

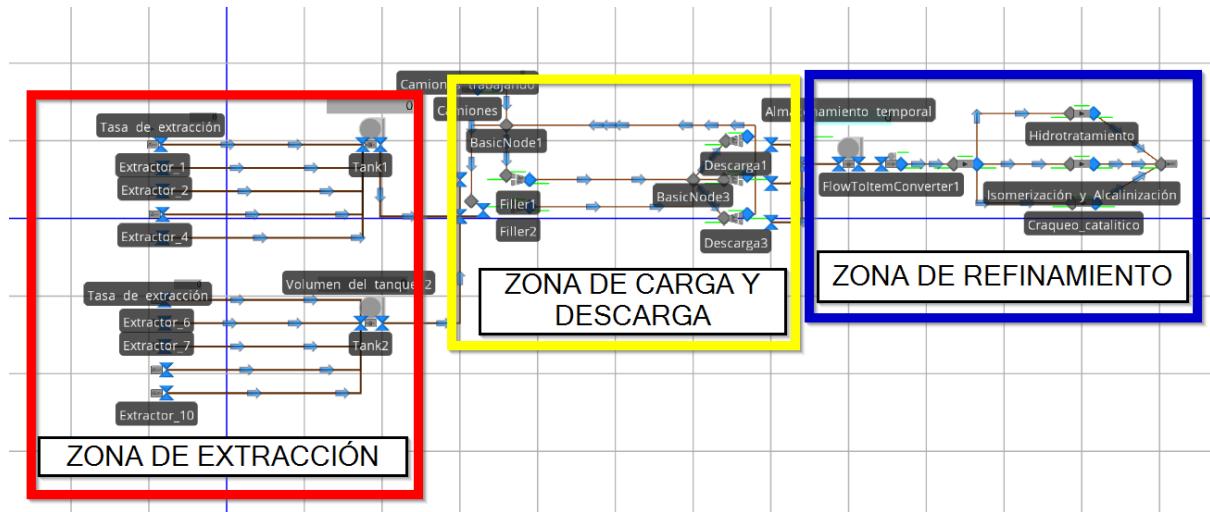
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ingeniería en Ciencias y Sistemas.  
Modelación y Simulación 2  
Ing. Miguel Angel Cancinos Rendon

# Proyecto Petrolera Quetzal

NOMBRE	CARNET
Moises David Maldonado de León	202010833
Angel David Torcelli Barrios	201801169
Eduardo Isaí Ajsivinac Xico	201503584
Andy Ezequiel Sanic Tiul	202006699
David Abraham Noriega Zamora	202113378
Joel Obdulio Xicará Ríos	201403975

# Documentación Técnica

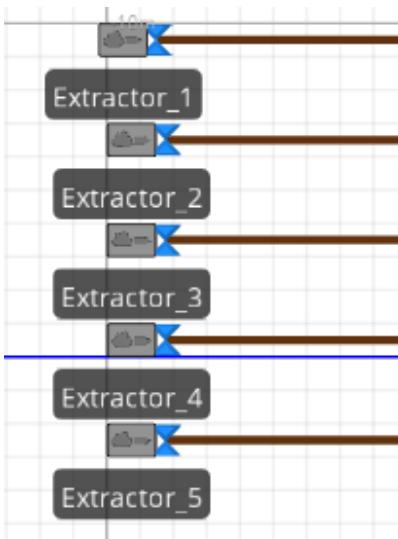
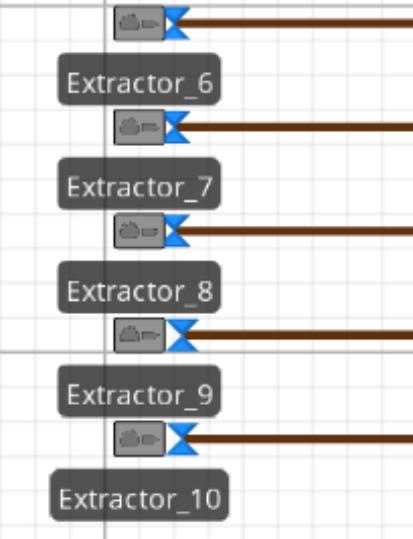
## Diseño del sistema



## Procesos utilizados en el sistema

### Extracción

#### Proceso de Extracción

Descripción	Modelo
Extractores de petróleo	 

Tasa de extracción  
de cada tanque 55  
metros cúbicos por  
minuto

Name	Object Type
▶ State Variables (Inherited)	
◀ State Variables	
tasaExtraccion_s	Real State Variable
tasaExtraccion_s2	Real State Variable

Se crea una variable para configurar la tasa de extracción del petróleo

Navigation: Model

- ModelFase2
- ModelEntity
- Model

Properties: tasaExtraccion\_s (Real State Variable)

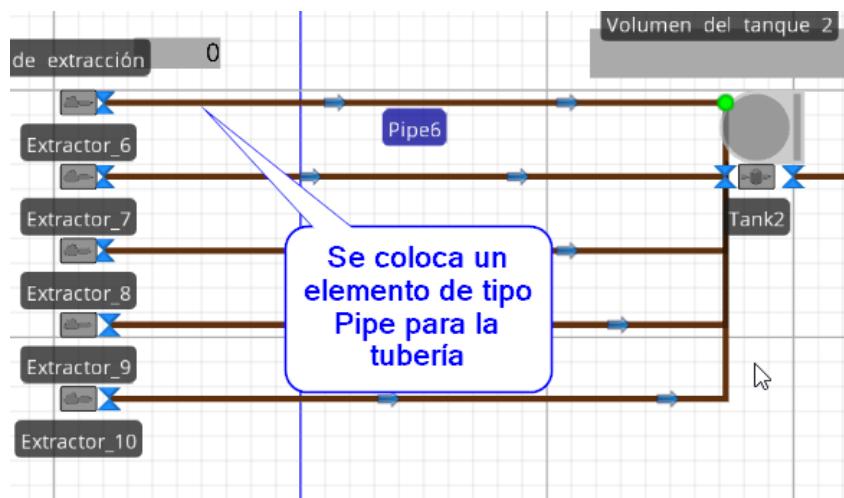
Value
Dimension Type: Scalar
Unit Type: Unspecified
Initial State Value: 55
Auto Reset When State Is Cleared: False
Detailed Description:

Advanced Options

General
Name: tasaExtraccion_s
Description:
Public: True

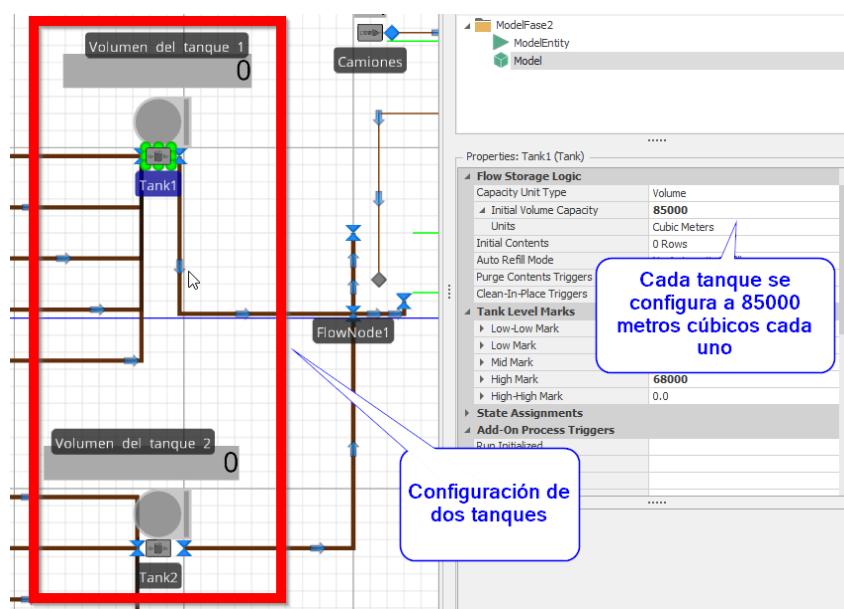
Se configura el valor de la tasa, a 55 metros cúbicos por minuto

Tubería de 1km

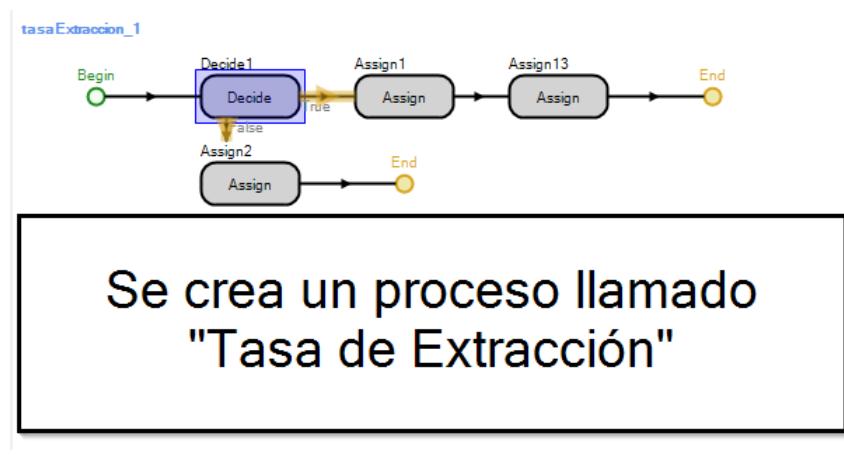




2 Tanques de almacenamiento de 85000 metros cúbicos cada uno



Proceso para la capacidad de almacenamiento de cada tanque.



