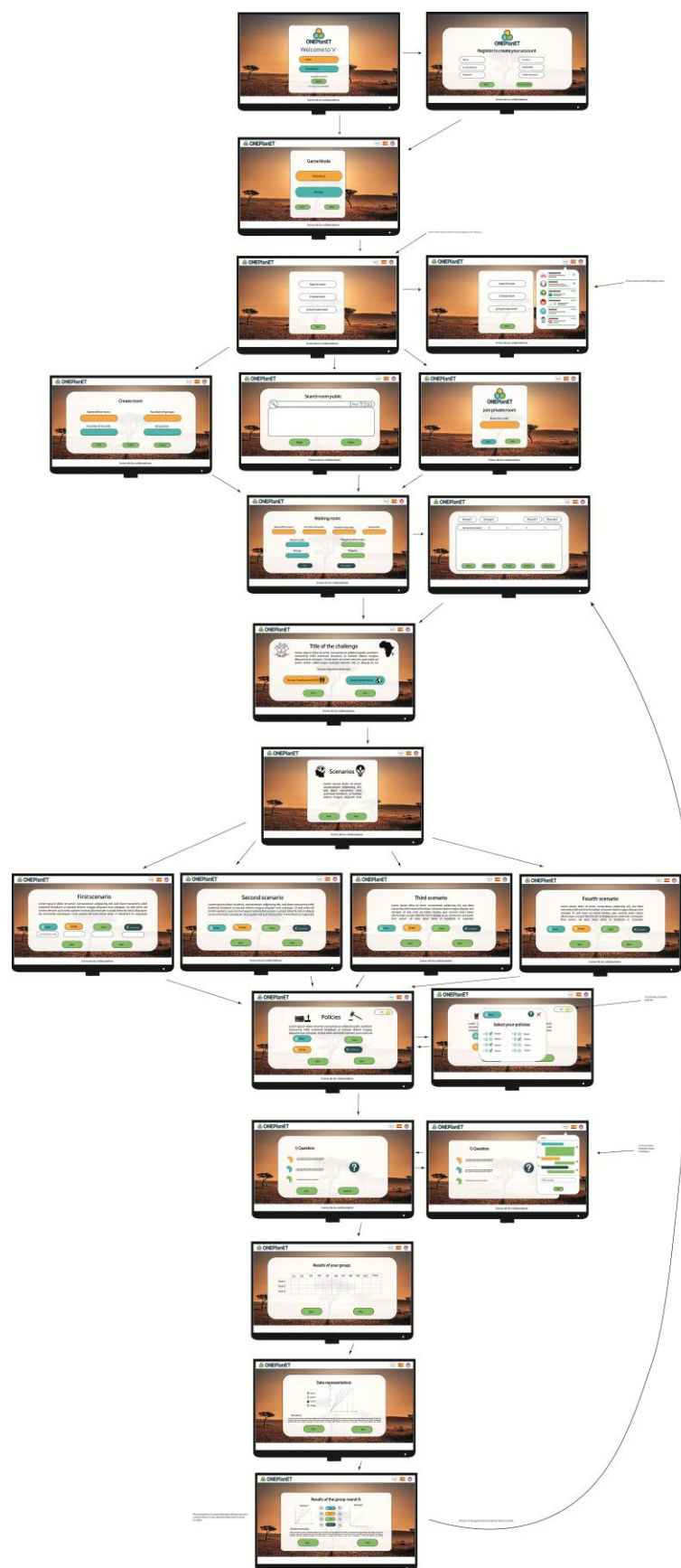
Pixabay. (2025). *Pixabay*. <https://pixabay.com/es/>.

Rossouw, N., Botha, D., & Dlamini, E. (2005). A Review of a Water Quality Information Management System for a Water Management Authority in South Africa and Swaziland. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 22(1), 1–11. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2005.tb00144.x>

Ventana Systems, Inc. (2025a). *Introducción de Venapp*.
https://vensim.com/documentation/2_venapp_introduction.html.

Ventana Systems, Inc. (2025b). *Vensim Help Template Venapp*.
<https://vensim.com/documentation/25580.html>.

Anexo A. Esquema global diseño ONEPlanET



Anexo B. Manual de Venapp

Durante este anexo se detalla un manual de instrucciones sobre el uso de las Venapp, complementando y profundizando en lo previamente explicado en el apartado 3.3.3. Venapp, en que se introdujo una explicación sobre esta herramienta, en lo documentado durante los modelos de prueba del apartado 6.2. Modelos de pruebas y en la explicación desarrollada en Inkomati del apartado 6.3. Interfaz de Inkomati.

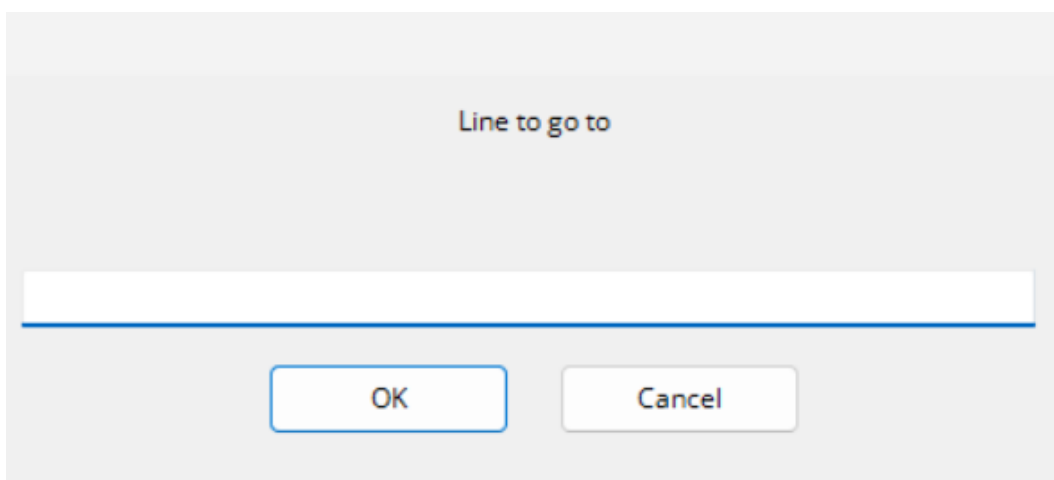
Partiendo de lo explicado se detalla a continuación los menús de operaciones de las dos formas de utilizar y programar con Venapp:

- En formato de texto:

En la Figura 26, el menú permite diferentes atajos y modificaciones del texto. Se presenta un análisis del funcionamiento de estos controles. El botón “Find” permite ubicar elementos concretos y elementos relacionados. El botón “Sub” sustituye o elimina líneas de texto. El botón “Line” nos lleva a una línea concreta del texto, ver Figura 134, o nos dice en que línea estamos. El botón “Pos” nos indica en que carácter nos encontramos. La operación “>Var” nos permite buscar una variable del modelo e insertarla en el texto, ver Figura 135. El botón “>Font” hace referencia al tipo de fuente que podemos utilizar para una operación como texto, modificando aspectos como su tipografía, tamaño, color... ver Figura 136. El botón “>Gr” permite crear/modificar gráficas específicas en el modelo, para incluirlas posteriormente en la programación, ver Figura 137. El botón “>Ctrl” combina varias de las funciones de los botones mencionados anteriormente, como se puede ver en la Figura 138.

Figura 134

Operación line de Venapp

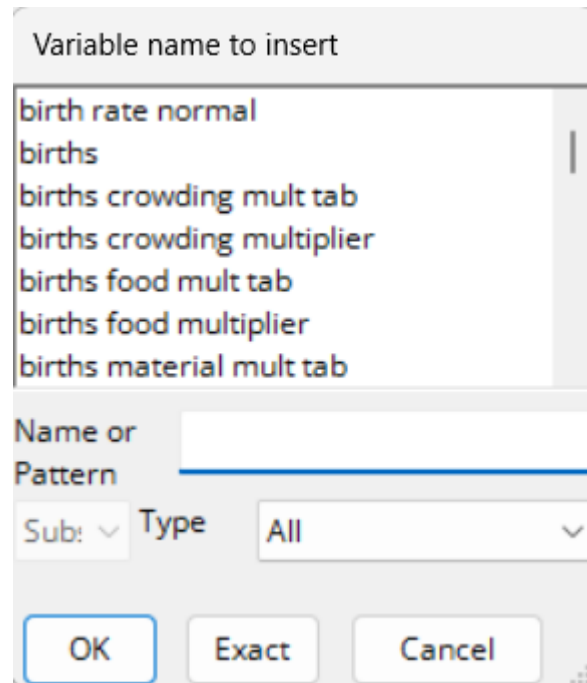


Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

En la Figura 135, se puede elegir el tipo de variable a seleccionar, desplegando la flecha donde aparece All.

Figura 135

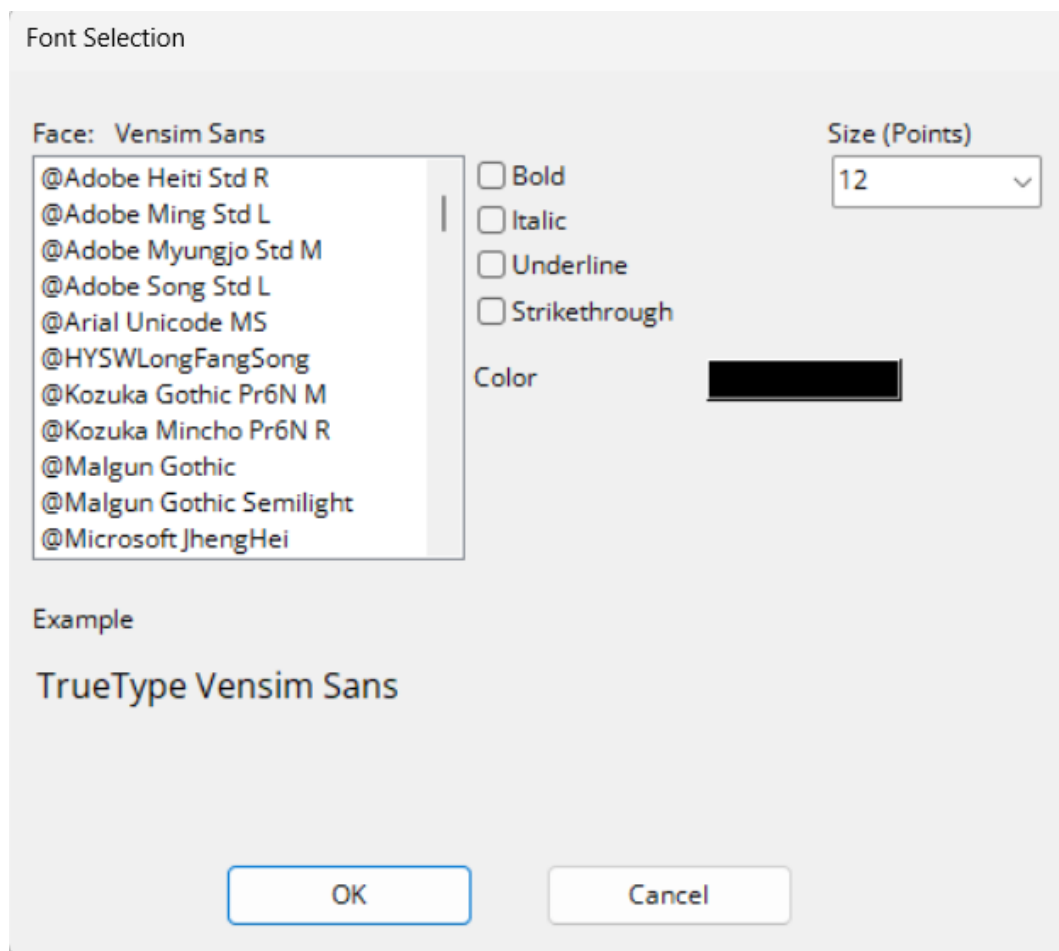
Operación >Var de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 136

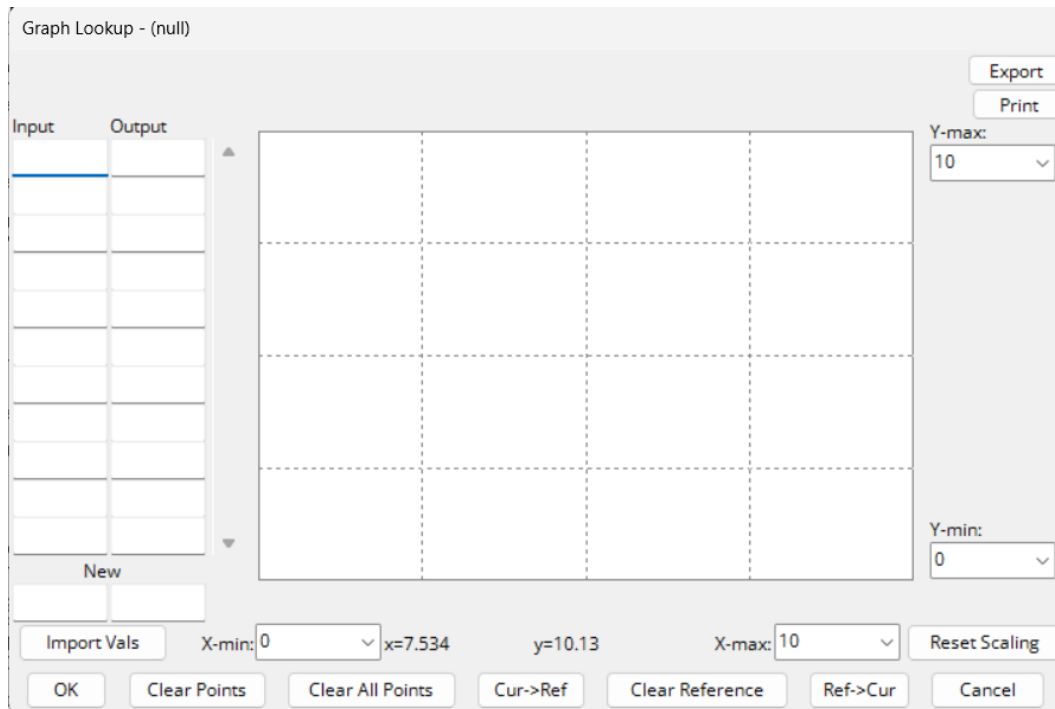
Operación >Font de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 137

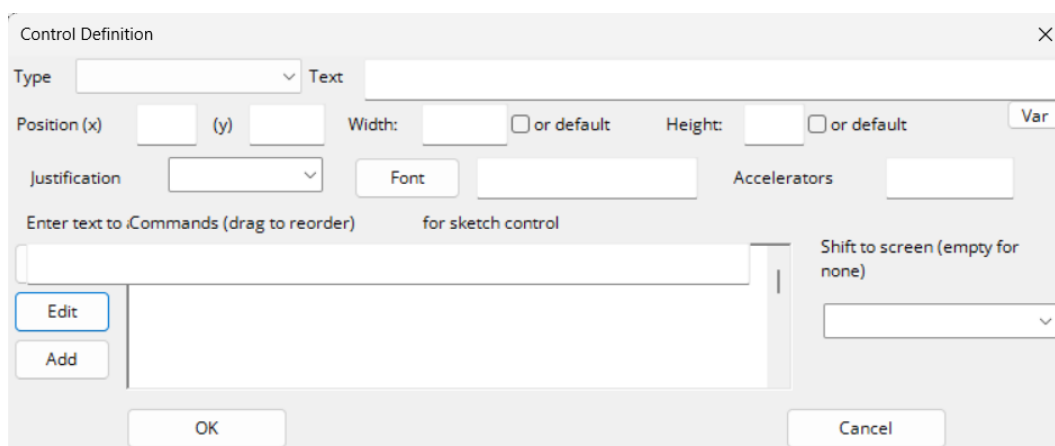
Operación >Gr de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Mediante la definición de controles, podemos seleccionar el tipo de operación que se introducirá en la programación, ver Figura 138. Cada operación permite diferentes ajustes en la aplicación, además en las Venapp los controles pueden pertenecer a la categoría “especial/Special” que permiten conectarse con los comandos “básicos”, ver Figura 139. En la barra de text, se introduce el nombre de la variable que se referencia, ver Figura 140.

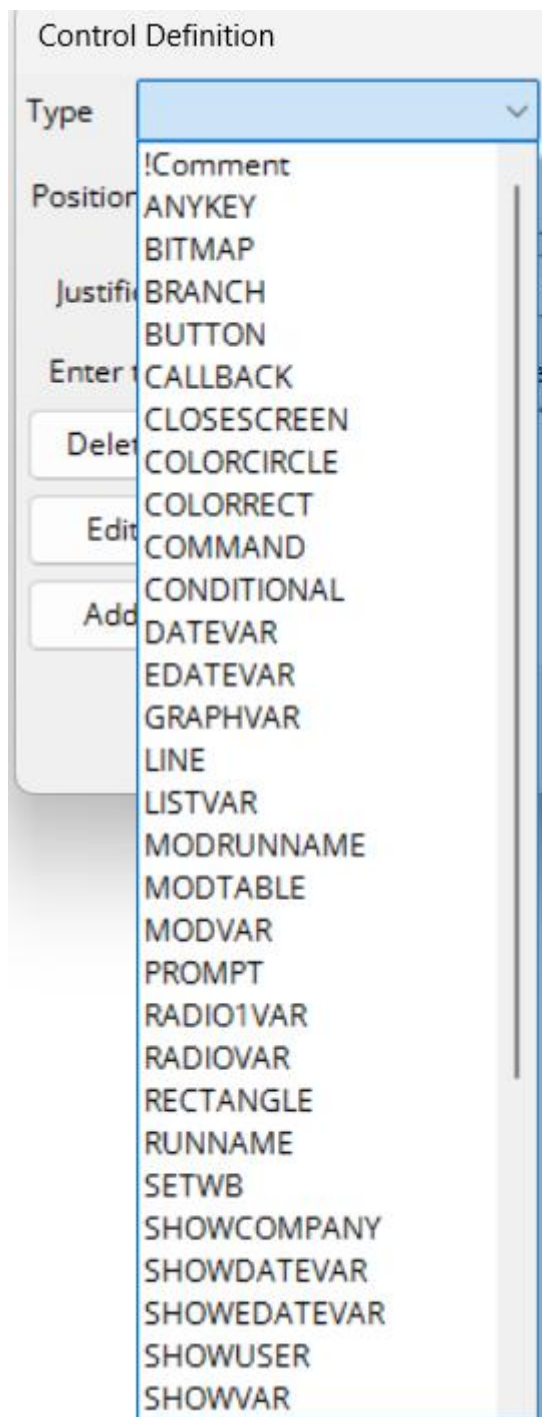
Figura 138
Operación >Ctrl de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 139

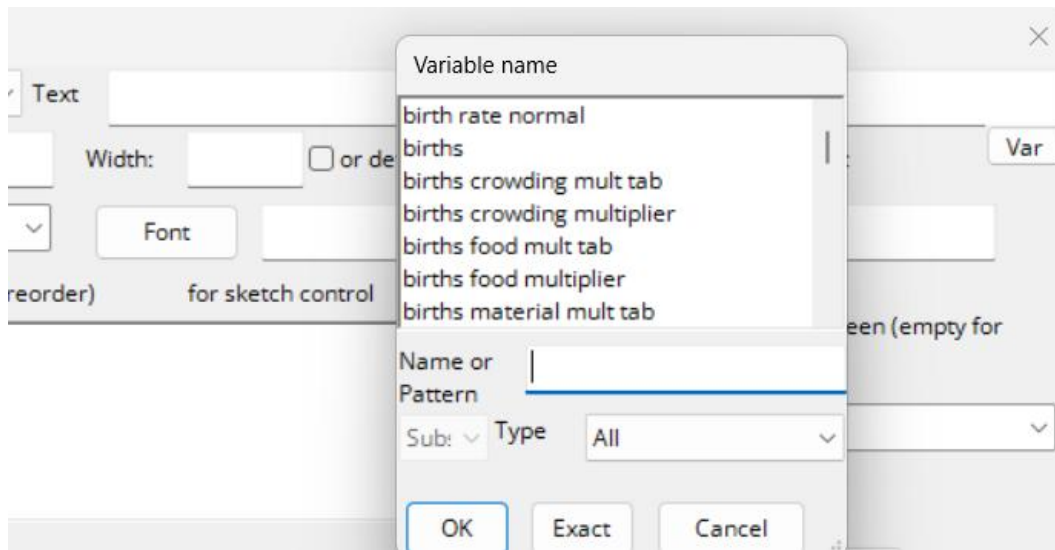
Tipos de Controles de Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 140

Elección de variable en la operación >Ctrl de Venapp



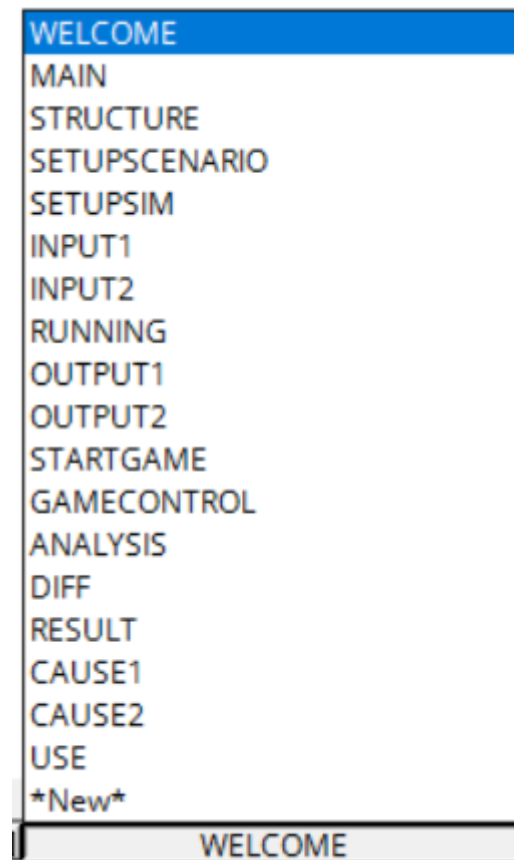
Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

- En formato Sketch:

Al visualizar la Figura 28, observamos el menú de operaciones superior, este menú permite colocar elementos de texto, botones, slider... al pulsar el icono y luego la pantalla del boceto de Venapp. En el menú de operaciones inferior, ver Figura 29, permite realizar más operaciones de programación. Si pulsamos en el primer botón del menú, se puede ir moviendo entre las diferentes pantallas y crear nuevas, ver Figura 141, el siguiente botón “Run Venapp” inicia la aplicación y ya estaría el desarrollador interactuando con el “juego”, el botón “Test Screen” muestra la pantalla que se está creando en forma de aplicación para visualizar como lo vería el usuario. El último botón “Screen Definition” permite modificar de forma detallada cada elemento presente en la pantalla, ver Figura 142.

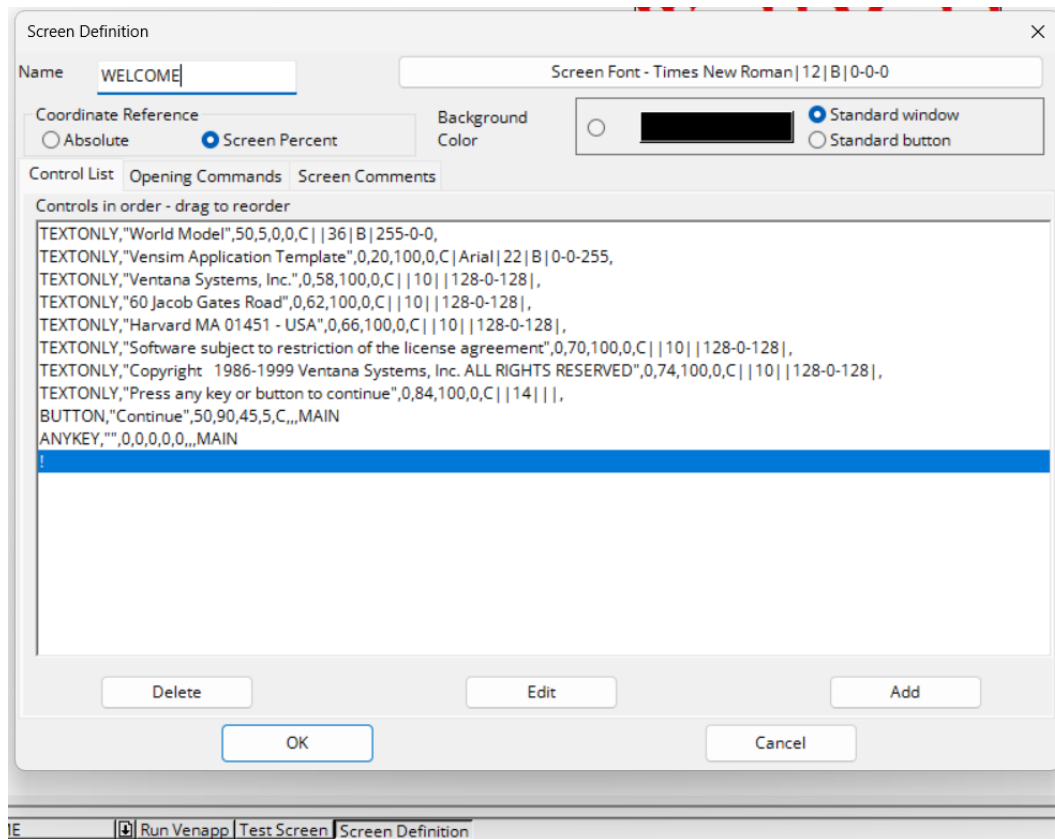
Figura 141

Pantallas de Screen Venapp



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 142
Screen definition Venapp



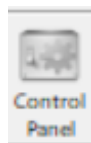
Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Para añadir comentarios se debe utilizar el símbolo “!” y se usa “\” en las líneas para unir el mismo código pero que por espacio se tiene que poner en otra línea.

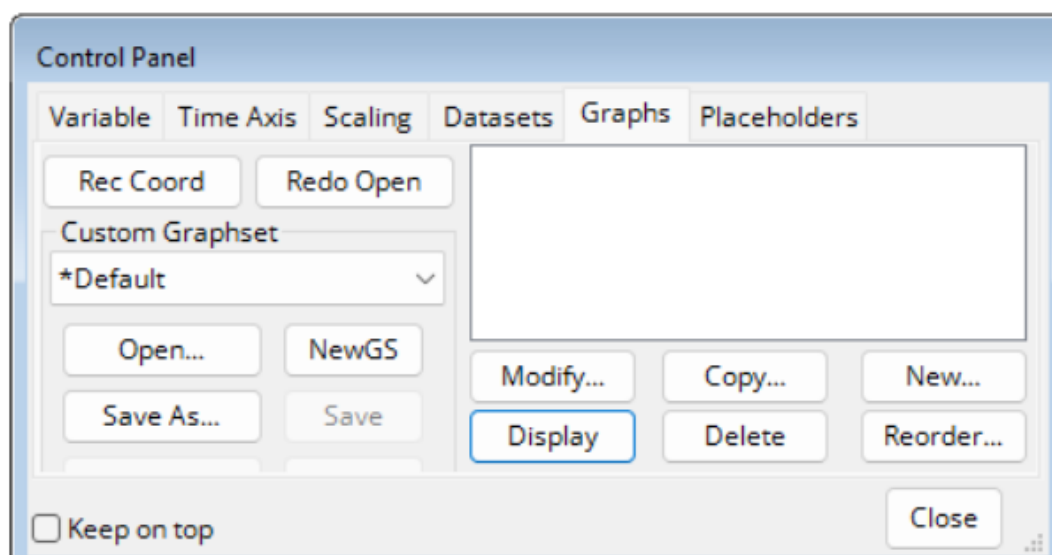
En el apartado 3.3.3. Venapp se introduce al lector sobre las variables gaming, variables que permiten la jugabilidad al usuario de los variables a las que se desea modificar sus valores y en el apartado 6.3.2. Venapp se muestra el proceso para crear estas variables gaming.

En el apartado 3.3.3. Venapp, se muestran los ficheros y sus formatos a introducir en las Venapp, para dar mejores aportaciones a la aplicación, en las que tenemos el fichero .mdl que corresponde con el modelo de Vensim, el fichero .vdfx, que corresponde a una simulación ejecutada en el modelo de Vensim y el fichero .vgd, que corresponde al fichero de las gráficas y tablas en las que se visualizan los datos.

Para crear las tablas y gráficas y almacenarlas en un fichero .vgd. El programador debe estar en la parte de Venapp en forma de texto. Y pulsará el icono de control Panel, ver Figura 143. Dentro de control panel debe ir a la operación “Graphs”, ver Figura 144.

Figura 143*Icono de control panel*

Fuente: elaboración propia

Figura 144*Creación de Graphs en control panel*

Fuente: elaboración propia

Para crear una nueva gráfica se deberá pulsar el botón "New" y abrirá la Figura 145, si en esta imagen se pulsa el botón "As table" se abrirá la Figura 146, después de introducir las variables a mostrar, guardaremos en "Save as" y crearemos el archivo .vgd con las gráficas y tablas.

Figura 145*Desarrollo de gráficas*

Name

Title

X-Axis

Sel

X Label

X-min

X-max

X-divisions

Lbl-Interval

Y-div

Stamp

Comment

As Table...

Hide:

Title

Legend

X Label

Stack

Type

Norm

Cum

Stack

Appearance

Dots

Fill

Width

Height

Scale	Variable		Dataset	Label	LineW	Units	Y-min	Y-max
<input type="checkbox"/>	<div></div>	Sel	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<input type="checkbox"/>	<div></div>	Sel	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<input type="checkbox"/>	<div></div>	Sel	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<input type="checkbox"/>	<div></div>	Sel	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<input type="checkbox"/>	<div></div>	Sel	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
<input type="checkbox"/>	<div></div>	Sel	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>

☐ As WIP Graph (maxpoints)

Copy to...

Test output

☐ Soft Bounds

OK

Cancel

Fuente: elaboración propia

Figura 146
Desarrollo de tablas

The screenshot shows a dialog box for configuring a table. At the top, there are input fields for 'Table Name', 'Output width', and 'height'. Below these is a 'Title' field. The main area is labeled 'Table Content - drag to reorder' and contains a large empty box. To the right of this box are several configuration options: 'Time' settings (From, to, by, (+), Running down, Don't display), 'Cell Width' settings (First, rest), and a 'Scientific Notation' checkbox. Below these is a 'Font -' dropdown. At the bottom, there are buttons for 'Highlight:', 'Modify', 'Remove', 'Dataset', 'Label', 'Format', 'Add', 'Variable', 'Comment Line', 'Add', 'OK', and 'Cancel'.