The screenshot shows a software interface for a simulation or control system. At the top, there is a 'Basic Logic' configuration window with the following settings:

Decide Type	ConditionBased
Condition Or Probability	Tank1.FlowContainer.Contents.Volumen > 68000

Below this is a text box containing the following logic:

Si el tanque llega al 80% de su volumen, va a Assign1, sino va a Assign2  
( $85000 * 0.8 = 68000$ )

Further down, there is a callout bubble with the text:

Assign 1 indica que el tanque llegó al 80% del volumen

At the bottom, the 'Properties' panel for 'Assign1' is shown:

State Variable Name	tasaExtraccion_s
New Value	36.67
Assignments (More)	0 Rows

Below the properties panel, another callout bubble contains the following text:

Se asigna la nueva tasa de extracción, que es 2/3 de la tasa actual.  
 $55 * 2/3 = 36.67$

Assign 2, cuando el tanque está igual o menor al 80% de su capacidad

Properties: Assign2 (Assign Step Instance)

Basic Logic

State Variable Name	tasaExtraccion_s
New Value	55
Assignments (More)	0 Rows

Advanced Options

General

Se asigna la tasa original, que es 55 metros cúbicos

Finalmente, se le asigna la tasa a la salida del tanque

Properties: Assign13 (Assign Step Instance)

Basic Logic

State Variable Name	Output@Tank1.FlowRegulator.Ena...
New Value	True
Assignments (More)	0 Rows

Advanced Options

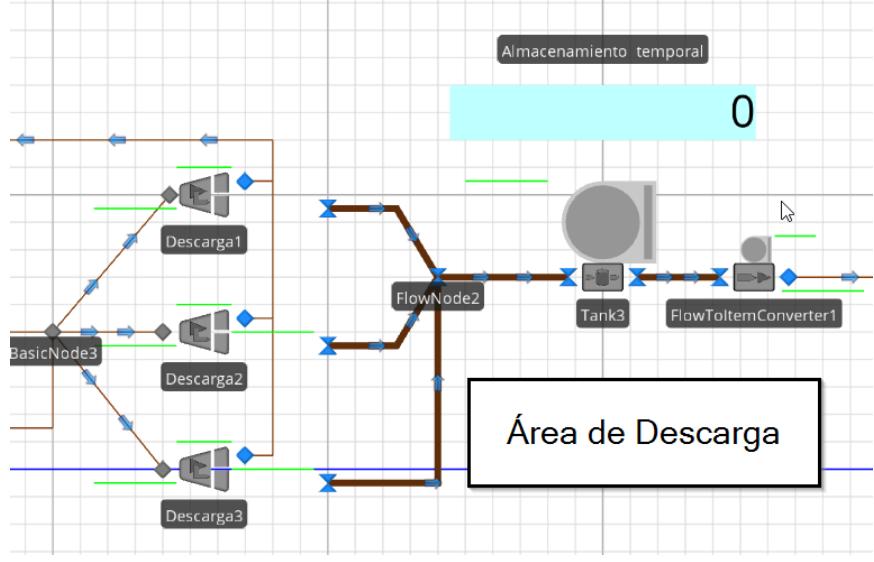
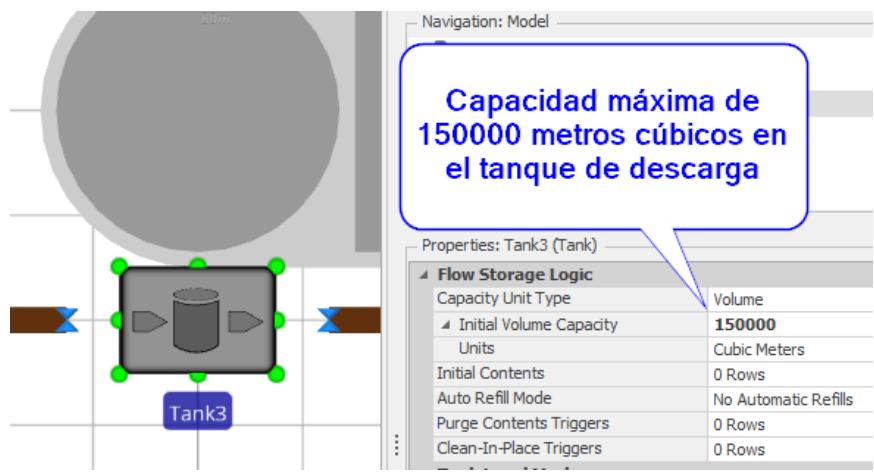
General

## Transporte de Crudo a la refinadora

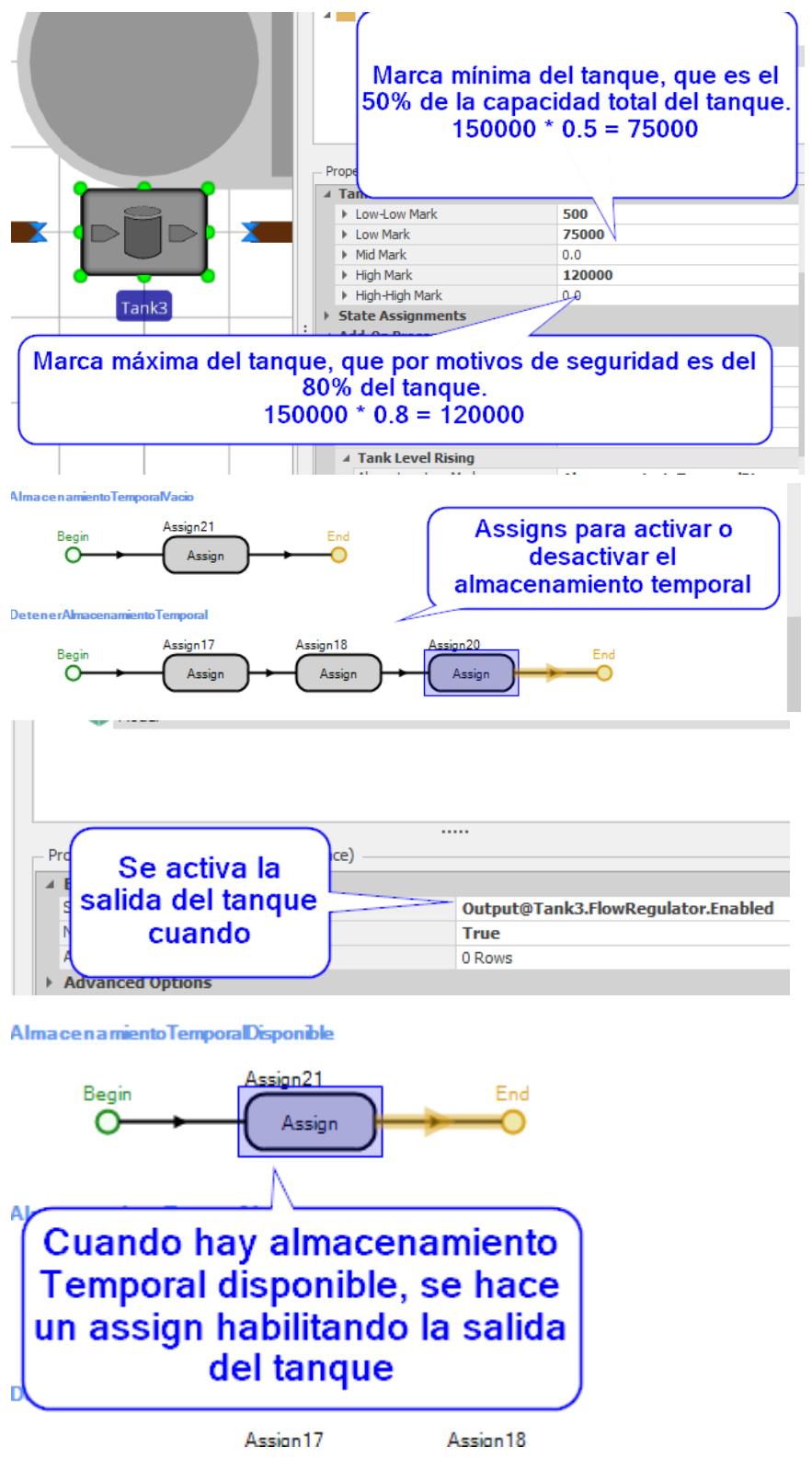
Descripción	Modelo
<p>Flota de 15 camiones con una capacidad de 40 metros cúbicos</p>  <p>Diagrama de simulación que muestra la salida de una flota de 15 camiones. Un generador de entidades (Camiones) emite 15 entidades (ContainerEntity1) en un espacio de almacenamiento (0). Cada camión tiene una capacidad de 40 metros cúbicos. La velocidad deseada es de 80 km/h. Los camiones se dirigen a través de un sistema de rutas para llegar a su destino.</p>	<p><b>Salida de la flota de Camiones</b></p> <p><b>Cantidad de 15 camiones</b></p> <p><b>Capacidad de cada camión de 40 metros cúbicos</b></p> <p><b>Velocidad de cada camión de 80km/h</b></p> <p><b>Properties: Camiones (Source)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entity Type: ContainerEntity1</li> <li>Arrival Mode: Interarrival Time</li> <li>Time Offset: 0.0</li> <li>Interarrival Time: Random.Exponential(10)</li> <li>Entities Per Arrival: 1</li> <li>Stopping Conditions</li> <li>On Arrivals: 15</li> <li>Ent Name: Logic</li> <li>Row Referencing</li> </ul> <p><b>Flow Storage Logic</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacity Unit Type: Volume</li> <li>Initial Volume Capacity: 40</li> <li>Units: Cubic Meters</li> <li>Initial Contents: 0 Rows</li> </ul> <p><b>Travel Logic</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Initial Desired Speed: 80</li> <li>Units: Kilometers per Hour</li> <li>Initial Travel Mode: Network If Possible</li> <li>Initial Network: Global</li> <li>Network Turnaround Method: Exit &amp; Re-enter</li> <li>Free Space Steering Behavior: Direct To Destination</li> </ul> <p><b>Se crean dos Fillers para simular la atención de dos camiones en simultáneo</b></p>