Fuente: elaboración propia

Para un ejemplo práctico de la programación en Venapp se han estudiado los modelos de ejemplo de Vensim.

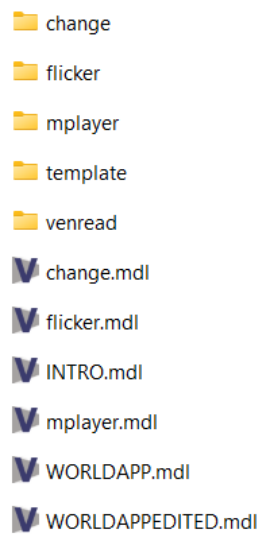
Anexo B.1. Modelos de ejemplo en Venapp del programa de Vensim.

El software Vensim trae implementados modelos realizados en Venapp, ver Figura 147, se revisó cada modelo, sin embargo, la gran mayoría de estos no estaban terminados o fallaban al correr la Venapp⁷, ver Figura 148.

Figura 147

Modelos de ejemplo de Venapp de Vensim

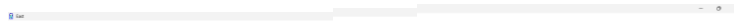
⁷ Correr la Venapp/Run Venapp es la función de Vensim que permite pasar del lenguaje de programación en Venapp a la interfaz de usuario final del modelo.



Fuente: (Ventana Systems, 2025a)

Figura 148

Modelo de ejemplo sin funcionar de Venapp de Vensim



Please stand by

Fuente: Modelo mplayer (Ventana Systems, 2025a)

Entre los modelos de ejemplo se analiza y estudia “Template”, la programación está en su mayoría completa.

Anexo B.2. Manual de Template

Dentro de la carpeta aparecen los diferentes archivos, ver Figura 149, que se usan tanto para el modelo, simulación e interfaz como los archivos necesarios para la programación en Venapp.

Este ejemplo está formado por 3 módulos creados en Vensim; “Population & Food”, ver Figura 150, “Capital & Quality of Life”, ver Figura 151, “Pollution & Natural Resources”, ver Figura 152

Figura 149

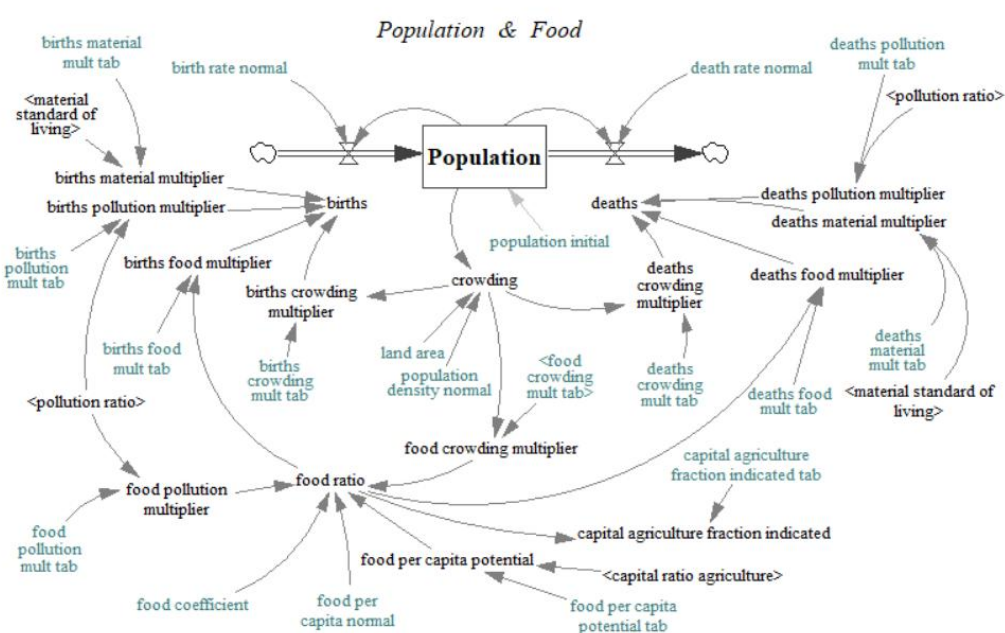
Archivos de la carpeta Template

BASE.VDF
 BASE.VDF.vdfox
 Current.vdfox
 TEMPLATE.VCD
 WORLD.VGD
 WORLD.VTS
 WORLDAPP.2mdl
 WORLDAPP.mdl
 WORLDAPP.VGD
 WORLDAPP.VMF
 WORLDAPP.vpax

Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 150

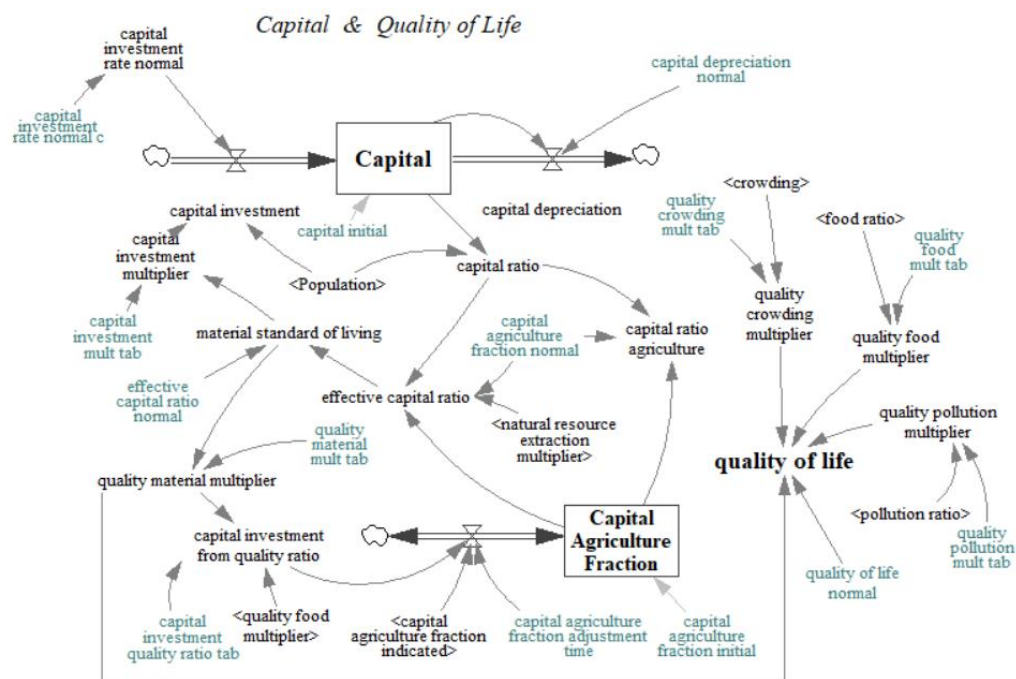
Modelo de simulación de Template sobre la población y la comida



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 151

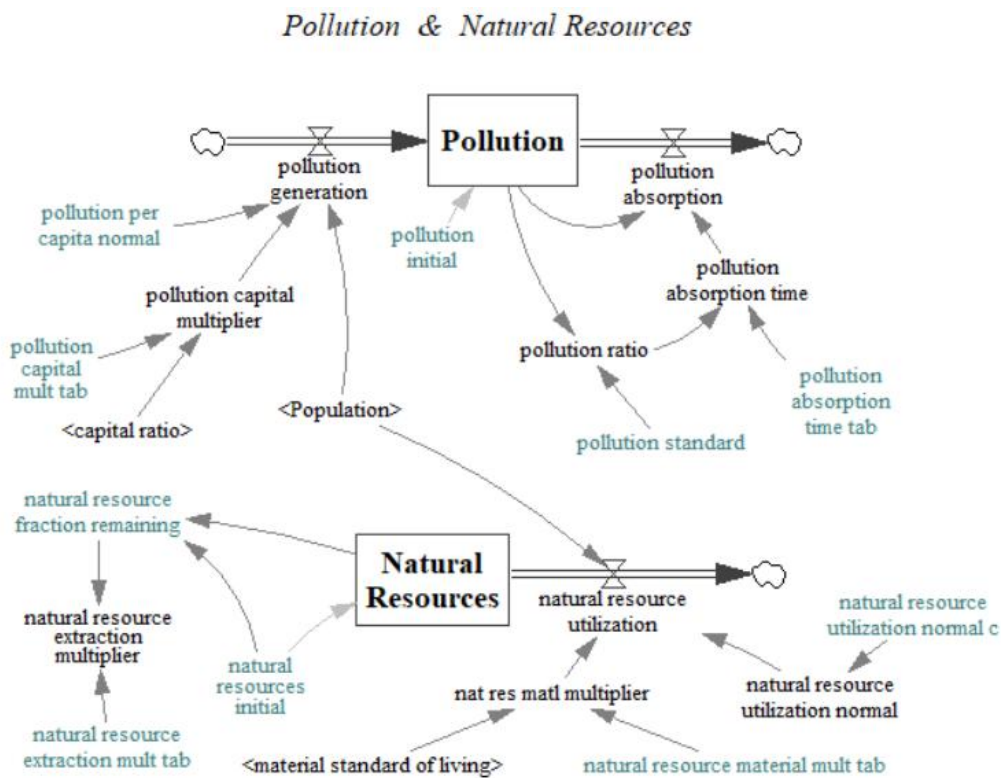
Modelo de simulación de Template sobre el capital y la calidad de vida



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 152

Modelo de simulación de Template sobre la contaminación y los recursos naturales



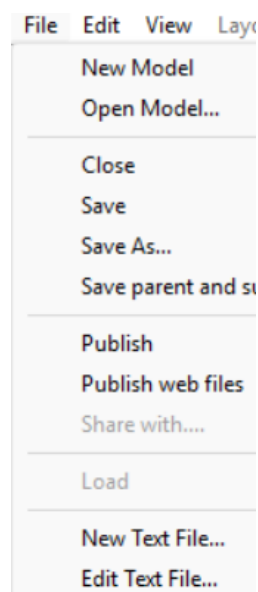
Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

El ejemplo permite la interacción en Vensim con todos los elementos de los modelos, cambiando parámetros, añadiendo o quitando variables...Además trae simulaciones ejemplo en la carpeta, aunque permite realizar nuevas simulaciones.

Desde el modelo .mdl⁸, iremos a file>Edit text file, ver Figura 153, para abrir el archivo de Venapp .vcd⁹, nos abrirá el código de programación en Venapp desde ahí, pulsaremos en file> Run Venapp, ver Figura 153.

Figura 153

File> Edit text file



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 154

File> Run Venapp

⁸ El formato .mdl en Vensim hace referencia al modelo del que se tomará la simulación.

⁹ El formato .vcd hace referencia al editor de texto en Venapp, para el proceso de programación.



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Después de correr la Venapp, el programa nos lleva a la interfaz y da comienzo el “juego”, ver Figura 155, en esta pantalla se detalla el nombre del modelo que simularemos e información general de la institución, realizador...

Figura 155

Pantalla de inicio Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

SCREEN WELCOME:

Esta es la primera pantalla que aparece, como observamos en la programación, ver Figura 156, en esta pantalla se determina la fuente que seguirá el modelo.

Los comandos no aparecerán en la pantalla, pero nos permitirán asociar un modelo .mdl, archivos para recopilar las gráficas .vgd, un fichero con herramientas de análisis .vts y una prueba de simulación realizada .vdf, además de poner un nombre de título al modelo, borrar simulaciones y poder empezar desde cero y desactivar advertencias emergentes.

Se añaden elementos de texto y botones de para que el usuario interactúe con la aplicación y le lleve a otras pantallas.

Figura 156

Estructura del ejemplo Template en Venapp. Screen Welcome

```
:SCREEN WELCOME !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Times New Roman|12|B !Tipode letra utilizada
durante la Venapp
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>SETTITLE|Venapp Template
Example" !Nombre del título del modelo
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>LOADMODEL|worldapp.vmf
!Modelo de Vensim utilizado
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>READCUSTOM|world.vgd !Archivo
de gráficas
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>LOADTOOLSET|world.vts
!Herramientas de análisis
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>CLEARRUNS
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>LOADRUN|base.vdf !Simulación
por defecto en la Venapp
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SETTING>SHOWWARNING|0
TEXTONLY,"World Model",50,5,0,0,C||36|B|255-0-0, !Texto
TEXTONLY,"Vensim Application
Template",0,20,100,0,C|Arial|22|B|0-0-255,
TEXTONLY,"Ventana Systems, Inc.",0,58,100,0,C||10||128-0-
128|,
TEXTONLY,"60 Jacob Gates Road",0,62,100,0,C||10||128-0-
128|,
TEXTONLY,"Harvard MA 01451 - USA",0,66,100,0,C||10||128-0-
128|,
TEXTONLY,"Software subject to restriction of the license
agreement",0,70,100,0,C||10||128-0-128|,
TEXTONLY,"Copyright 1986-1999 Ventana Systems, Inc. ALL
RIGHTS RESERVED",0,74,100,0,C||10||128-0-128|,
TEXTONLY,"Press any key or button to
continue",0,84,100,0,C||14|||,
```

```
BUTTON,"Continue",50,90,45,5,C,,,MAIN !Botón interactivo  
para avanzar a otra pantalla  
ANYKEY,"",0,0,0,0,0,,,MAIN !Comando para que al pulsar  
cualquier tecla del teclado lleve a la siguiente pantalla
```

Fuente: Modelo de Ejemplo de Venapp de Vensim

La siguiente pantalla, ver Figura 157, se muestra un menú en el que podemos realizar diferentes operaciones, como visualizar la estructura de los modelos, ver Figura 158, simular un modelo en base a simulaciones realizadas, ver Figura 162, modificando los parámetros durante el juego en tiempo real, ver Figura 171, y un análisis de resultados, ver Figura 172.