# Refinadora

## Almacenamiento Temporal

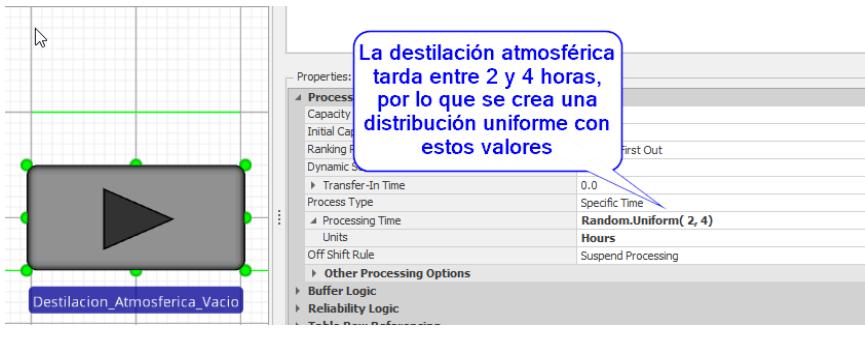
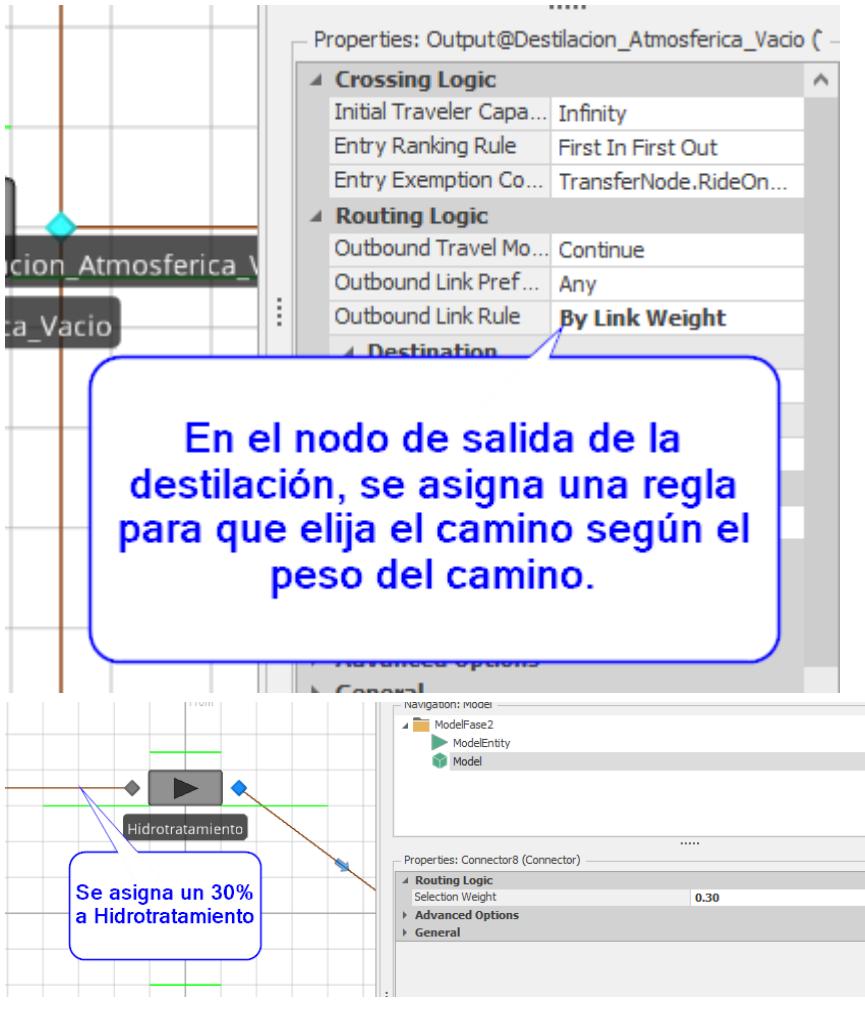
Descripción	Modelo																		
Área de Descarga																			
Capacidad de 150000 metros cúbicos en el área en donde los camiones descargan el crudo	 <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Properties: Tank3 (Tank)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Flow Storage Logic</td> </tr> <tr> <td>Capacity Unit Type</td> <td>Volume</td> </tr> <tr> <td>Initial Volume Capacity</td> <td>150000</td> </tr> <tr> <td>Units</td> <td>Cubic Meters</td> </tr> <tr> <td>Initial Contents</td> <td>0 Rows</td> </tr> <tr> <td>Auto Refill Mode</td> <td>No Automatic Refills</td> </tr> <tr> <td>Purge Contents Triggers</td> <td>0 Rows</td> </tr> <tr> <td>Clean-In-Place Triggers</td> <td>0 Rows</td> </tr> </table>	Properties: Tank3 (Tank)		Flow Storage Logic		Capacity Unit Type	Volume	Initial Volume Capacity	150000	Units	Cubic Meters	Initial Contents	0 Rows	Auto Refill Mode	No Automatic Refills	Purge Contents Triggers	0 Rows	Clean-In-Place Triggers	0 Rows
Properties: Tank3 (Tank)																			
Flow Storage Logic																			
Capacity Unit Type	Volume																		
Initial Volume Capacity	150000																		
Units	Cubic Meters																		
Initial Contents	0 Rows																		
Auto Refill Mode	No Automatic Refills																		
Purge Contents Triggers	0 Rows																		
Clean-In-Place Triggers	0 Rows																		

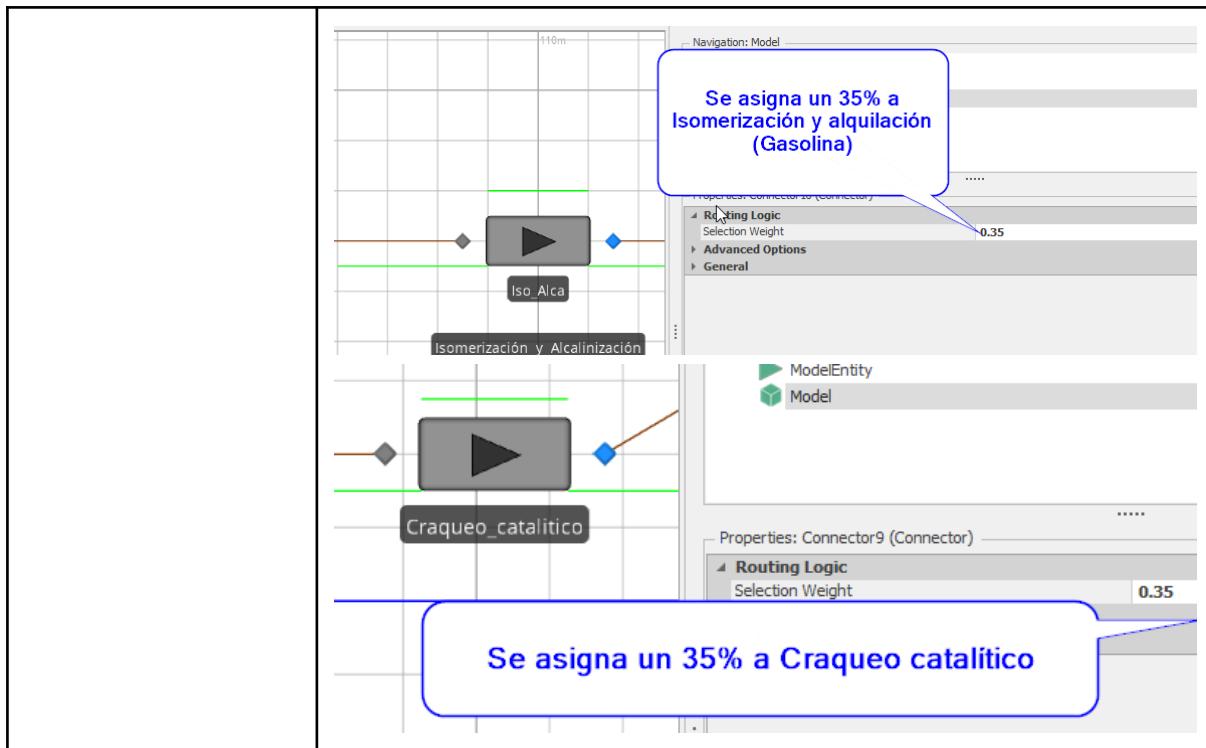
Capacidad máxima (80%) y mínima (50%) por reglas de seguridad y prácticas del negocio



	<p>ModelEntity</p> <p>Model</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: fit-content;"> <b>Se habilita el regulador de flujo en el tanque de almacenamiento temporal</b> </div> <p>Properties: Assign21 (Assign Step Instance)</p> <table border="1" style="width: fit-content; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">Basic Logic</td></tr> <tr><td>State Variable Name</td><td>Output@Tank3.FlowRegulator.Enabled</td></tr> <tr><td>New Value</td><td>True</td></tr> <tr><td>Assignments (More)</td><td>0 Rows</td></tr> <tr><td colspan="2">Advanced Options</td></tr> <tr><td colspan="2">General</td></tr> </table>	Basic Logic		State Variable Name	Output@Tank3.FlowRegulator.Enabled	New Value	True	Assignments (More)	0 Rows	Advanced Options		General	
Basic Logic													
State Variable Name	Output@Tank3.FlowRegulator.Enabled												
New Value	True												
Assignments (More)	0 Rows												
Advanced Options													
General													
Vaciado de 3 camiones simultáneamente	<p>The diagram illustrates a process flow for simultaneous unloading of three trucks. A central flow node (FlowNode2) has three outgoing paths. Each path consists of a brown line segment followed by a blue diamond connector. The first path leads to a symbol representing a dump truck, labeled "Descarga1". The second path leads to another dump truck symbol, labeled "Descarga2". The third path leads to a third dump truck symbol, labeled "Descarga3".</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content;"> <p><b>Se crearon 3 "Emptiers" para simular los tres camiones descargando de forma simultánea</b></p> </div>												

## Destilación atmosférica y al vacío

Descripción	Modelo
Duración de 2 - 4 horas	 <p>La destilación atmosférica tarda entre 2 y 4 horas, por lo que se crea una distribución uniforme con estos valores</p>
Porcentaje de la producción total de cada producto	 <p>En el nodo de salida de la destilación, se asigna una regla para que elija el camino según el peso del camino.</p> <p>Se asigna un 30% a Hidrotratamiento</p>

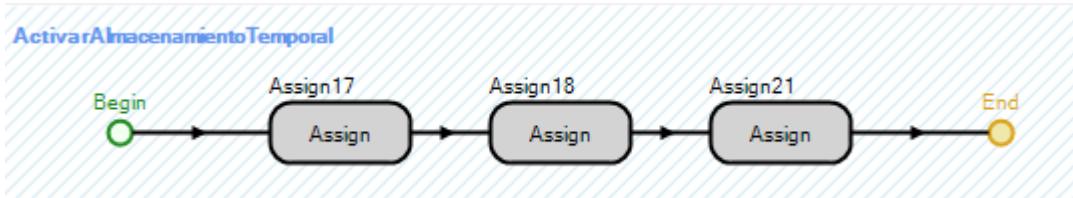


## Process utilizados

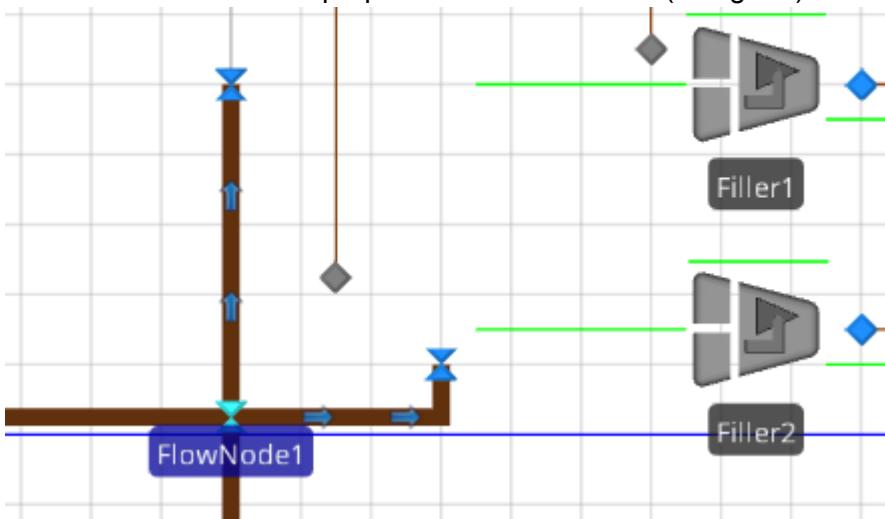
En total se crearon 10 “Process”, los cuales van asignados principalmente al área de almacenamiento temporal (llenado y vaciado) del tanque, para controlar que el tanque se mantenga entre el 50% y 80% de la capacidad y al área financiero.

### El proceso “Activar Almacenamiento Temporal”:

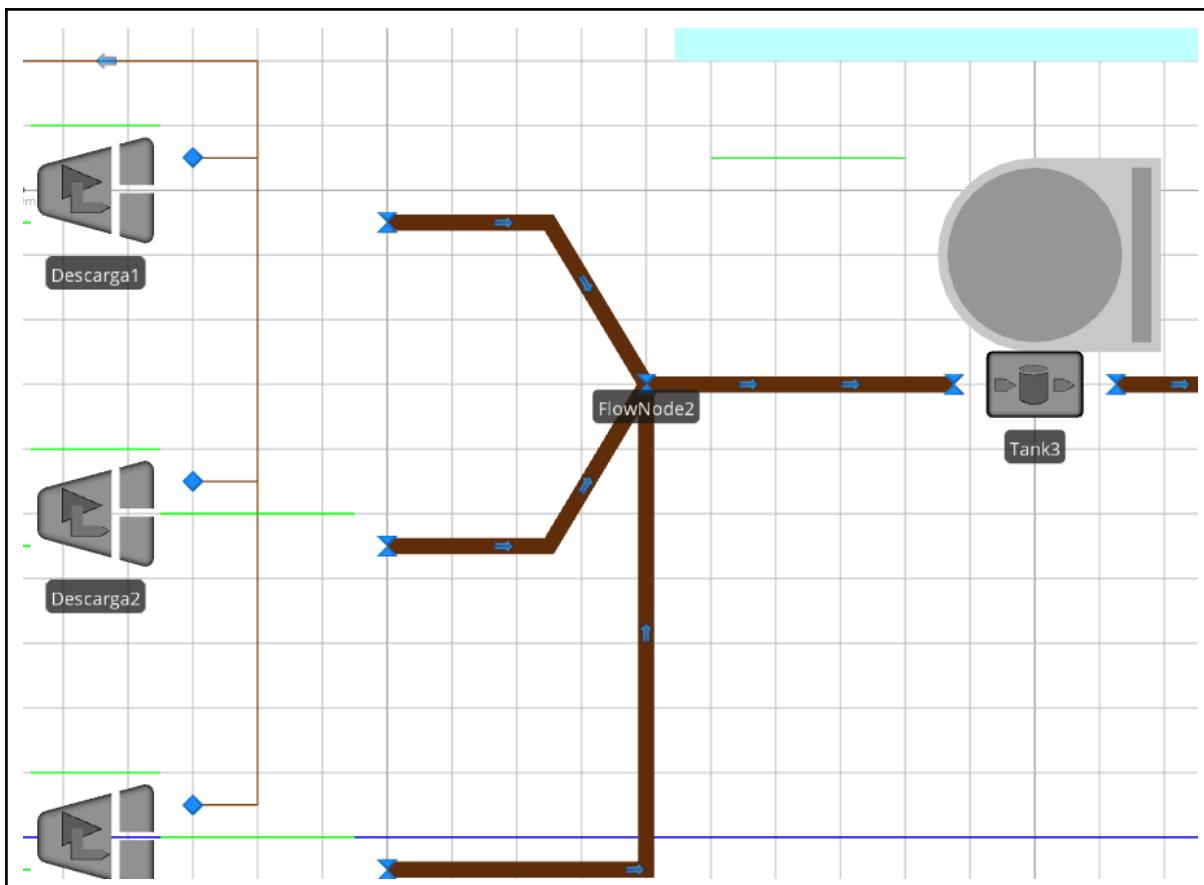
- Activa el “Regulador de flujo” en el almacenamiento temporal, que dan paso de flujo de petróleo hacia el **área de llenado** de camiones (Assign 17) P
- Permite el paso de petróleo del **área de descarga**, al tanque de almacenamiento temporal (Assign 18)
- Bloquea el flujo de **salida** del tanque de almacenamiento temporal, permitiendo así que se llene (Assign 21)



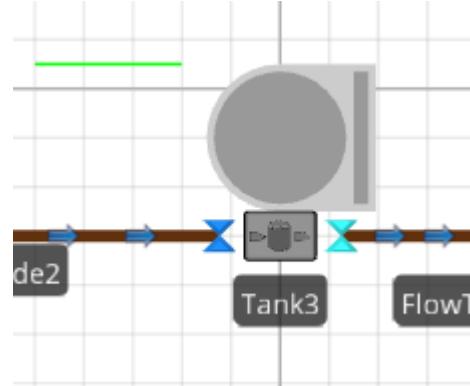
Realiza un “Enable” a la propiedad del FlowNode1 (Assign17)



Realiza “Enable” a la propiedad del FlowNode2 (Assign18)



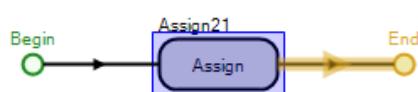
Realiza un “Disable” a la salida del Tanque 3 (Assign21)



#### El proceso “Almacenamiento Temporal Disponible”:

Activa la salida del regulador del tanque, cuando este está arriba de la marca baja.  
(Assign21)

AlmacenamientoTemporalDisponible



Output@Tank3.FlowRegulator.Enabled

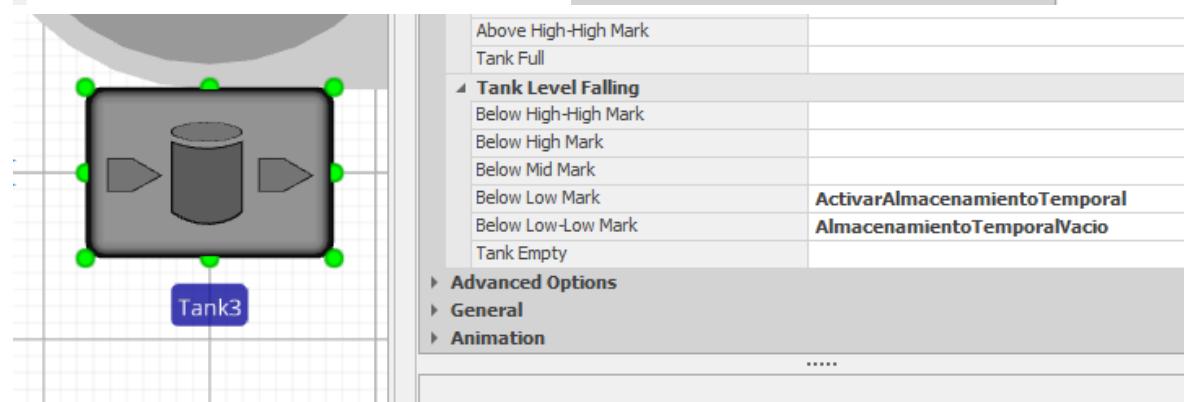
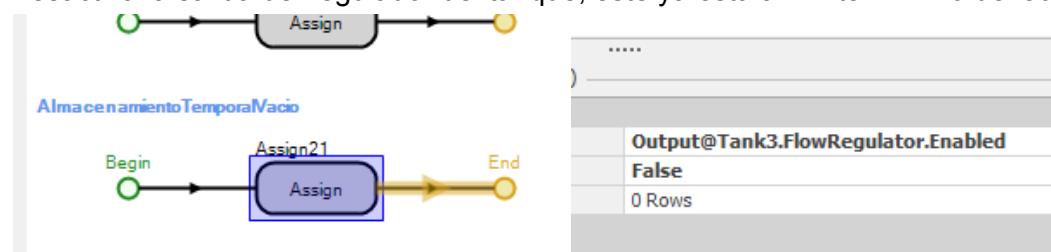
True