Figura 157

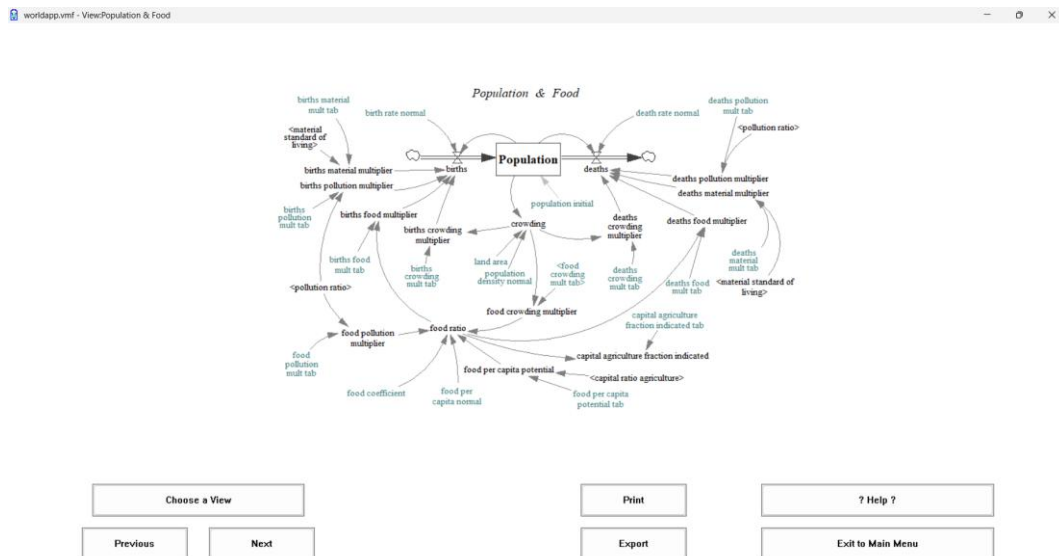
Pantalla de menu Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 158

Pantalla de visualización de los modelos Template

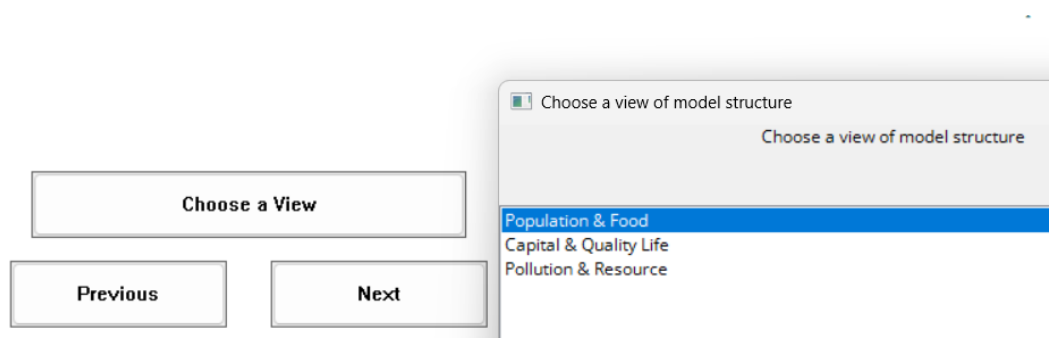


Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Entre las opciones permitidas en la Figura 158, podemos elegir el tipo de estructura de modelo que el usuario determine, ver Figura 159, además de imprimir la vista del modelo, ver Figura 160.

Figura 159

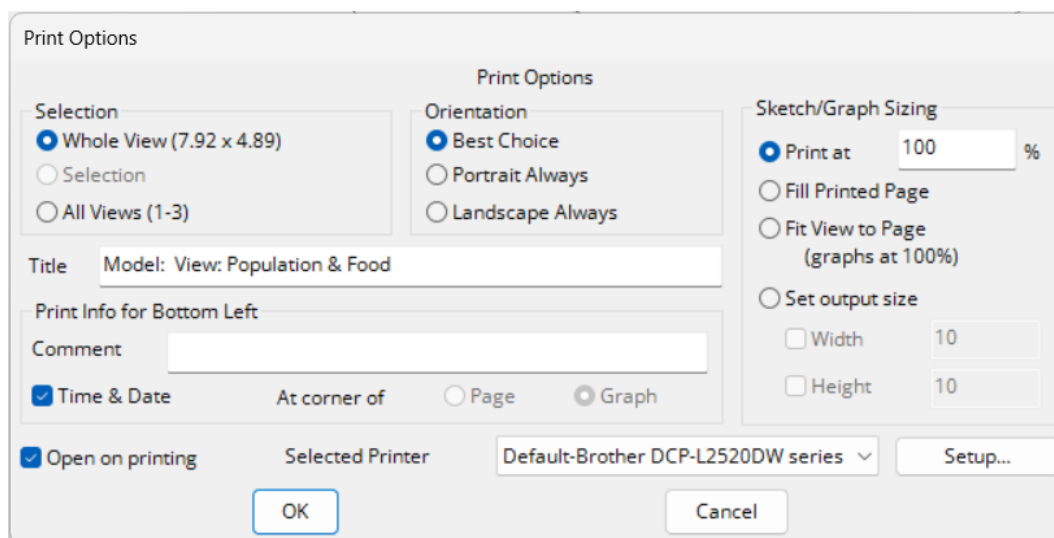
Menú de elección de vista de modelos de Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 160

Opción de imprimir



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Durante la elección de escenarios, ver Figura 161, el programa le pedirá al usuario un modelo .vdfx¹⁰ del modelo, al que podrá realizar modificar parámetros de escenarios y políticas, además de datos constantes del modelo, ver Figuras 163, 164, 165, 166 y 167.

Se muestran los resultados de forma gráfica y en tabla de las diferentes variables, ver Figuras 168 y 169.

Figura 161

Pantalla de elección de escenarios de Template

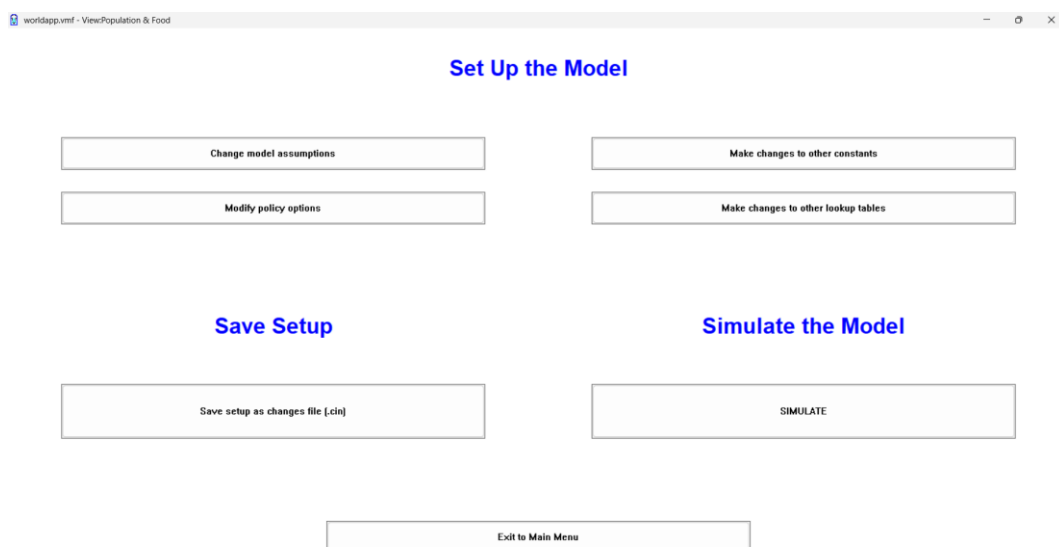


¹⁰ Las simulaciones realizadas de un modelo de Vensim, se guardan en formato .vdfx o .vdf

Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 162

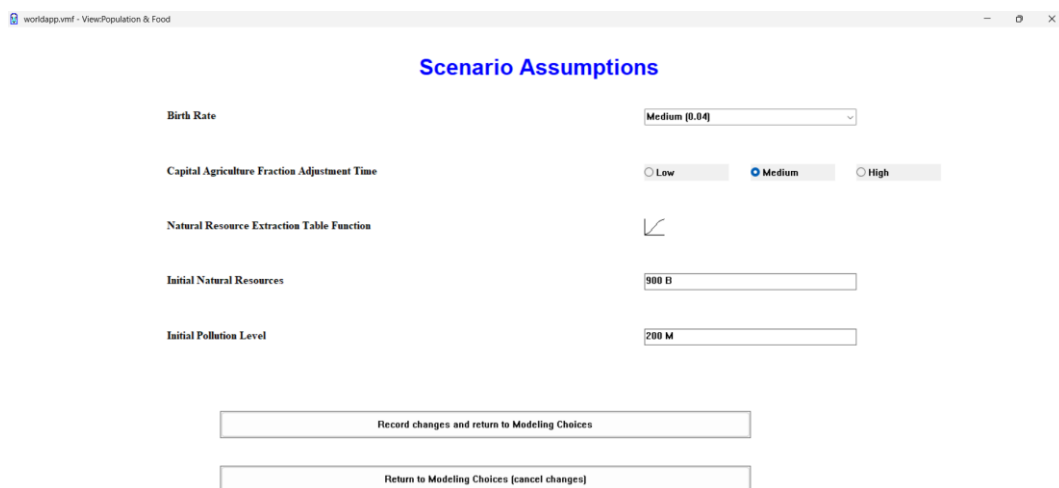
Pantalla de configuración del modelo, guardarlo y simularlo, Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

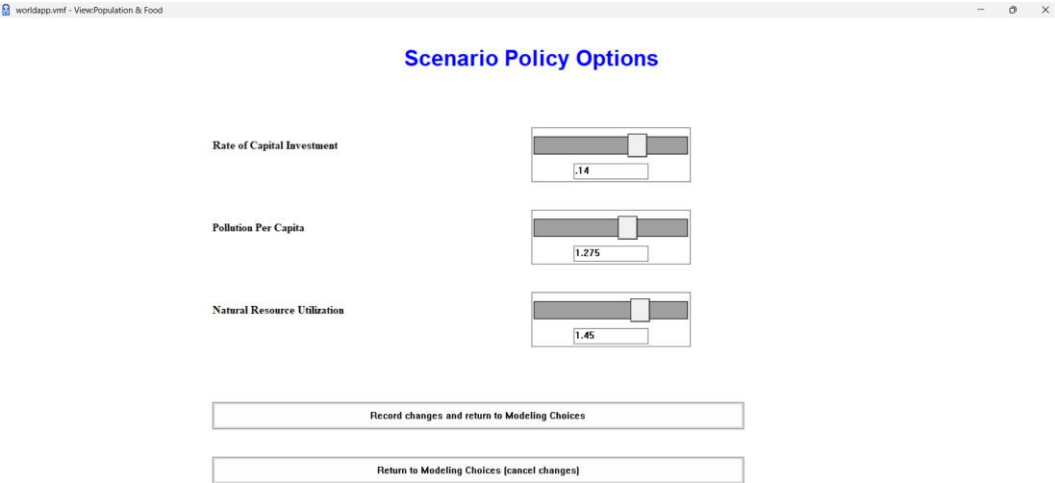
Figura 163

Pantalla para configurar escenarios con las variables de Template



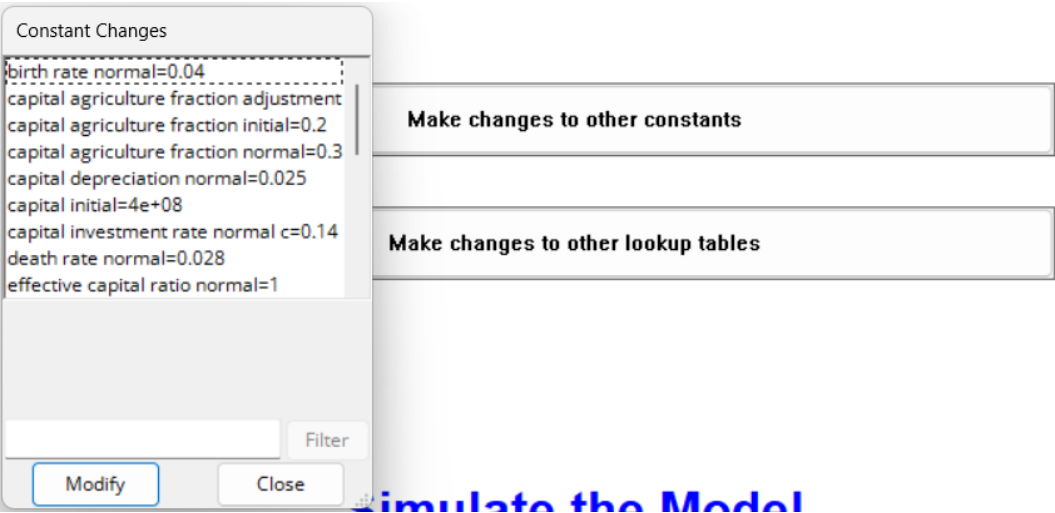
Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 164
Pantalla para configurar políticas de escenario con las variables de Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

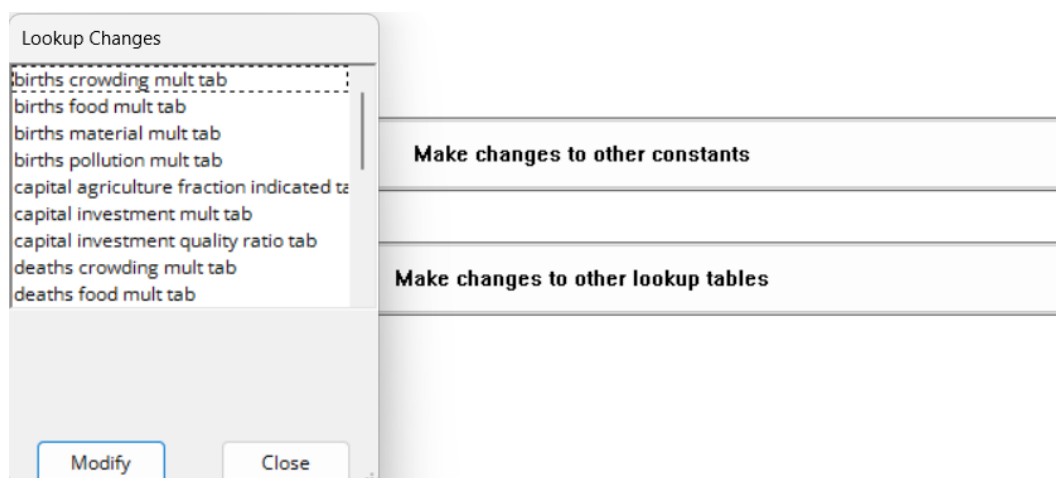
Figura 165
Menú para cambiar datos constantes del modelo de Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 166

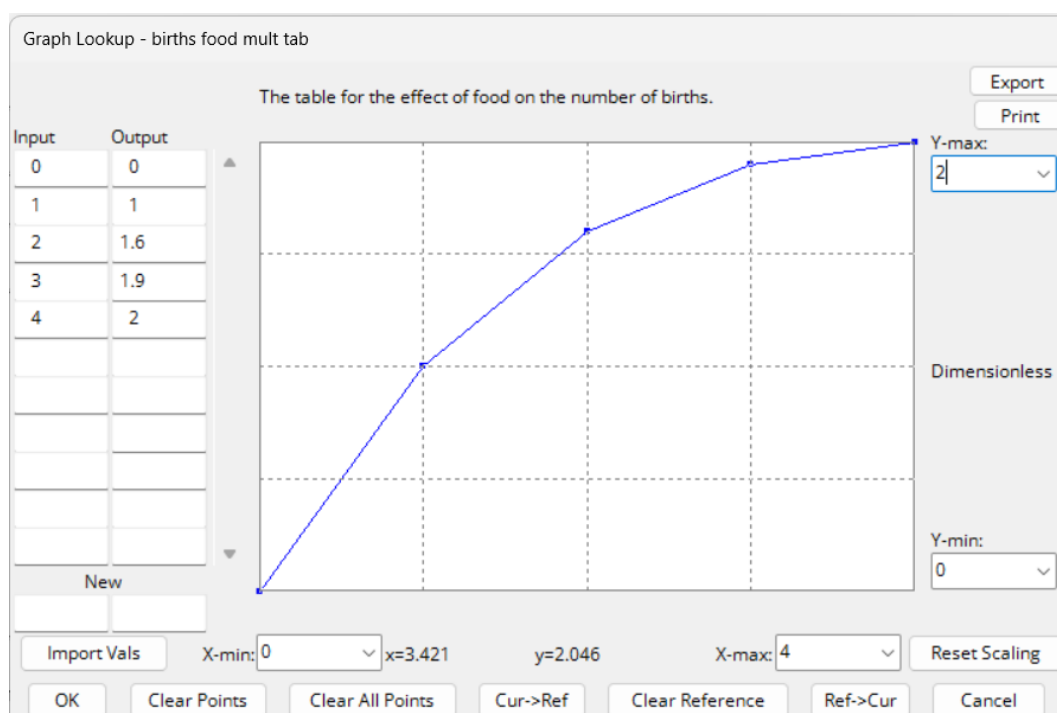
Menú para cambiar datos de gráficas del modelo de Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