0 Rows



### El proceso “Almacenamiento Temporal Vacío”:

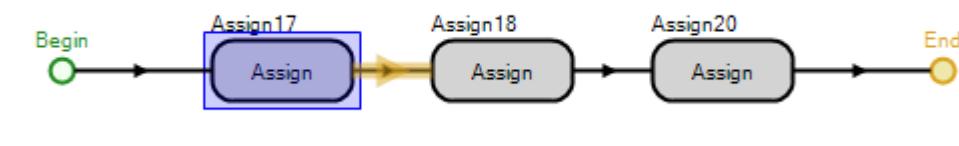
Desactiva la salida del regulador del tanque, este ya está al límite mínimo del 50%



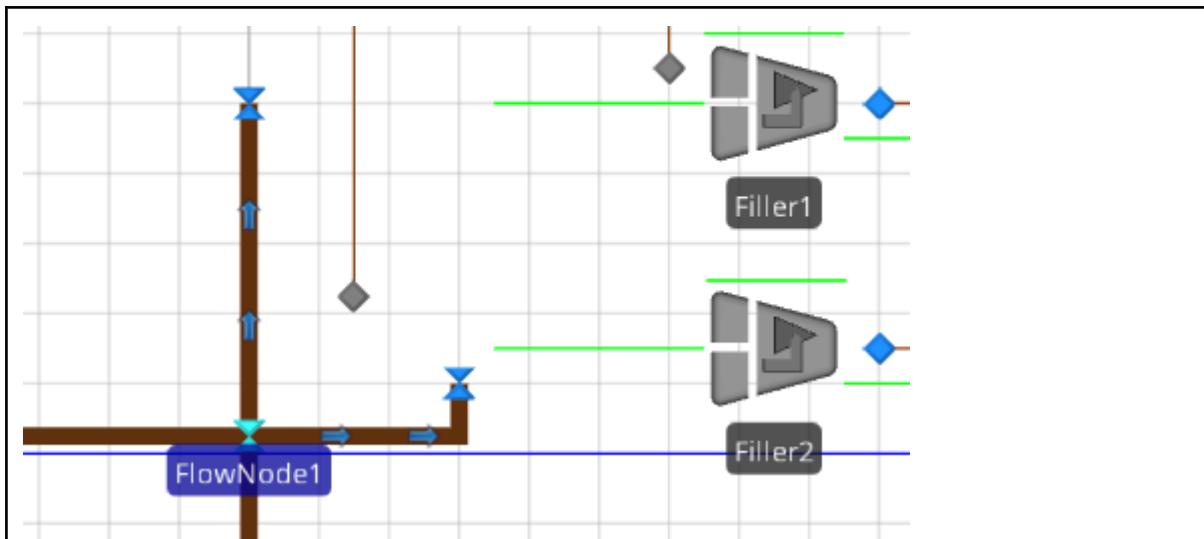
### El proceso “Detener Almacenamiento Temporal”:

- Desactiva el “Regulador de flujo” en el almacenamiento temporal, que dan paso de flujo de petróleo hacia el **área de llenado** de camiones (Assign 17) P
- Detiene el paso de petróleo del **área de descarga**, al tanque de almacenamiento temporal (Assign 18)
- Activa el flujo de **salida** del tanque de almacenamiento temporal, permitiendo así que se llene (Assign 20)

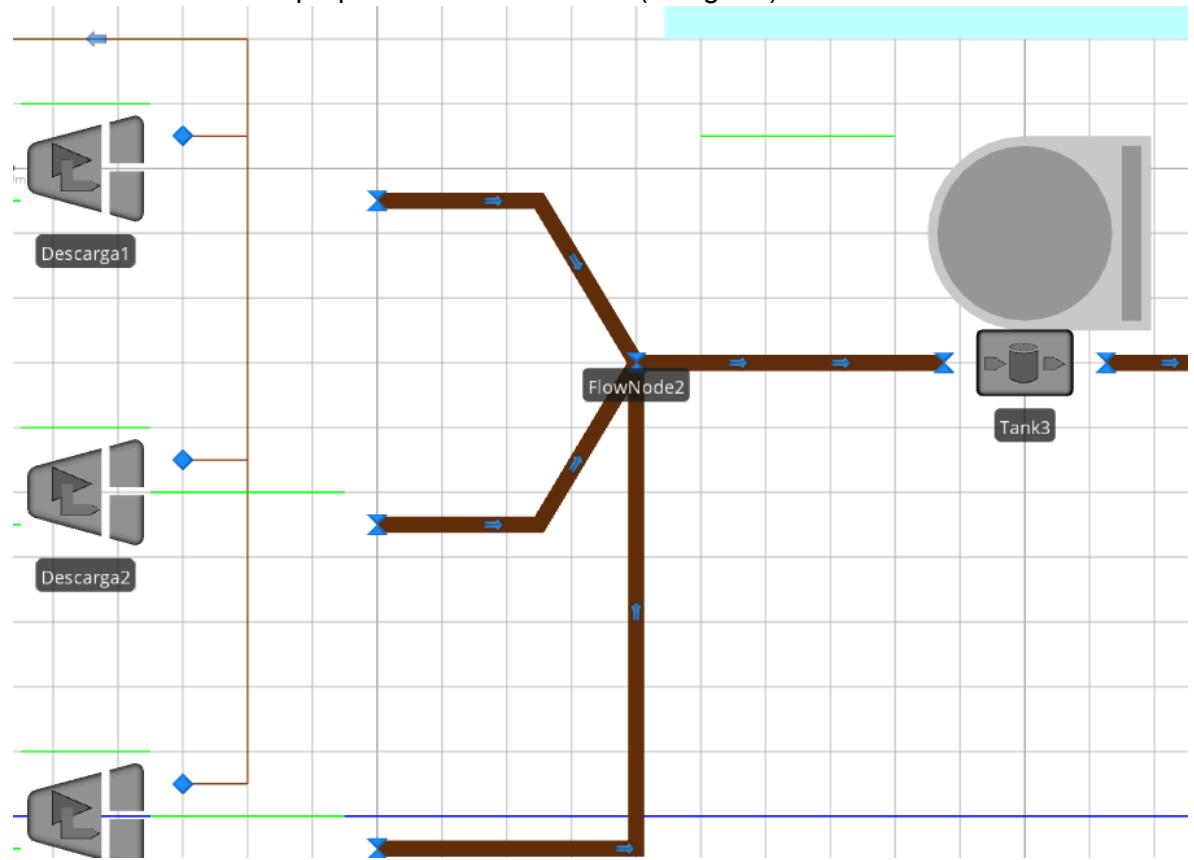
#### DetenerAlmacenamientoTemporal



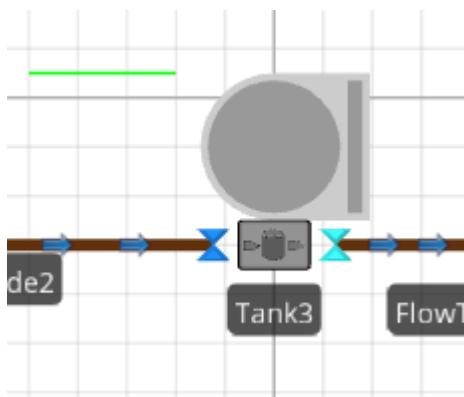
Realiza un “Disable” a la propiedad del FlowNode1 (Assign17)



Realiza “Disable” a la propiedad del FlowNode2 (Assign18)

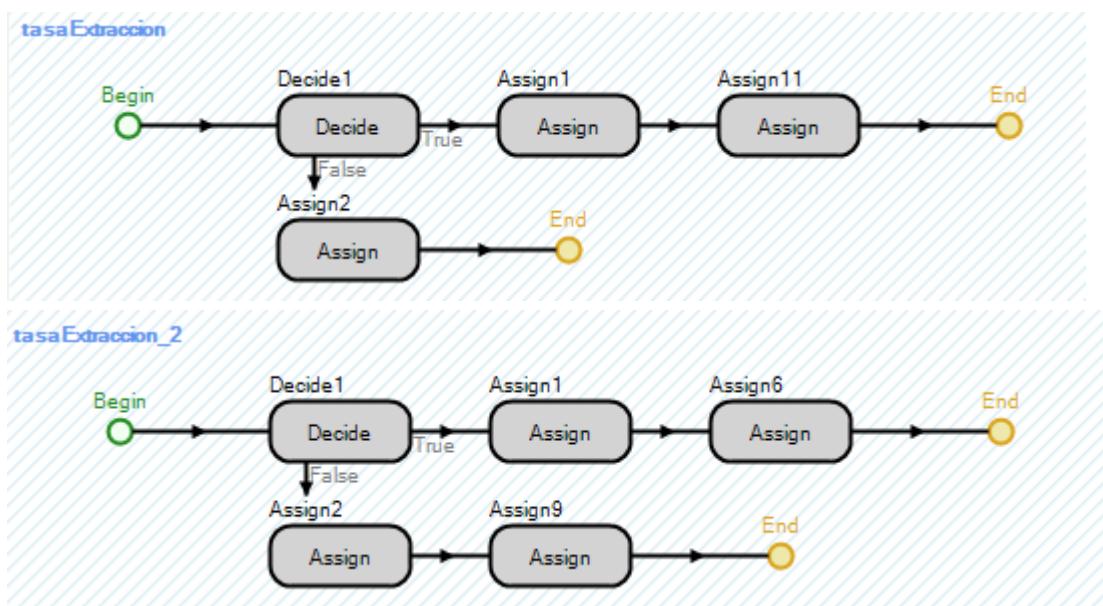


Realiza un “Enable” a la salida del Tanque 3 (Assign20)