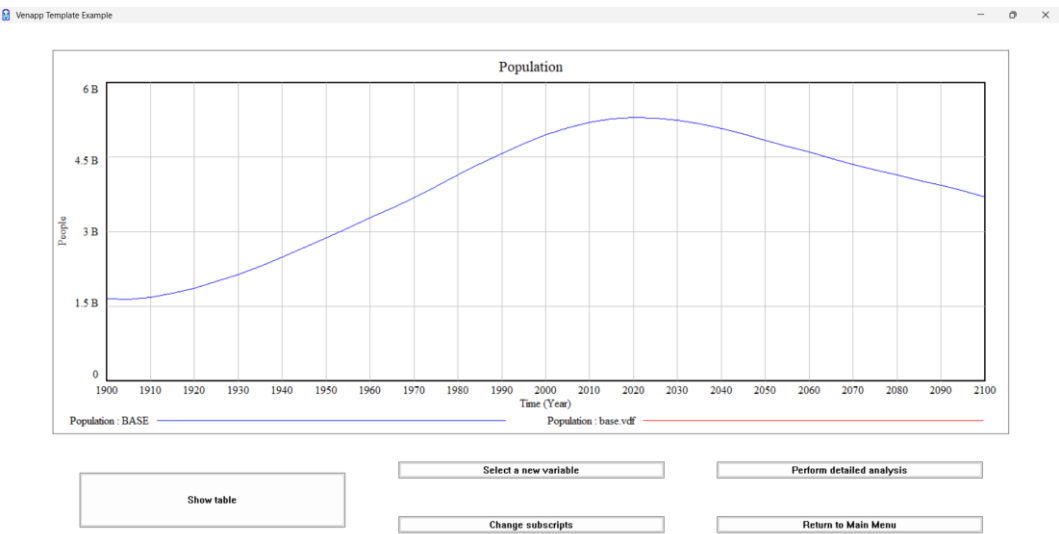
Figura 167

Visualizador de los datos de las gráficas de Template



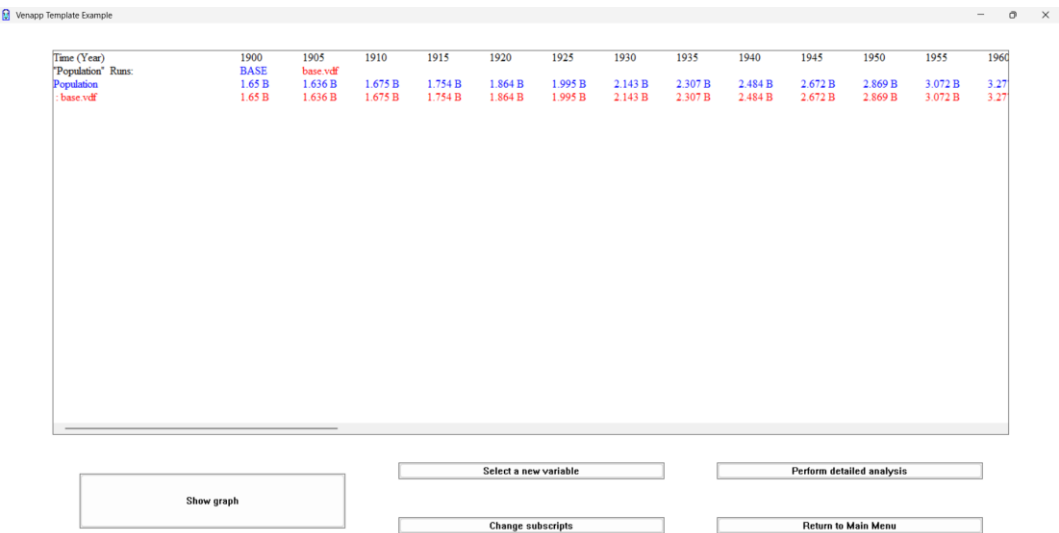
Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 168
Pantalla de visualización de la gráfica de la simulación en Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 169
Pantalla de visualización de la tabla de la simulación en Template

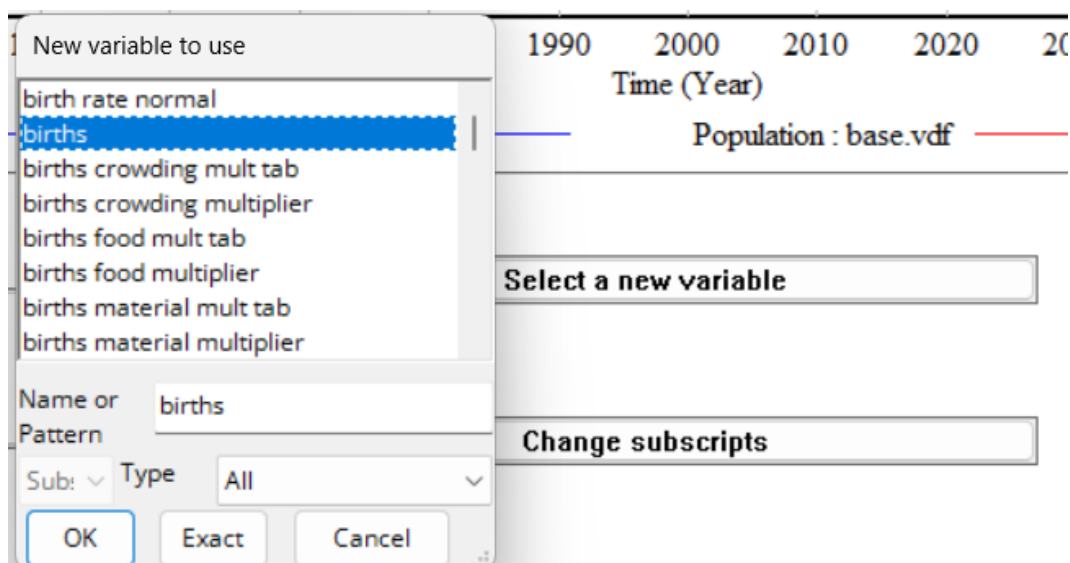


Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

En la Figura 168, el jugador puede seleccionar la variable a mostrar en la gráfica y tabla, ver Figura 170.

Figura 170

Selección de variables en las pantallas de visualización

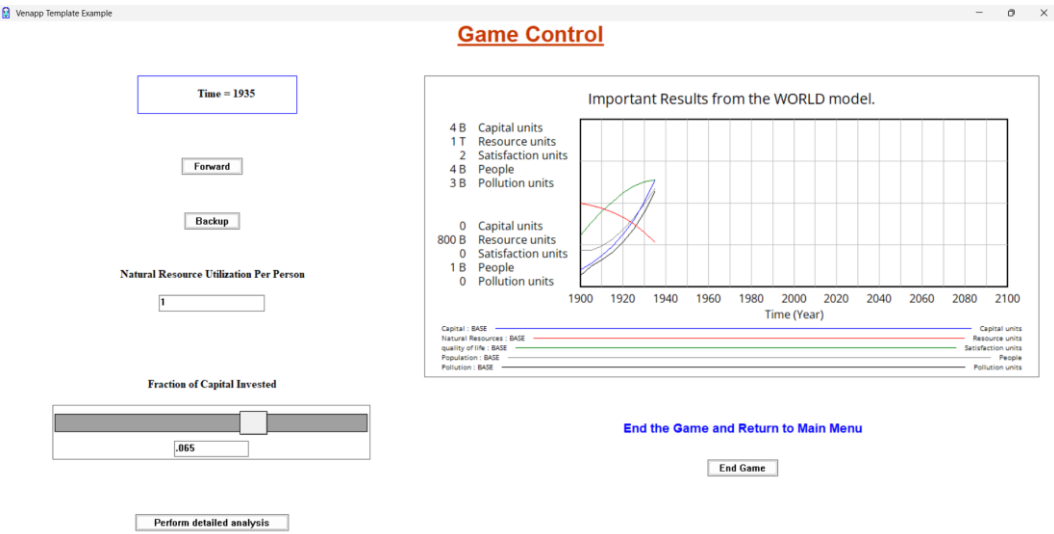


Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

De la ventana del menú, ver Figura 157, seleccionando la operación de jugar el juego, la aplicación nos lleva a una pantalla de juego interactiva para el usuario, ver Figura 171, a diferencia de las gráficas anteriores donde se dejaban prefijados los datos, el juego interactivo modifica la gráfica a tiempo real mientras el usuario cambia los parámetros.

Figura 171

Pantalla de juego interactivo a tiempo real de Template

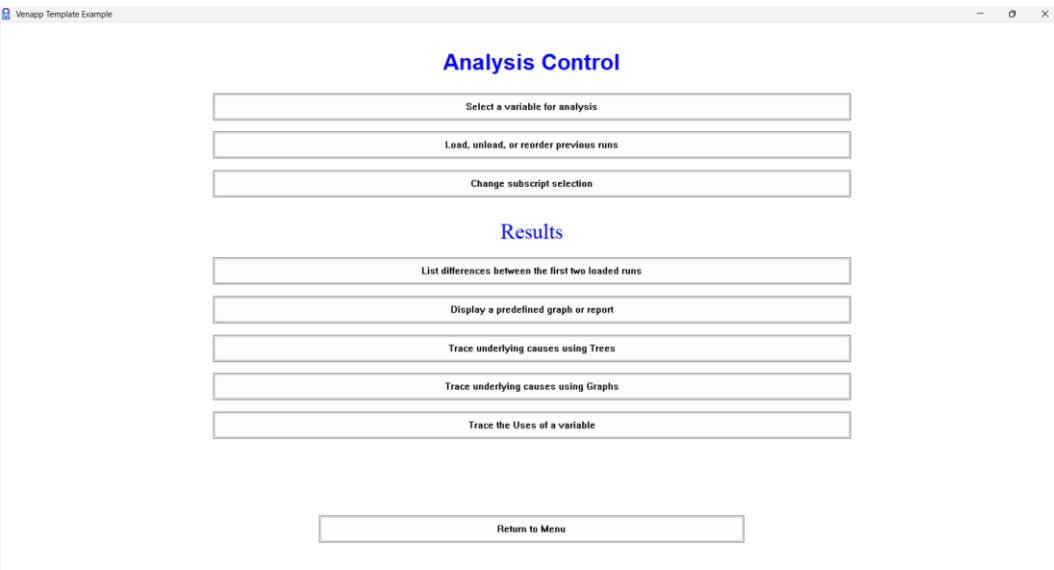


Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Del menú, ver Figura 157, accedemos al análisis de control y resultados, ver Figura 172, en esta podemos seleccionar nuevas variables, ver Figura 173, cargar varias simulaciones .vdfx, ver Figura 174, realizar comparaciones entre modelos, ver Figura 175, revisar graficas de simulaciones anteriores, ver Figura 176, las relaciones entre las variables del modelo de Vensim, unidades y gráficas de relación, ver Figuras 177, 178 y 179.

Figura 172

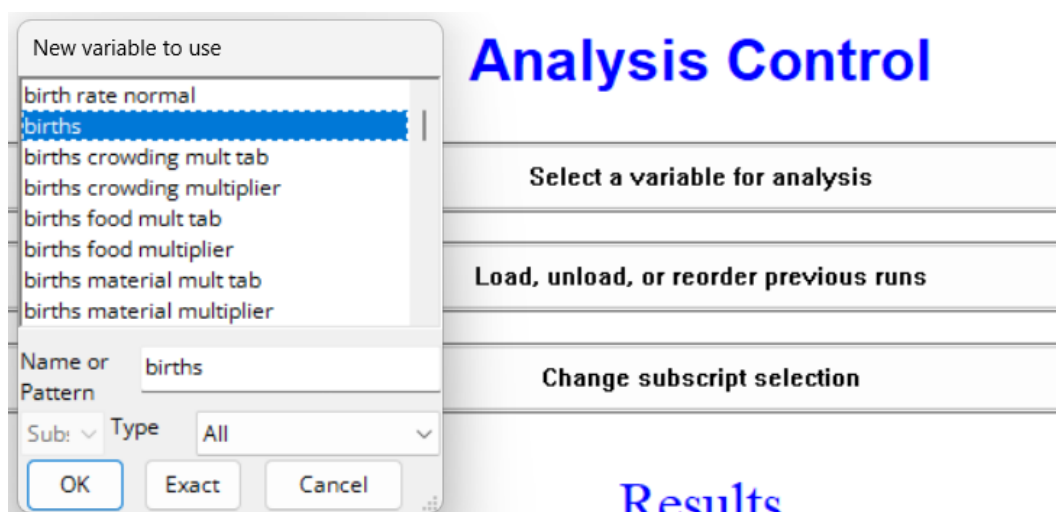
Pantalla sobre el análisis de control y los resultados de las simulaciones



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 173

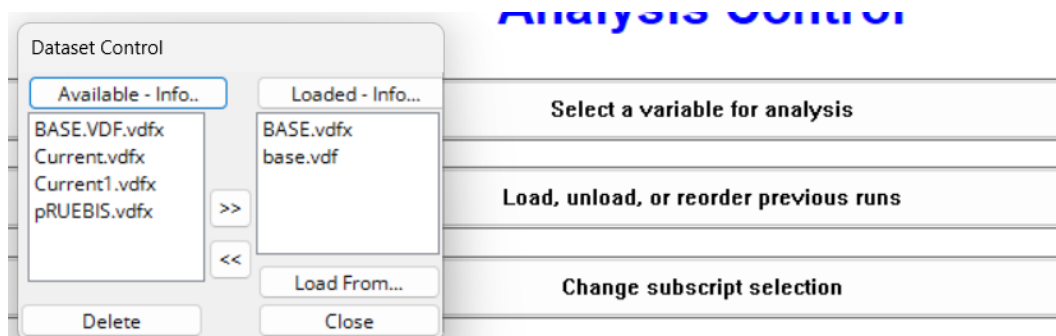
Menú para seleccionar una nueva variable del modelo para el análisis



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 174

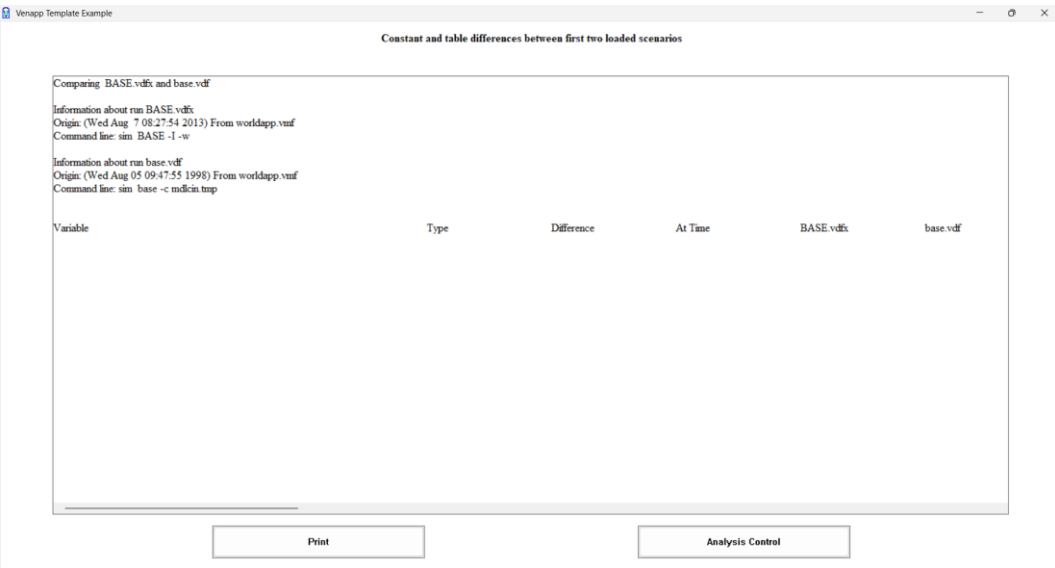
Menú para cargar simulaciones de Vensim del modelo para el análisis



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 175

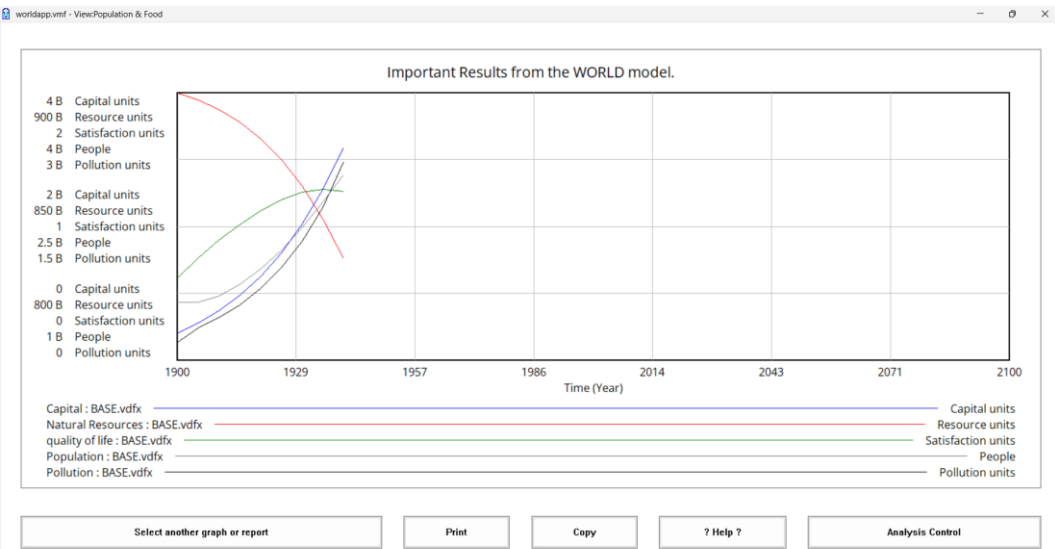
Pantalla para comparar dos escenarios de simulación



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 176

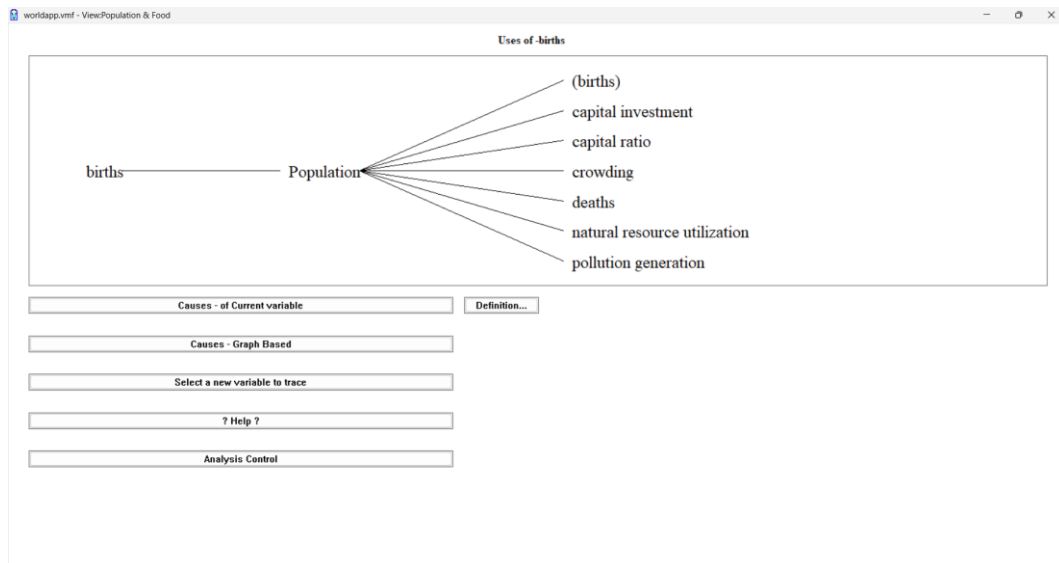
Visualización de las gráficas del modelo Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 177

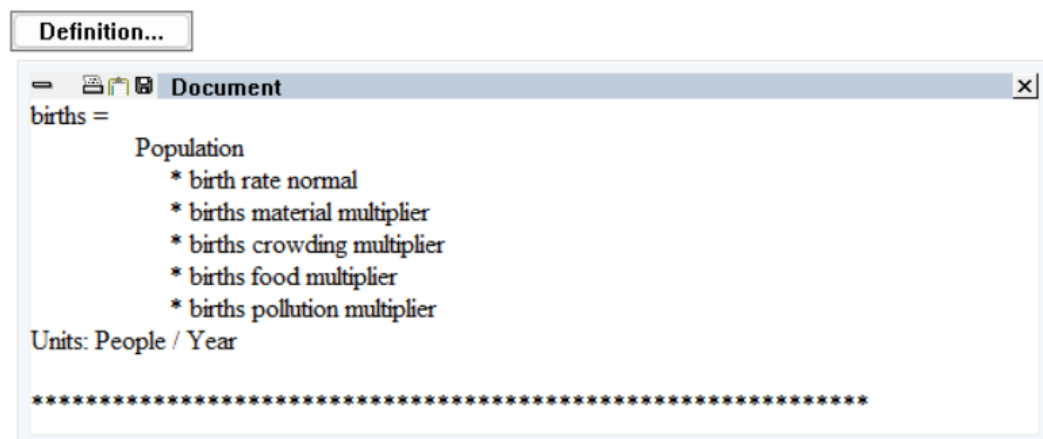
Visualización de las relaciones de las variables del modelo de Vensim



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 178

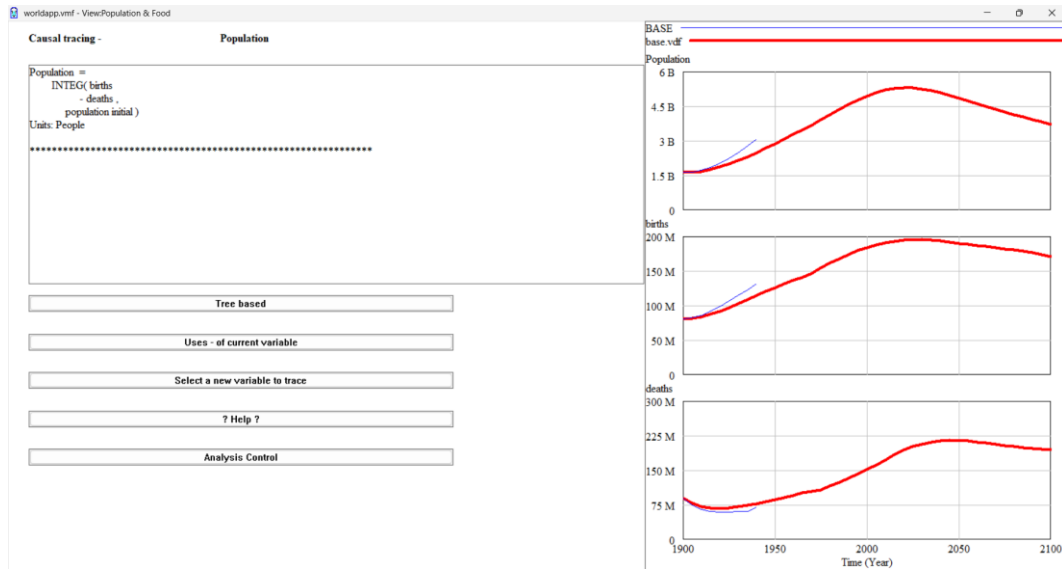
Recopilación de las variables relacionadas entre sí y sus unidades



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Figura 179

Representación de las gráficas de las variables con relación a una variable principal



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

Durante las diferentes pantallas de la aplicación estaba el botón “HELP”, esta operación abre una ventana de ayuda en el navegador, ver Figura 180

Figura 180

Ventana de ayuda de Template



Fuente: Modelo Template (Ventana Systems, 2025b)

La Figura 181, representa la herramienta de análisis, este documento contiene información sobre la estructura seguida para la visualización de las variables vistas como esquemas en la pantalla de análisis.


```

x=0,y=19,foreground=-1,background=-
1,auto=0,sx=0,sy=0,sw=0,sh=0,
0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,Times New Roman|12||0-0-0,0,
Stats|Statistics
x=0,y=21,foreground=-1,background=-
1,auto=0,sx=0,sy=0,sw=0,sh=0,
-1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,Terminal|10||0-0-
0,30,10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
Units Check|Units Check
x=0,y=24,foreground=-1,background=-
1,auto=0,sx=0,sy=0,sw=0,sh=0,
Equation Editor|Equation Editor
x=0,y=26,foreground=-1,background=-
1,auto=0,sx=0,sy=0,sw=0,sh=0,
Text Editor|Text Editor
x=0,y=28,foreground=-1,background=-
1,auto=0,sx=0,sy=0,sw=0,sh=0,
*.vcd,Courier|10||0-0-0,

```

Fuente: Modelo de Ejemplo de Venapp de Vensim

La programación de la Venapp se divide en varias SCREEN según la cantidad de ventanas de visualización del modelo.

La programación de “Template” en venapp, se comprende con la programación del Anexo D. Venapp Inkomati.

Anexo C. Venapp ONEPlanET inicial

Durante esta Venapp inicial, se buscaba comprobar las capacidades y limitaciones visuales y operaciones que presentaba la programación en Venapp con relación al diseño realizado, como se menciona en el apartado 6.1.3. Venapp, es por este motivo que no aparecen comandos ni relaciones con el modelo, gráficas o simulaciones realizadas.

La programación del modelo presenta fallos, que sirvieron de aprendizaje y entendimiento para las futuras programaciones.

El código de la Figura 182, muestra la primera pantalla que abre el usuario.

Figura 182

Estructura de Venapp ONEPlanET inicial en Venapp. Screen Welcome

```
:SCREEN WELCOME !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Sans Serif Collection|24|B! !Tipografía utilizada
por defecto en la pantalla
PIXELPOS,0 !Ajuste de la pantalla a diferentes tamaños de
visualización de los dispositivos
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Imagen de fondo
BITMAP,"Cuadra.bmp",35,18,30,70 !Imagen de cuadrado blanco
BITMAP,"Oneplanet_logo.bmp",42,20,15,17 !Imagen logo de
ONEPlanET
BITMAP,"Blanco.bmp",0,95,100,5
BITMAP,"Circulo verde.bmp",45,69,10,5, !Imagen de circulo verde
BITMAP,"Circulo naranja.bmp",40,45,20,5, !Imagen de circulo
naranja
BITMAP,"Circulo azul.bmp",40,55,20,5, !Imagen de circulo azul
COMMAND,"",0,0,0,0,,,"SPECIAL>SETTITLE|ONEPlanET" !Comando para
poner el título
TEXTONLY,"Welcome to 'X'",50,40,0,0,C|Arial|18|B|0-0-0, !Texto
TEXTONLY,"User",40,45,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,
TEXTONLY,"Password",40,55,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,
BUTTON,"Start",48,70,0,0,L,,,"GAME_MODE" !Botón interactivo para
ir a otra pantalla
BITMAP,"Circulo verde.bmp",45,69,10,5,
TEXTONLY,"Forgotten your password?",50,65,0,0,C|Arial|10||0-0-
0,
BUTTON,"Don't have an account?
Register!",50,80,0,0,C,,,"REGISTER
TEXTONLY," Collaborator icons",50,97,0,0,C|Arial|12|B|0-0-0,
```

Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen, ver Figura 183, representa la pantalla de creación de cuenta.

Figura 183

Estructura de Venapp ONEPlanET inicial en Venapp. Screen Register

```

:SCREEN REGISTER !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Arial|14|B !Tipografía utilizada por defecto en la
pantalla
PIXELPOS,0 !La pantalla se ajusta al tamaño de visualización
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Imagen de fondo
BITMAP,"Cuadra.bmp",20,10,60,80 !Imagen
BITMAP,"Blanco.bmp",0,95,100,5
BITMAP,"Circulo verde.bmp",33,75,14,5,
BITMAP,"Circulo verde.bmp",55,75,14,5,
BITMAP,"Circulo blanco.bmp",28,43,17,5,
BITMAP,"Circulo blanco.bmp",28,53,17,5,
BITMAP,"Circulo blanco.bmp",28,63,17,5,
BITMAP,"Circulo blanco.bmp",55,43,17,5,
BITMAP,"Circulo blanco.bmp",55,53,17,5,
BITMAP,"Circulo blanco.bmp",55,63,17,5,
BITMAP,"Oneplanet_logo.bmp",42,13,15,17

TEXTONLY,"Register to create your
account",50,33,0,0,C|Arial|18|B|0-0-0, !Texto
TEXTONLY,"Name",22,43,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,
TEXTONLY,"E-mail address",25,53,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,
TEXTONLY,"Password",23,63,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,
TEXTONLY,"Country",50,43,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,
TEXTONLY,"Birthdate",50,53,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,
TEXTONLY,"Confirm password",53,63,20,5,C|Arial|18|B|0-0-0,

BUTTON,"Back",38,76,0,0,L,,WELCOME
BUTTON,"Create an account",62,76,0,0,C,,GAME_MODE !Botón de
interacción que lleva a otra pantalla

TEXTONLY,"Collaborator icons",50,97,0,0,C|Arial|12|B|0-0-0,

```

Fuente: Elaboración propia

La siguiente imagen, ver Figura 184, muestra la pantalla de selección de partida.