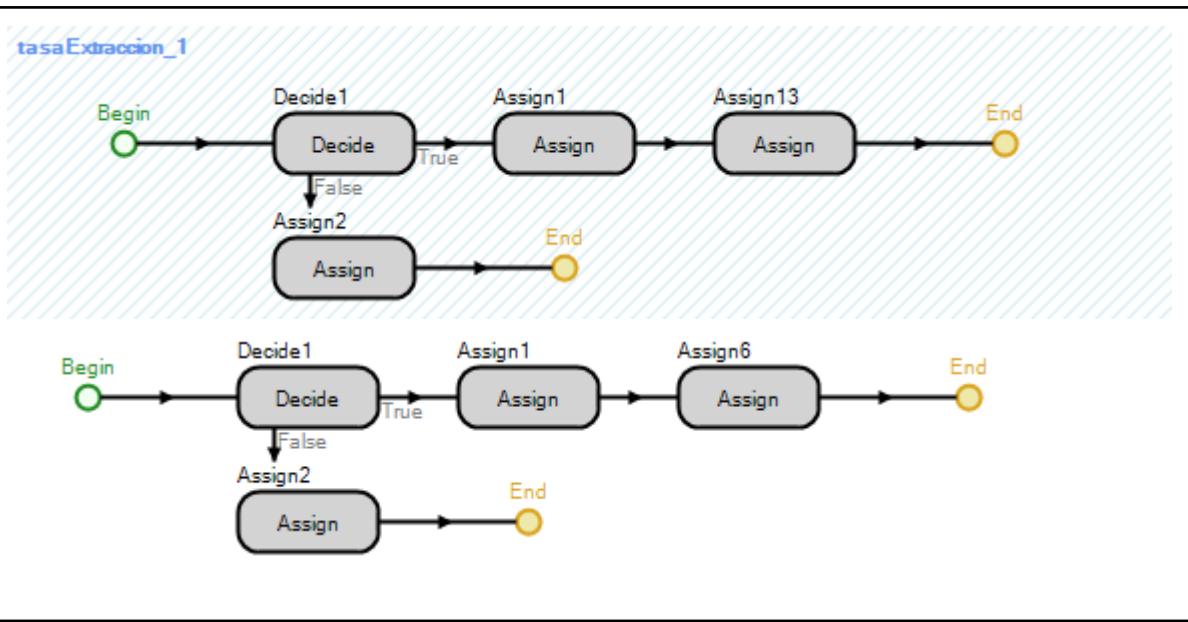
#### Los procesos “tasa extracción” y “Tasa Extracción 2”:

- Verifican que la capacidad de cada tanque (se crean dos procesos, uno para cada tanque, tasaExtraccion para tanque 1 y tasaExtraccion\_2 para el tanque 2) sea menor a los 68000 metros cúbicos de petróleo.
  - Si es menor, asigna la tasa de extracción a 55 metros cúbicos por minuto y la salida del tanque se desactiva
  - Si es mayor, asigna la tasa de extracción a 36.67 metros cúbicos por minuto



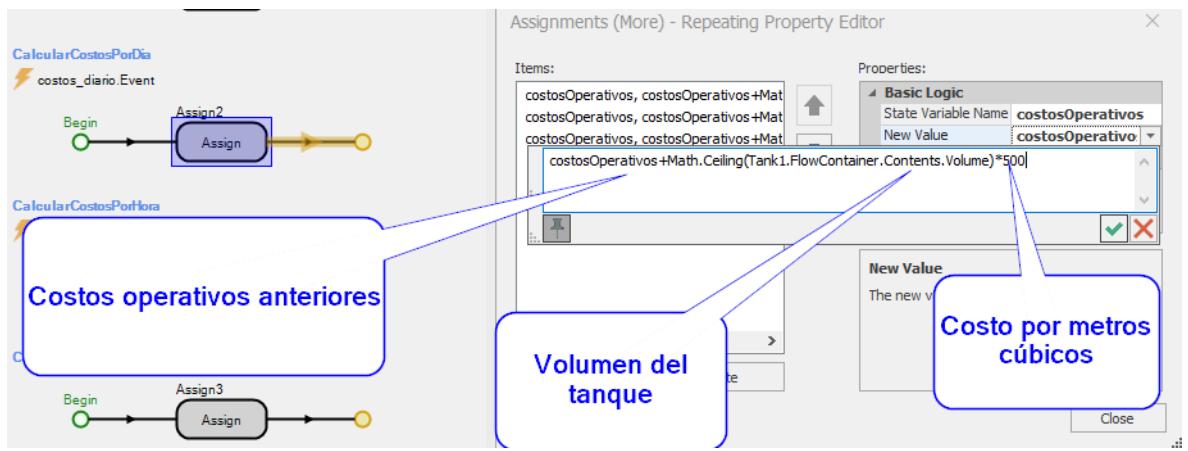
#### Los procesos “tasa extracción 1” y “Tasa Extracción 2\_1”:

- Verifican que la capacidad de cada tanque (se crean dos procesos, uno para cada tanque, tasaExtraccion para tanque 1 y tasaExtraccion\_2 para el tanque 2) sea mayor a los 68000 metros cúbicos de petróleo.
  - Si es menor, asigna la tasa de extracción a 55 metros cúbicos por minuto
  - Si es mayor, asigna la tasa de extracción a 36.67 metros cúbicos por minuto y la salida del tanque se Activa



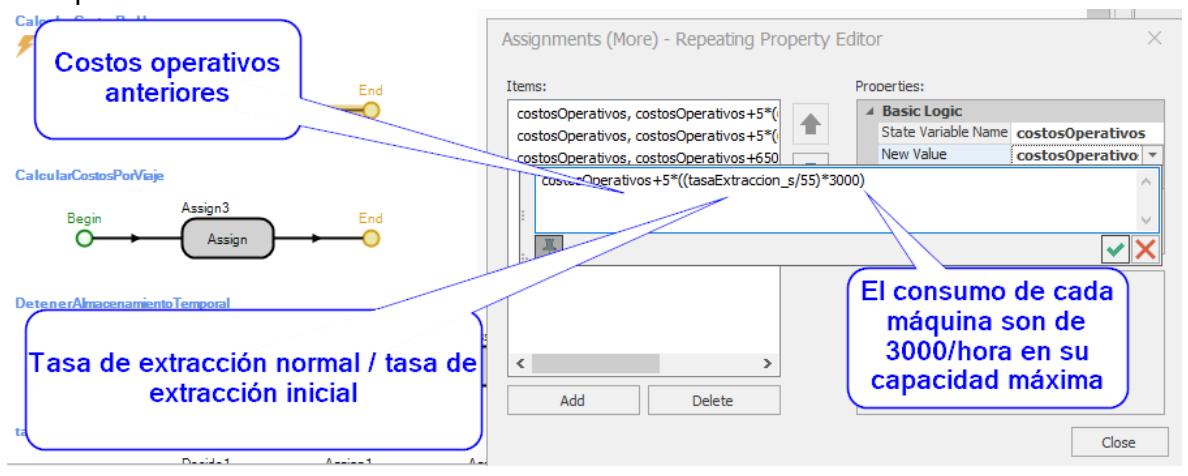
### El proceso “Calcular Costos Por Día”:

Se utilizan mediante un trigger, en el cual, a los costos operativos les suma el valor del costo por volumen por cada uno de los tanques (Que son 500 por metro cúbico)



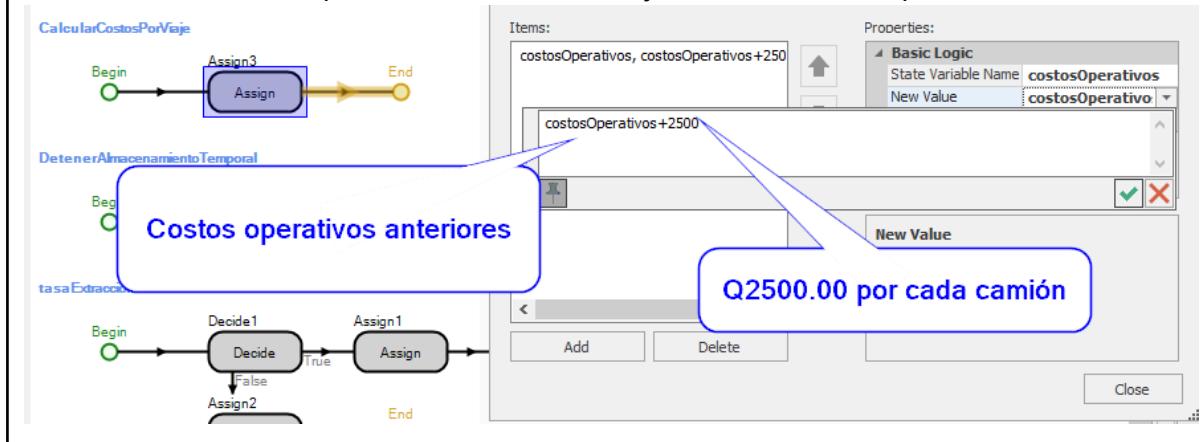
### El proceso “Calcular Costos Por Viaje”:

Se utilizan mediante un trigger, en el que el consumo de cada máquina es de 3000/hora en capacidad máxima



## El proceso “Costos por Viaje”

Se suma a los costos operativos, el valor del viaje de cada camión que son Q2500.00



## Descripción de los estados

Únicamente se crearon tres variables de estados, las cuales son las tasas de extracción y los costos operativos totales.