Figura 184

*Estructura de Venapp ONEPlanET inicial en Venapp. Screen
Room_Selection*

```

:SCREEN ROOM_SELECTION !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Arial|14|B !Tipografía utilizada por defecto en la
pantalla
PIXELPOS,0 !La pantalla se ajusta al tamaño de visualización
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Imagen de fondo
BITMAP,"Blanco.bmp",0,95,100,5 !Imagen

TEXTONLY,"Select a Room",50,10,0,0,C|Arial|24|B|0-0-0, !Texto

```



```
BUTTON,"Search room public",40,30,30,10,C,,,SEARCH_ROOM_PUBLIC
!Botón de interacción que lleva a otra pantalla

BUTTON,"Create room",40,45,30,10,C,,,CREATE_ROOM
BUTTON,"Join private room",40,60,30,10,C,,,JOIN_PRIVATE_ROOM

BUTTON,"Back",45,80,15,5,C,,,GAME_MODE

TEXTONLY,"Collaborator icons",50,97,0,0,C|Arial|12|B|0-0-0,
```

Fuente: Elaboración propia

Anexo D. Venapp Inkomati

Durante este anexo se detalla la programación utilizada para el desarrollo de la aplicación del presente trabajo, en esta programación se incluye el conocimiento aprendido, tras el estudio del ejemplo de “Template” y de los modelos de prueba propios como son la Venapp de ONEPlanET inicial y los modelos de prueba de ciervos y España.

La Figura 185, muestra la pantalla de inicio con la que se presenta la aplicación.

Figura 185

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Welcome

```
:SCREEN WELCOME !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1-1 !Tipografía
utilizada Garet book, tamaño 14 de letra de color negro
PIXELPOS,0 !La pantalla se ajusta al tamaño de visualización
COMMAND,,,,,,,,,"SPECIAL>SETTITLE|ONEPlanET" !Este commando
pone título a la Venapp
COMMAND,,,,,,,,,"SPECIAL>LOADMODEL|ONEPLANET      project
model_Sara.mdl" !Con este commando se puede asociar y leer un
modelo de Vensim
COMMAND,,,,,,,,,"SPECIAL>READCUSTOM|Graficas.vgd"    ! Este
comando lee el fichero que guarda las gráficas
COMMAND,,,,,,,,,"SPECIAL>CLEARRUNS" !Se limpian los datos de
una
COMMAND,,,,,,,,,"SPECIAL>LOADRUN|" !Este comando permite que
la simulación de la Venapp se realice
COMMAND,,,,,,,,,"SETTING>SHOWWARNING|0"
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Imagen de fondo en mapa de
bits
BITMAP,"Cuadra.bmp",20,10,60,80,,,"",
BITMAP,"logoneplanet.bmp",40,20,20,22,,,"",
TEXTONLY,"GEEDS",0,60,100,,C|Garet      Book|10|B|255-160-
0,,,"", !Texto
TEXTONLY,"Sara      Caramanzana      Acebes",0,65,100,,C|Garet
Book|10|B|0-128-255,,,"",
TEXTONLY,"Press      any      key      or      button      to
continue",0,82,100,,C|Vensim Sans|14|B|128-192-0,,,"",
BUTTON,"Continue",50,75,45,5,C|Garet      Book|12|B|128-192-
0,,,"",MAIN !Botón para moverse a otras pantallas
ANYKEY,"",0,0,0,0,0,0,,MAIN !Permite que al pulsar una tecla
del teclado, lleve al usuario a otra pantalla
```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 186 muestra la pantalla de menú, en el que aparecen los diferentes botones de interacción.

Figura 186*Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Main*

```

:SCREEN MAIN !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1-1 !Tipografía
utilizada Garet book, tamaño 14 de letra de color negro
PIXELPOS,0 !La pantalla se ajusta al tamaño de visualización
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Imagen de fondo en mapa de
bits
BITMAP,"Cuadra.bmp",30,5,40,90,,, "",
TEXTONLY,"ONEPlanET Model",50,10,,,C|Garet Book|24|B|255-
192-0,,, "", !Texto
TEXTONLY,"Main Menu",50,23,,,C|Garet Book|24|B|0-128-
255,,, "",
BUTTON,"Review Model Structure",50,35,30,6,C|Garet
Book|12||0-0-0,,, "",STRUCTURE !Botón para moverse a otras
pantallas
BUTTON,"Simulate the Model",50,45,30,6,C|Garet Book|12||0-
0-0,,, "",SETUPSimulation
BUTTON,"Play a Game",50,55,30,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,,"SIMULATE>RUNNAME|?Name for new game output",STARTG\
AME
BUTTON,"Analyze Simulation Results",50,65,30,6,C|Garet
Book|12||0-0-0,,"SPECIAL>ALIASSCREEN|ARETURN|MAIN",A\
NALYSIS
BUTTON,"Exit",50,80,20,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,Qq,"SPECIAL>ASKYESNO|Do you really want to
exit?&MENU>EXIT"\

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 187 representa de forma visual en la Venapp los modelos de Vensim.

Figura 187*Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Structure*

```

:SCREEN STRUCTURE !Nombre de la pantalla
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1-1 !Tipografía
utilizada Garet book, tamaño 14 de letra de color negro
PIXELPOS,0 !La pantalla se ajusta al tamaño de visualización
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100 !Imagen de fondo en mapa de
bits
SKETCH,"Energy",3,5,95,77,,,5, !Este comando muestra imagen
en forma de boceto
COMMAND,"",18,77,20,6,L,,"SPECIAL>SETTITLE|*MV|%s - View:%s
BUTTON,"Choose a View",8,84,20,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,,"SKETCH>CHOOSEVIEW|Energy|Choose a view of model s\
tructure&SPECIAL>SETTITLE|*MV|%s - View:%s", !Este comando
permite enlazar el nombre de cada modelo realizado en

```

```

Vensim y por lo tanto el modelo, para que pueda ser
seleccionado para visualizar
BUTTON,"Previous",7,92,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,,,"SKETCH>PREVVIEW|Energy&SPECIAL>SETTITLE|*MV|%s -
View:\ !Este botón permite retroceder la pantalla, para
visualizar el boceto del modelo de Vensim
%s",
BUTTON,"Next",19,92,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,,,"SKETCH>NEXTVIEW|Energy&SPECIAL>SETTITLE|*MV|%s -
View:%s"\
, !Este botón permite avanzar la pantalla, para visualizar
el boceto del modelo de Vensim
BUTTON,"Print",54,90,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,,,"PRINT>Energy", !El botón junto al comando print
permite imprimir el boceto del modelo de Vensim
BUTTON,"+",37,85,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,,,"SKETCH>ZOOM|Energy|30", !El botón junto al comando
zoom permite acercar el boceto del modelo de Vensim
BUTTON,"-",37,92,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,,,"SKETCH>ZOOM|Energy|20", !El botón junto al comando
zoom permite alejar el boceto del modelo de Vensim
BUTTON,"Exit to Main Menu",71,90,22,6,L|Garet Book|12||0-
0-0,,,"",MAIN

```

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 188, la aplicación permite al usuario que tome una simulación del modelo en base a esta simulación previa, se realizaran los cambios de parámetros y posteriormente la obtención de los resultados. Esta programación permite a la Venapp, tener una simulación base para ser utilizada.

Figura 188

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Setupsimulation

```

:SCREEN SETUPSImulatio
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",30,5,40,90,,,,"",
TEXTONLY,"Simulation settings",50,15,,,C|Garet
Book|24|B|255-160-0,,,"",
BUTTON,"Select base simulation",50,32,30,6,C|Garet
Book|12||0-0-0,Ss,"SIMULATE>READRUNCHG&SIMULATE>RUNNAME|\
?Name the new simulation",SETUPSIM !Este comando abre una
Ventana emergente de la carpeta en la que esta guardado el
modelo de Vensim, para tomar una simulación

```

```

BUTTON,"Simulation based on changes (.cin)
file",50,42,30,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,Ss,"SIMULATE>READCIN|?Ch\
oose a changes file&SIMULATE>RUNNAME|?Name the new
scenario",SETUPSIM !Este comando permite leer archivos y
simulaciones ya realizadas y guardadas en un fichero
BUTTON,"Exit to Main Menu",50,80,20,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"",MAIN

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 189, muestra diferentes botones que lleva a otras pantallas para seleccionar los valores de las variables Gaming.

Figura 189

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Setupsim

```

:SCREEN SETUPSIM
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",20,5,60,90,,, "",
TEXTONLY,"Set Up the Model",50,10,,,C|Garet Book|24|B|255-
160-0,,, "",
TEXTONLY,"Simulate the Model",65,52,,,C|Garet
Book|24|B|128-192-0,,, "",
TEXTONLY,"Save Setup",35,52,,,C|Garet Book|24|B|0-128-
255,,, "",
BUTTON,"Energy module",35,20,20,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,,, "",Energy
BUTTON,"Water module",35,30,20,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,,, "",Water
BUTTON,"Food module",65,20,20,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,,, "",Food
BUTTON,"Socioeconomics module",65,30,20,6,C|Garet
Book|12||0-0-0,,, "",Socioeconomic
BUTTON,"Switch Scenarios",50,40,20,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,,, "",Scenarios
BUTTON,"SIMULATE",65,65,10,10,C|Garet Book|12||0-0-
0,,, "",RUNNING
!BUTTON,"GAME",75,65,40,10,C,,,STARTGAME
BUTTON,"Save setup as changes file
(.cin)",35,65,22,10,C|Garet Book|12||0-0-
0,,, "SIMULATE>WRITECIN|?Name the\
changes file",
BUTTON,"Exit to Main Menu",50,80,40,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,,, "",MAIN

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 190, se asocia con la pantalla para elegir el escenario a utilizar, mediante una slider, que toma valores entre 1 y 3.

Figura 190

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Scenarios

```
:SCREEN Scenarios
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",30,10,40,85,,,"",
!BUTTON,"GAME",75,65,40,10,C,,,"STARTGAME
SLIDEVAR,"Switch Scenarios base",40,45,20,10,H|Garet
Book|12||0-0-0,[1|3|1],"",
BUTTON,"Record changes and return to Modeling
Choices",33,75,33,5,L|Garet Book|12||0-0-0,Rr,"",SETUPSIM
!El botón lleva al usuario a la pantalla anterior guardando
los datos introducidos
BUTTON,"Return to Modeling Choices (cancel
changes)",33,85,33,5,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"CANCEL",SETUPSIM !El botón lleva al usuario a la
pantalla anterior sin guardar los datos introducidos
TEXTONLY,"Scenarios",42,15,15,10,|Garet Book|24|B|0-0-
128,,,"",
```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 191, pertenece a la pantalla del módulo de energía, en él se toman valores para cada variable con las sliders.

Figura 191

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Energy

```
:SCREEN Energy
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",17,8,65,85,,,"",
TEXTONLY,"PV",24,25,,|Garet Book|12|B|255-192-0,,,"",
SLIDEVAR,"PV Base",20,30,10,10,H,[3|8|1],"",
TEXTONLY,"Coal PP",23,45,,|Garet Book|12|B|255-192-0,,,"",
SLIDEVAR,"Coal PP Base",20,50,10,10,H,[3|8|1],"",
TEXTONLY,"Biomass PP",37,25,,|Garet Book|12|B|255-192-
0,,,"",
SLIDEVAR,"Biomass PP base",35,30,10,10,H,[3|8|1],"",
TEXTONLY,"Gas PP",37,45,,|Garet Book|12|B|255-192-0,,,"",
SLIDEVAR,"Gas PP base",35,50,10,10,H,[3|8|1],"",
TEXTONLY,"Wind",53,25,,|Garet Book|12|B|255-192-0,,,"",
SLIDEVAR,"Wind base",50,30,10,10,H,[3|8|1],"",
```

```

TEXTONLY,"Hydro",53,45,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,,,"",
SLIDEVAR,"Hydro base",50,50,10,10,H,[3|8|1],"",
TEXTONLY,"Oil",69,25,,,|Garet Book|12|B|255-192-0,,,"",
SLIDEVAR,"Oil Base",65,30,10,10,H,[3|8|1],"",
TEXTONLY,"ELECTRICITY ACCESS POLICIES",63,45,,,|Garet
Book|12|B|255-192-0,,,"",
SLIDEVAR,"ELECTRICITY TIER POLICY SATURATION
PARAMETER",65,50,10,10,H,[0|0.5|.1],"",
BUTTON,"Record changes and return to Modeling
Choices",25,73,50,5,L|Garet Book|12||0-0-0,Rr,"",SETUPSIM
BUTTON,"Return to Modeling Choices (cancel
changes)",25,83,50,5,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"CANCEL"SETUPS\
IM
TEXTONLY,"Energy",45,13,,,|Garet Book|24|B|255-160-0,,,"",

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 192, pertenece a la pantalla del módulo de agua, en él se toman valores para cada variable con las sliders.

Figura 192

Estructura de la Venapp de Inkomati Screen Water

```

:SCREEN Water
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",30,10,40,85,,,,"",
!BUTTON,"GAME",75,65,40,10,C,,,STARTGAME
TEXTONLY,"Water",46,15,,,|Garet Book|24|B|0-128-255,,,"",
TEXTONLY,"CC IMPACT ON WATER",43,30,,,|Garet Book|12|B|128-
192-255,,,"",
SLIDEVAR,"CC IMPACT ON WATER
base",40,35,20,10,H,[0.8|1.2|.1],"",
TEXTONLY,"ENVIROMENTAL WATER REQUEST",41,50,,,|Garet
Book|12|B|128-192-255,,,"",
SLIDEVAR,"ENVIROMENTAL WATER REQUEST
base",40,55,20,10,H,[0.05|0.4|.05],"",
BUTTON,"Record changes and return to Modeling
Choices",33,75,33,5,L|Garet Book|12||0-0-0,Rr,"",SETUPSIM
BUTTON,"Return to Modeling Choices (cancel
changes)",33,85,33,5,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"CANCEL",SETUP\
SIM

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 193, pertenece a la pantalla del módulo de comida, en él se toman valores para cada variable con las sliders.

Figura 193

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Food

```
:SCREEN Food
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",30,10,40,85,,, "",
!BUTTON,"GAME",75,65,40,10,C,,,STARTGAME
TEXTONLY,"Food",47,13,,,|Garet Book|24|B|0-128-0,,, "",
TEXTONLY,"Afforestation due to policies",43,23,,,|Garet
Book|12|B|128-192-0,,, "",
SLIDEVAR,"afforestation due to policies
base",40,28,20,10,H,[0.4|0.5|.01], "",
TEXTONLY,"Increment of cropland rainfed
demanded",38,43,,,|Garet Book|12|B|128-192-0,,, "",
SLIDEVAR,"increment of cropland rainfed demanded
base",40,48,20,10,H,[0.15|0.25|.05], "",
TEXTONLY,"Increment of cropland irrigated
demanded",38,62,,,|Garet Book|12|B|128-192-0,,, "",
SLIDEVAR,"increment of cropland irrigated demanded
base",40,67,20,10,H,[0.2|0.3|.01], "",
BUTTON,"Record changes and return to Modeling
Choices",33,80,33,5,L|Garet Book|12||0-0-0,Rr,,,SETUPSIM
BUTTON,"Return to Modeling Choices (cancel
changes)",33,86,33,5,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"CANCEL",SETUP\
SIM
```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 194, pertenece a la pantalla del módulo de socioeconomía, en él se toman valores para cada variable con las sliders.

Figura 194

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Socioeconomic

```
:SCREEN Socioeconomic
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",30,8,42,85,,, "",
!BUTTON,"GAME",75,65,40,10,C,,,STARTGAME
TEXTONLY,"Socioeconomics",41,12,,,|Garet Book|24|B|0-64-
128,,, "",
```

```

TEXTONLY,"FERTILITY  CHANGE",45,23,,,|Garet  Book|12|B|255-
160-0,,,"",
SLIDEVAR,"FERTILITY                                CHANGE
base",40,28,20,10,H,[0.8|1.2|.1],,"",
TEXTONLY,"TAXES  CHANGES",45,43,,,|Garet  Book|12|B|0-128-
255,,,"",
SLIDEVAR,"TAXES                                CHANGES
base",40,48,20,10,H,[0.8|1.2|.1],,"",
TEXTONLY,"Salary change",45,62,,,|Garet  Book|12|B|128-192-
0,,,"",
SLIDEVAR,"salary                                change
base",40,67,20,10,H,[0.8|1.2|.1],,"",
BUTTON,"Record  changes  and  return  to  Modeling
Choices",33,80,33,5,L|Garet  Book|12||0-0-0,Rr,"",SETUPSIM
BUTTON,"Return  to  Modeling  Choices  (cancel
changes)",33,86,33,5,L|Garet                                Book|12||0-0-
0,EeXx,"CANCEL",SETUP\
SIM

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 195, no es una pantalla que se muestre en la Venapp, es una pantalla que sirve como código para que al pulsar el botón “Simulate”, la aplicación genere la simulación de Venapp con los datos introducidos por el usuario.