**Tasa de extracción:** esto debido a que los demás valores (descritos anteriormente) se trabajaron directamente sobre el objeto que lo requería. La tasa de extracción corresponde a la zona de extracción. Se realizaron dos variables, una para cada uno de los tanques de almacenamiento.

Se utilizó una variable para cada tanque debido a que la capacidad del tanque no será la misma al mismo tiempo para cada tanque, es decir, un tanque puede estar “más lleno” que otro y alcanzar el 80% en diferente momento, por lo que la tasa de extracción será distinta para cada tanque.

State Variables	
tasaExtraccion_s	Real State Variable
tasaExtraccion_s2	Real State Variable

**Costos Operativos:** Los costos operativos se almacenan en la variable costosOperativos, los cuales se llenan diariamente, por hora y cuando un camión realiza un viaje.

State Variables	
tasaExtraccion_s	Real State Variable
tasaExtraccion_s2	Real State Variable
costosOperativos	Real State Variable

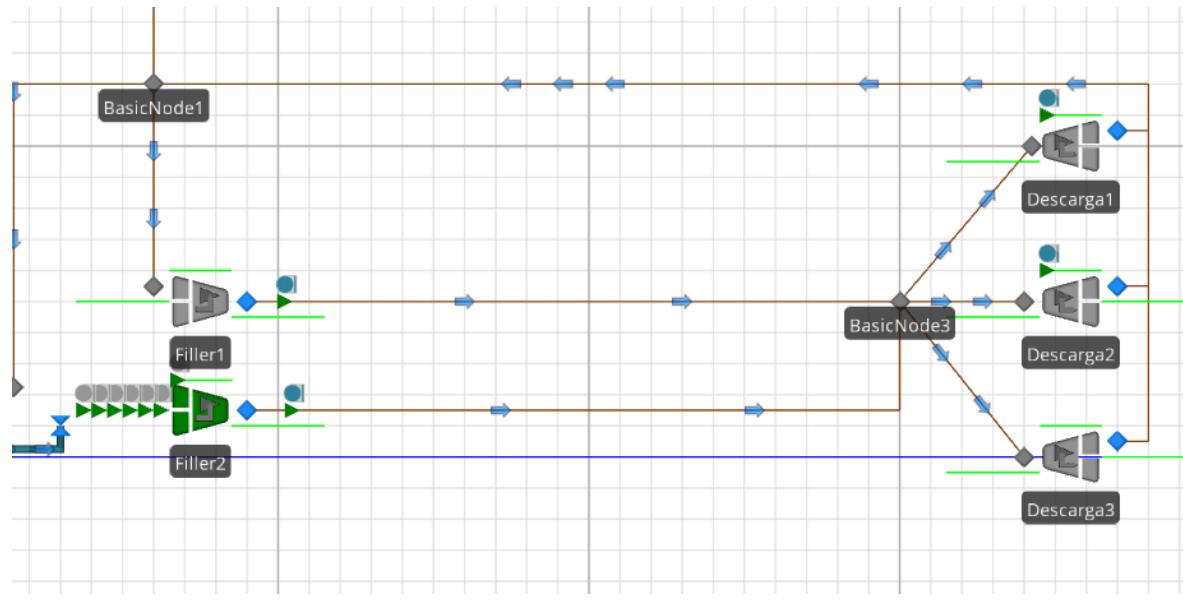
# Conclusión de los resultados

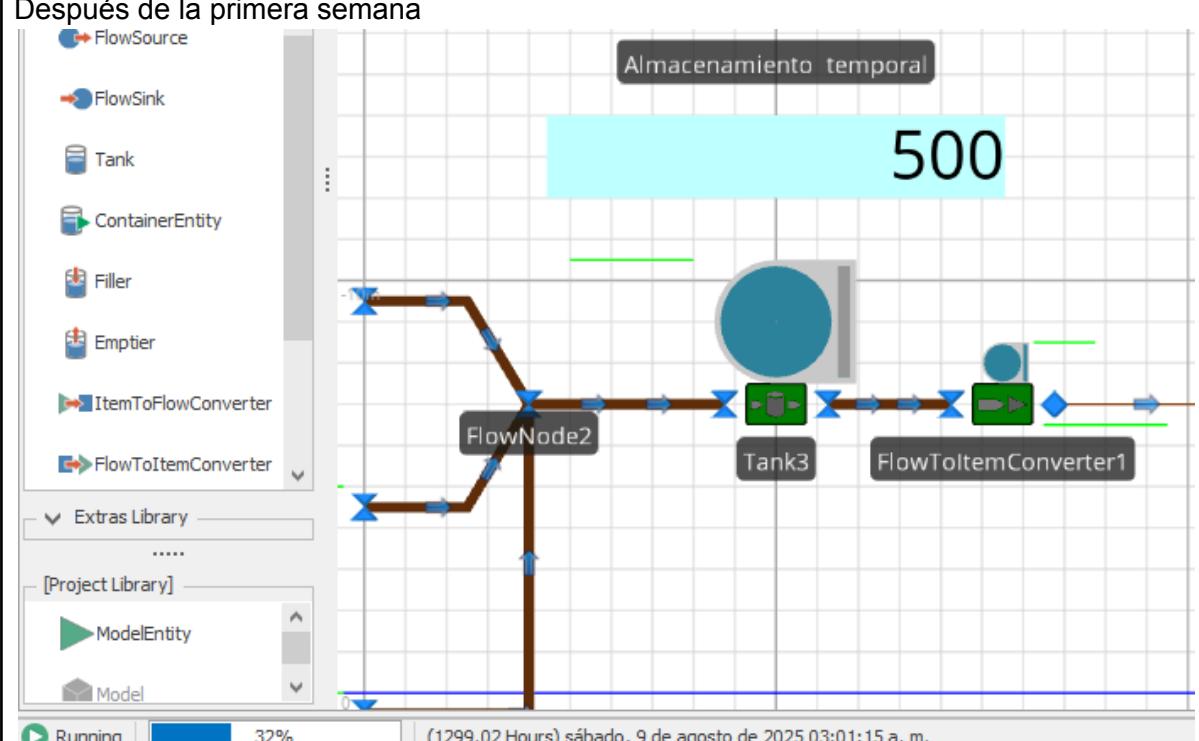
Después de una simulación de 2 días, estos son los resultados de la simulación.

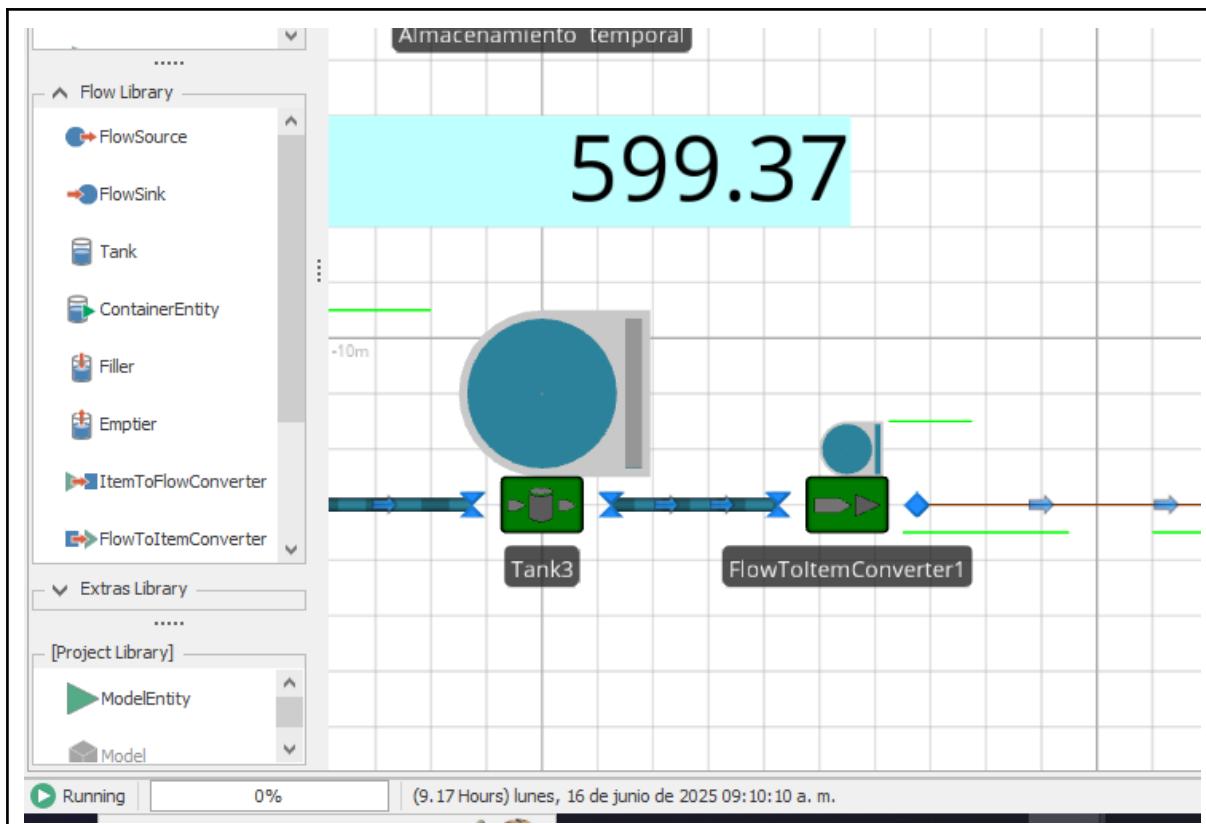
<b>Zona de Extracción</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La tasa de extracción, está a 55.</li><li>• El volumen actual del tanque, es 1242.75 metros cúbicos cada uno.</li></ul> <p>Podemos decir, que la capacidad de los tanques se mantienen regularmente iguales. Esto debido a que se conectaron 5 extractores por cada tanque y la tasa de extracción la misma para cada uno.</p>
<p>The diagram illustrates a process flow for extracting liquid from two tanks. On the left, there are two vertical columns of extractors. The top column is labeled 'Tasa de extracción 55' and contains five extractors: Extractor_1, Extractor_2, Extractor_3, Extractor_4, and Extractor_5. The bottom column is also labeled 'Tasa de extracción 55' and contains five extractors: Extractor_6, Extractor_7, Extractor_8, Extractor_9, and Extractor_10. Arrows from each extractor point to a central vertical pipe. From this pipe, arrows point to two tanks: 'Tank1' at the top and 'Tank2' at the bottom. Above Tank1, a callout box displays 'Volumen del tanque 1' and '1242.75'. Above Tank2, another callout box displays 'Volumen del tanque 2' and '1242.75'. The tanks are represented by blue circles with a gauge icon.</p>	

### Zona de Carga y Descarga

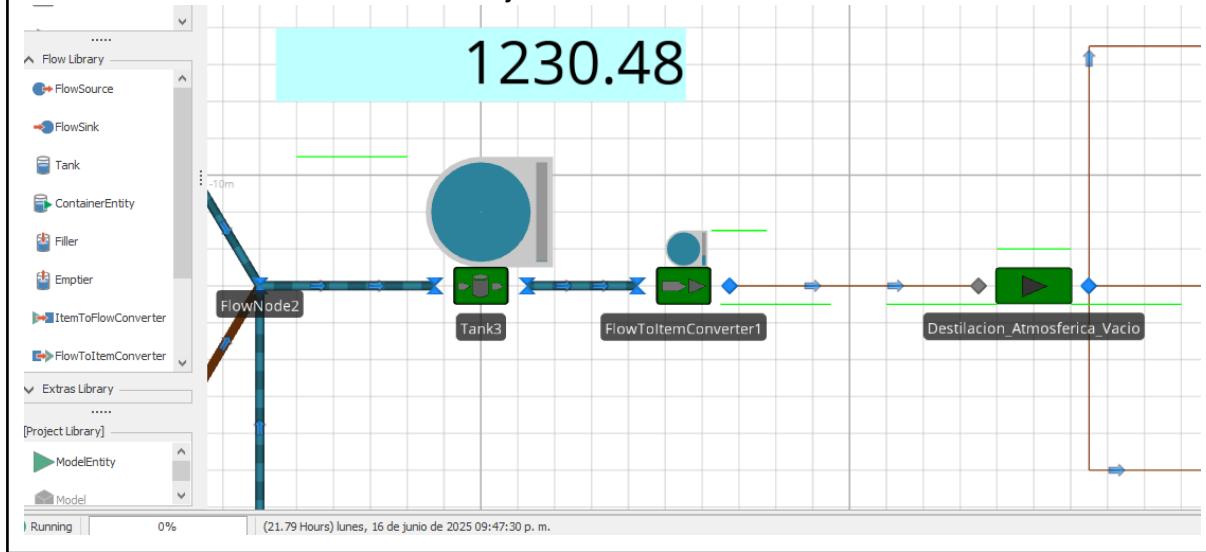
- La tasa en la que los camiones transportadores se llenan, es más lenta que la descarga, por eso hay camiones en espera en la zona de llenado y en la zona de descarga hay estaciones vacías
  - Hay dos estaciones de carga y 3 estaciones de descarga, también por ello es que las estaciones de descarga se mantienen sin elementos
- Sin contar la parte financiera, claramente podemos contar con una estación de llenado más para poder aprovechar todas las estaciones de descarga.



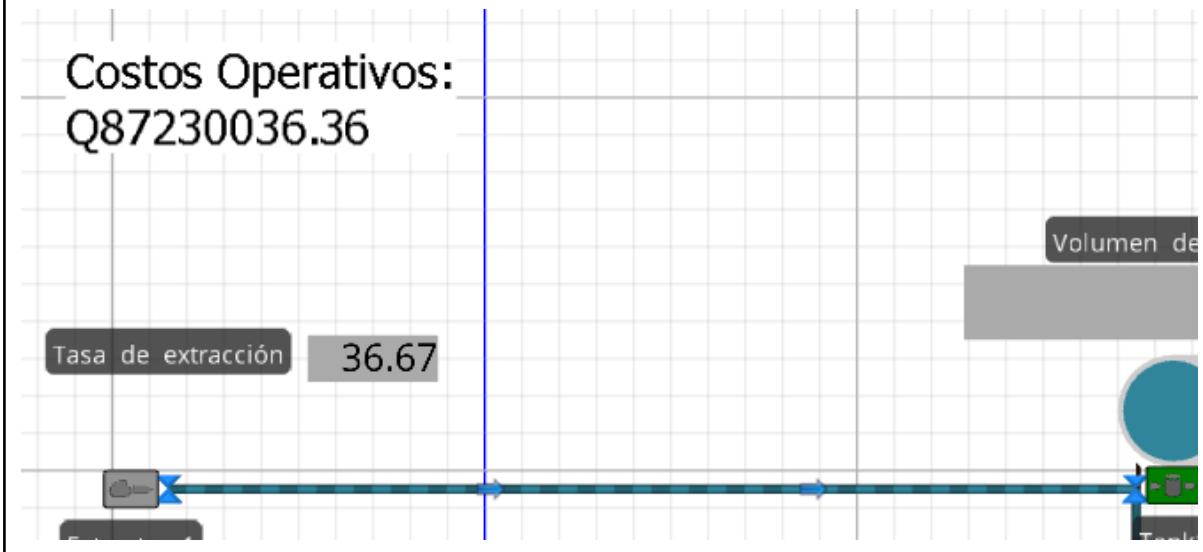
<b>Zona de Refinamiento</b>	<p>Realizando una simulación “por partes”:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tanque de almacenamiento no recibe petróleo</li> <li>• La capacidad del tanque de almacenamiento temporal tarda en alcanzar los puntos de carga y descarga</li> <li>• El petróleo queda mucho tiempo en este almacenamiento, lo que puede terminar en pérdidas para la petrolera.</li> </ul>
<p>Después de la primera semana</p>  <p>Durante ejecución</p>	



Ya en la destilación atmosférica trabajando



<b>Finanzas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los costos totales operativos son Q87,230,036.36 después de 24 horas, lo cual indica que la petrolera es grande, y debería generar más ingresos para poder ser sostenible.</li> </ul>
-----------------	--



En resumen:

Entre el almacenamiento temporal y la refinadora, se pierde mucho tiempo.

La extracción se mantiene para cada tanque, por lo que se llenan al mismo tiempo, o al menos, con un volumen promedio constante.

Sería conveniente tener una estación de carga para cada estación de descarga para aumentar el tiempo de atención de la refinadora.

## Modelado 3D



Vista de área de extracción



Vista de área de transporte a refinería



Vista de área de almacenamiento temporal y destilación

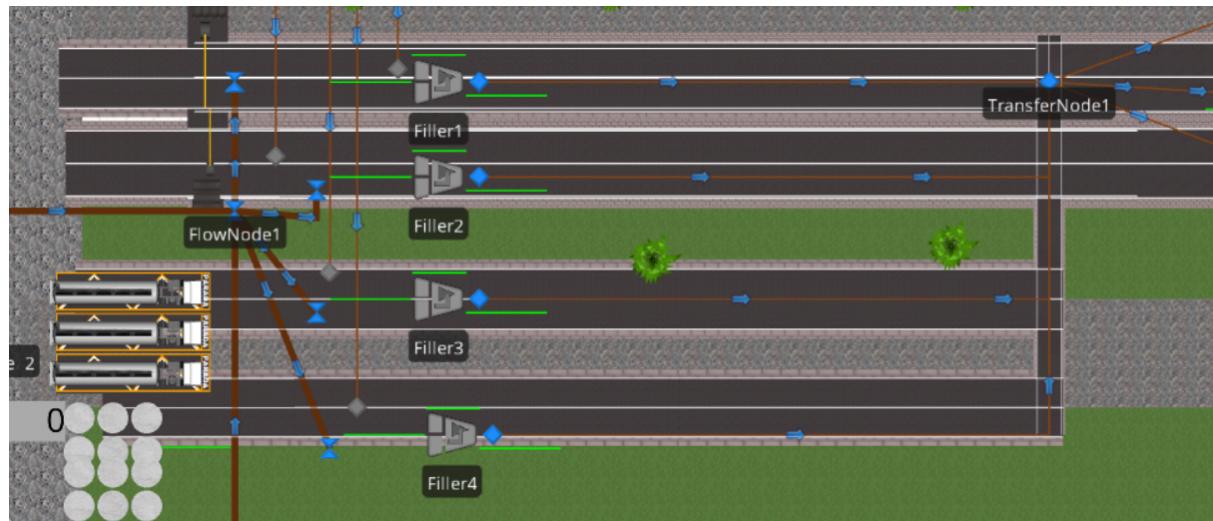
## Propuesta de mejora

Para el presente modelo se notaron dos problemas principales:

1. Los tanques principales en donde se almacena el petróleo de la extracción llegan a su límite de capacidad demasiado rápido a pesar de la disminución en la tasa de extracción preventiva.
2. No se logra transportar una cantidad adecuada de crudo hasta el almacenamiento temporal, logrando

Para tratar de mitigar estos problemas se propone realizar los siguientes cambios:

1. Modificar la tasa de extracción de  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  cuando se llegue al 80% de la capacidad total de los tanques.
2. Aumentar la cantidad de camiones disponibles para el transporte de crudo hacia el almacenamiento temporal, de quince camiones a 25 camiones disponibles.
3. Aumentar la capacidad de camiones que pueden cargarse al mismo tiempo de dos camiones a cuatro camiones, simultáneamente.



A partir de los cambios propuestos se espera obtener mejores resultados en el transporte de crudo para evitar costos operativos innecesarios al tener una sobreproducción de crudo.