Figura 195

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Running

```

:SCREEN RUNNING
SCREENFONT,Garet  Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
WIPTOOL,"GR1",5,5,90,80,,,CUSTOM>Energy1
COMMAND,"",0,0,0,0,,,MENU>RUN1|0 !Este comando permite que
la simulación se realice
COMMAND,"",0,0,0,0,,,SPECIAL>SETWBITEM|PRIORITIES          FOR
ALLOCATE NEW CAPACITY
CLOSESCREEN,"",0,0,0,0,,,OUTPUT1

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 196, muestra los resultados de la simulación de forma gráfica. El comando custom visualiza una gráfica que pertenece al modelo, en la primera pantalla :Screen Welcome, se puso el comando para que se leyese el documento .vgd que contenía gráficas realizadas manualmente, estas gráficas son las que se visualiza durante esta pantalla. Estas gráficas muestran varias variables.

Figura 196

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Output1

```

:SCREEN OUTPUT1
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",20,88,63,7,,,"",
TOOL,"E1",0,15,50,35,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>Energy1",
TOOL,"E2",50,15,50,35,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>Energy2",
TOOL,"W1",0,50,50,35,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>Water",
TOOL,"F1",50,50,50,35,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>Food",
BUTTON,"table mode",0,12,10,3,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>TEnergy1",
BUTTON,"table mode",0,85,10,3,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>TWater",
BUTTON,"table mode",90,12,10,3,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>TEnergy2",
BUTTON,"table mode",90,85,10,3,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>TFood",
BUTTON,"Perform detailed analysis",70,90,18,,C|Garet
Book|12||0-0-0,, "SPECIAL>ALIASSCREEN|ARETURN|OUTPUT1",\
ANALYSIS
BUTTON,"Next graphs",30,90,15,,C|Garet Book|12||0-0-
0,, "",OUTPUT2

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 197, muestra de la misma manera los archivos que pertenecen en el fichero .vgd, estas gráficas solo muestran una variable.

Figura 197

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Output 2

```

:SCREEN OUTPUT2
SCREENFONT,Garet Book|14||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",12,88,80,7,,,"",
TOOL,"E1",0,15,50,70,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>Economy1",
TOOL,"E2",50,15,50,70,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>Economy2",
BUTTON,"table mode",0,12,10,3,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>TEconomy1",
BUTTON,"table mode",90,12,10,3,|Garet Book|12||0-0-
0,, "CUSTOM>TEconomy2",

```

```

BUTTON,"Perform detailed analysis",50,90,20,,C|Garet
Book|12||0-0-0,,"SPECIAL>ALIASSCREEN|ARETURN|OUTPUT2",\
ANALYSIS
BUTTON,"Return to Main Menu",80,90,20,,C|Garet Book|12||0-
0-0,,"",MAIN
BUTTON,"Previous graphs",15,90,13,,|Garet Book|12||0-0-
0,,"",OUTPUT1

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 198, pertenece a la simulación para el juego, no es una pantalla que se muestre en la aplicación, esta pantalla permite que el modelo relacione y permita la interacción a tiempo real para el usuario.

Figura 198

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Startgame

```

:SCREEN STARTGAME
SCREENFONT,Times New Roman|12|B|0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
COMMAND,"",0,0,0,0,,GAME>GAMEINTERVAL|10
COMMAND,"",0,0,0,0,,MENU>GAME|0
CLOSESCREEN,"",0,0,0,0,,GAMECONTROL

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 199, muestra la tabla vacía que está programada por la programación anterior para que se vaya actualizando a medida que el usuario cambia parámetros y avanza o retrocede el tiempo. El tiempo pasa en intervalos de 10 años.

Figura 199

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Game Control

```

:SCREEN GAMECONTROL
SCREENFONT,Times New Roman|12|B|0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",5,5,30,90,,,"",
BITMAP,"Cuadra.bmp",55,69,30,20,,,"",
TEXTONLY,"Game Control",20,10,,C|Garet Book|24|BU|0-0-
0,,"",
RECTANGLE,"",13,20,15,7,C|Garet Book|12||0-0-0,,"",
TEXTONLY,"Time = ",21,22,,R|Garet Book|12||0-0-0,,"",
SHOWVAR,"Time%4.0f",21,22,,L|Garet Book|12||0-0-0,,"",
WIPTOOL,"GR1",40,10,58,55,|Garet Book|12||0-0-
0,,"CUSTOM>Food",
BUTTON,"Forward",20,30,,C|Garet Book|12||0-0-
0,Ff,"GAME>GAMEON",

```

```

BUTTON,"Backup",20,35,,,C|Garet Book|12||0-0-
0,Ff,"GAME>BACKUP",
TEXTONLY,"Afforestation due to policies",20,44,,,C|Garet
Book|12||0-0-0,, "",
SLIDEVAR,"afforestation due to policies
gaming",15,49,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,[0.4|0.5|.01], "",
TEXTONLY,"Increment of cropland rainfed
demanded",20,55,,,C|Garet Book|12||0-0-0,, "",
SLIDEVAR,"increment of cropland irrigated demanded
gaming",10,60,20,10,H|Garet Book|12||0-0-
0,[0.15|0.25|.05]\
, "",
TEXTONLY,"Increment of cropland irrigated
demanded",20,75,,,C|Garet Book|12||0-0-0,, "",
SLIDEVAR,"increment of cropland irrigated demanded
gaming",15,80,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,[0.2|0.3|.01], ""\
,
BUTTON,"Perform detailed analysis",20,87,,,C|Garet
Book|12||0-0-0,, "SPECIAL>ALIASSCREEN|ARETURN|GAMECONTROL\
",ANALYSIS
TEXTONLY,"End the Game and Return to Main
Menu",70,77,,,C|Garet Book|12|B|0-0-0,, "",
BUTTON,"End Game",70,82,,,C|Garet Book|12||0-0-
0,, "GAME>ENDGAME",MAIN

```

Fuente: Elaboración propia

La Figura 200, muestra la pantalla de análisis. Para el correcto funcionamiento del resto de pantallas a las que se accede con los botones de la pantalla de análisis, deben tener un modelo de simulación .vdfx seleccionado.

Figura 200

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Analysis

```

:SCREEN ANALYSIS
SCREENFONT,Garet Book|12|B|0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",30,5,40,90,,, "",
TEXTONLY,"Analysis Control",50,9,,,C|Garet Book|24|B|0-0-
128,, "",
BUTTON,"Select a variable for analysis",50,19,35,5,C|Garet
Book|12||0-0-0,4,"SPECIAL>SETWBITEM|TOT COST&SPE\
CIAL>VARSELECT|New variable to use",
BUTTON,"Load, unload, or reorder previous
runs",50,26,35,5,C|Garet Book|12||0-0-0,1,"MENU>LOAD_RUN",

```

```

BUTTON,"Change subscript selection",50,33,35,5,C|Garet
Book|12||0-0-0,8,"SPECIAL>SUBSCRIPT|?Choose a subscr\
ipt to control selection on",
TEXTONLY,"Results",0,40,100,,C|Garet Book|24|B|0-0-
128,, "",
BUTTON,"List differences between the first two loaded
runs",50,47,35,5,C|Garet Book|12||0-0-0,8,"",DIFF
BUTTON,"Display a predefined graph or
report",50,54,35,5,C|Garet Book|12||0-0-0,, "",RESULT
BUTTON,"Trace underlying causes using
Trees",50,61,35,5,C|Garet Book|12||0-0-0,5,"",CAUSE1
BUTTON,"Trace underlying causes using
Graphs",50,68,35,5,C|Garet Book|12||0-0-0,6,"",CAUSE2
BUTTON,"Trace the Uses of a variable",50,75,35,5,C|Garet
Book|12||0-0-0,7,"",USE
BUTTON,"Return to Menu",50,85,15,5,C|Garet Book|12||0-0-
0,, "",MAIN

```

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 201, se muestra la pantalla en la que se comparan dos simulaciones realizadas por diferentes simulaciones del modelo.

Figura 201

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Diff

```

:SCREEN DIFF
SCREENFONT,Times New Roman|12|B|0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",22,91,60,8,, "",
TEXTONLY,"Constant and table differences between first two
loaded scenarios",0,4,100,,C|Garet Book|15|B|0-0-0\
,, "",
TOOL,"D1",5,10,90,80,|Garet Book|12||0-0-
0,, "WORKBENCH>RUNS COMPARE",
BUTTON,"Print",30,92,10,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,Pp,"PRINT>D1",
BUTTON,"Analysis Control",70,92,15,6,C|Garet Book|12||0-0-
0,, "",ANALYSIS
ANYKEY,"",0,0,,0|Garet Book|12||0-0-0,, "",ANALYSIS

```

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 202, se muestra una gráfica o tabla seleccionada para el usuario una simulación tomada.

Figura 202

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Result

```
:SCREEN RESULT
SCREENFONT,Garet Book|12||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",9,88,74,10,,, "",
TOOL,"GR1",2,5,96,80,|Garet Book|12||0-0-0,, "CUSTOM>?Graph
to display",
BUTTON,"Select another graph or report",11,90,20,6,L|Garet
Book|12||0-0-0,, "CUSTOM>?Other graph|GR1",
BUTTON,"Print",38,90,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,, "PRINT>GR1",
BUTTON,"Copy",50,90,10,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,, "EXPORT>GR1",
BUTTON,"Analysis Control",68,90,13,6,L|Garet Book|12||0-0-
0,, "",ANALYSIS
```

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 203, en esta pantalla tras seleccionar una variable a visualizar, se mostrará de forma esquemática de todas las variables que afectan a una variable concreta.

Figura 203

Estructura de la Venapp de Inkomati Screen Cause1

```
:SCREEN CAUSE1
SCREENFONT,Garet Book|12||0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",10,50,30,40,,, "",
TEXTONLY,"Causal tracing -",12,54,50,,L|Garet Book|12|B|0-
0-128,, "",
WBVAR,"",20,54,,,L|Garet Book|12|B|0-0-128,, "",
TOOL,"TR1",2,6,96,42,|Garet Book|12||0-0-
0,, "WORKBENCH>CAUSES TREE",
BUTTON,"Graph based",12,61,18,,L|Garet Book|12||0-0-
0,Cc,"",CAUSE2
BUTTON,"Definition...",31,61,,,L|Garet Book|12||0-0-
0,Cc,"WORKBENCH>DOCUMENT",
BUTTON,"Uses - of current variable",12,68,18,,L|Garet
Book|12||0-0-0,Cc,"",USE
BUTTON,"Select a new variable to trace",12,75,18,,L|Garet
Book|12||0-0-0,Ss,"SPECIAL>VARSELECT|New variable\
for tracing",
BUTTON,"Analysis Control",12,82,18,,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"",ANALYSIS
TOOL,"GR1",60,50,40,50,|Garet Book|12||0-0-
0,, "WORKBENCH>STRIP GRAPH",
```

```
SETWB,"",0,0,,,|Garet Book|12||0-0-0,, "",CAUSE1
```

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 204, en esta pantalla se observa la ecuación matemática puesta en Vensim que afecta a la variable seleccionada.

Figura 204

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Cause2

```
:SCREEN CAUSE2
SCREENFONT,Times New Roman|12|B|0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",10,50,40,40,,, "",
TEXTONLY,"Causal tracing -",12,54,50,,|Garet Book|12|B|0-
0-128,, "",
WBVAR,"",22,54,,,L|Garet Book|12|B|0-0-128,, "",
TOOL,"TR1",60,0,40,100,|Garet Book|12||0-0-
0,, "WORKBENCH>CAUSES STRIP",
BUTTON,"Tree based",12,61,18,,L|Garet Book|12||0-0-
0,Cc,"",CAUSE1
BUTTON,"Uses - of current variable",12,68,18,,L|Garet
Book|12||0-0-0,Cc,"",USE
BUTTON,"Select a new variable to trace",12,75,18,,L|Garet
Book|12||0-0-0,Ss,"SPECIAL>SETWBITEM|POPULATION&S\
PECIAL>VARSELECT|New variable for tracing",
BUTTON,"Analysis Control",12,82,18,,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"",ANALYSIS
TOOL,"E1",2,8,58,40,|Garet Book|12||0-0-
0,, "WORKBENCH>DOCUMENT",
SETWB,"",0,0,,,|Garet Book|12||0-0-0,, "",CAUSE2
```

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 205, se muestra de forma lineal las variables que están relacionadas entre sí, siguiendo el ejemplo visual de los modelos de Vensim.

Figura 205

Estructura de la Venapp de Inkomati. Screen Use

```
:SCREEN USE
SCREENFONT,Times New Roman|12|B|0-0-0|-1--1--1
PIXELPOS,0
BITMAP,"kenya.bmp",0,0,100,100
BITMAP,"Cuadra.bmp",10,50,40,40,,, "",
TEXTONLY,"Uses of -",12,54,50,,|Garet Book|12|B|0-0-
128,, "",
WBVAR,"",20,54,,,L|Garet Book|12|B|0-0-128,, "",
```



```

TOOL,"TR1",2,6,96,42,|Garet Book|12||0-0-
0,, "WORKBENCH>USES TREE",
BUTTON,"Causes - of Current variable",12,61,18,,L|Garet
Book|12||0-0-0,Cc,"",CAUSE1
BUTTON,"Definition...",31,61,,,L|Garet Book|12||0-0-
0,Cc,"WORKBENCH>DOCUMENT",
BUTTON,"Causes - Graph Based",12,68,18,,L|Garet
Book|12||0-0-0,Cc,"",CAUSE2
BUTTON,"Select a new variable to trace",12,75,18,,L|Garet
Book|12||0-0-0,Ss,"SPECIAL>SETWBITEM|POPULATION&S\
PECIAL>VARSELECT|New variable for tracing",
BUTTON,"Analysis Control",12,82,18,,L|Garet Book|12||0-0-
0,EeXx,"",ANALYSIS
TOOL,"GR1",60,50,40,50,|Garet Book|12||0-0-
0,, "WORKBENCH>STRIP GRAPH",
SETWB,"",0,0,,,|Garet Book|12||0-0-0,, "",USE

```

Fuente: Elaboración propia