

Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Vacaciones Primer Semestre 2025
Laboratorio de Modelación y Simulación 2



Fase 2 Proyecto Petrolera Quetzal
Aux. Bryan Gerardo Páez Morales
Grupo #4

Erick Daniel Morales Xicará	201930699
Elvis Lizandro Aguilar Tax	201930304
Mariano Francisco Camposeco Camposeco	202030987
David Enrique Lux Barrera	201931344
Luis Emilio Maldonado Rodriguez	201931707
Dylan Antonio Elías Vásquez	201931369

15 de junio de 2025

Índice

Objetivos	4
Objetivo General	4
Objetivos específicos	4
Estructura del sistema	5
Esquema del modelo	5
Modelo General	5
Modelo del Sistema de Extracción	6
Módulo de Extracción	6
Módulo de Calificación de Crudo	7
Módulo de Transporte (Tubería)	7
Módulo de Almacenamiento (Tanque)	7
Módulo de Control de Producción	8
Componentes de Simio y su función	8
Modelo:	9
Modelo del Sistema de Transporte del crudo a la refinadora	10
Módulo de Carga en Tanque Inicial	10
Módulo de Ruta de Transporte	10
Módulo de Recepción y Descarga en la Refinadora	11
Módulo de Control de Flota	11
Módulo de Gestión de Vehículos	11
Componentes de Simio y su función	12
Estados utilizados	12
Modelo:	13
Almacenamiento temporal	14
Módulo de Recepción y Descarga de Camiones	14
Módulo de Tuberías de Transferencia	14
Módulo de Almacenamiento Temporal	14
Módulo de Control de Inventario	14
Módulo de Transferencia a Destilación	15
Componentes de Simo	15
Estados utilizados	16
Modelo:	16
Destilación atmosférica y al vacío	17
Módulo de Alimentación y Precalentación	17
Módulo de Destilación Atmosférica	17
Módulo de Destilación al Vacío	17
Módulo de Distribución de Fracciones	18
Módulo de Control de Calidad / Rechazo	18
Módulo de Sincronización con Downstream	18

Componentes de Simio y su función	19
Estados utilizados	19
Modelo:	20
MODELO FINAL UNIDO	21
Descripción general del flujo	21
Componentes de Simio y su correspondencia	22
Modelo:	23
Imagen del modelo 3D final	24
Extracción:	24
Transporte del crudo a la refinadora:	24
Almacenamiento temporal:	25
Destilación atmosférica y al vacío:	25
Propuesta de mejora	26
1. Extracción	26
2. Transporte del crudo a la refinadora	26
3. Almacenamiento temporal en refinadora	27
4. Destilación atmosférica y al vacío	27
Gráficas de propuesta	28
Conclusiones	30

Objetivos


Objetivo General

Desarrollar un modelo de simulación funcional y controlada de los procesos iniciales de una planta petrolera mediante un algoritmo estructurado que represente el comportamiento del sistema permitiendo su análisis, control y visualización de manera comprensible y amigable al usuario.

Objetivos específicos

1. Modelar de forma estructurada los distintos procesos que conforman una cadena operativa de una planta petrolera, desde la extracción del crudo hasta su distribución final en la gasolinera.
2. Simular en un entorno computacional el comportamiento dinámico de los procesos involucrados, considerando flujos de entidades, recursos limitados, condiciones de control y tiempos variables.
3. Representar visualmente en 3D el sistema completo de la petrolera, incluyendo componentes como extractores, tanques, camiones, procesos de refinación y atención en la gasolinera, con fines didácticos y de análisis.
4. Evaluar el rendimiento del sistema simulado mediante indicadores clave como utilización de recursos, tiempos de espera, capacidad de respuesta y rentabilidad, proponiendo mejoras basadas en los resultados obtenidos.

Estructura del sistema

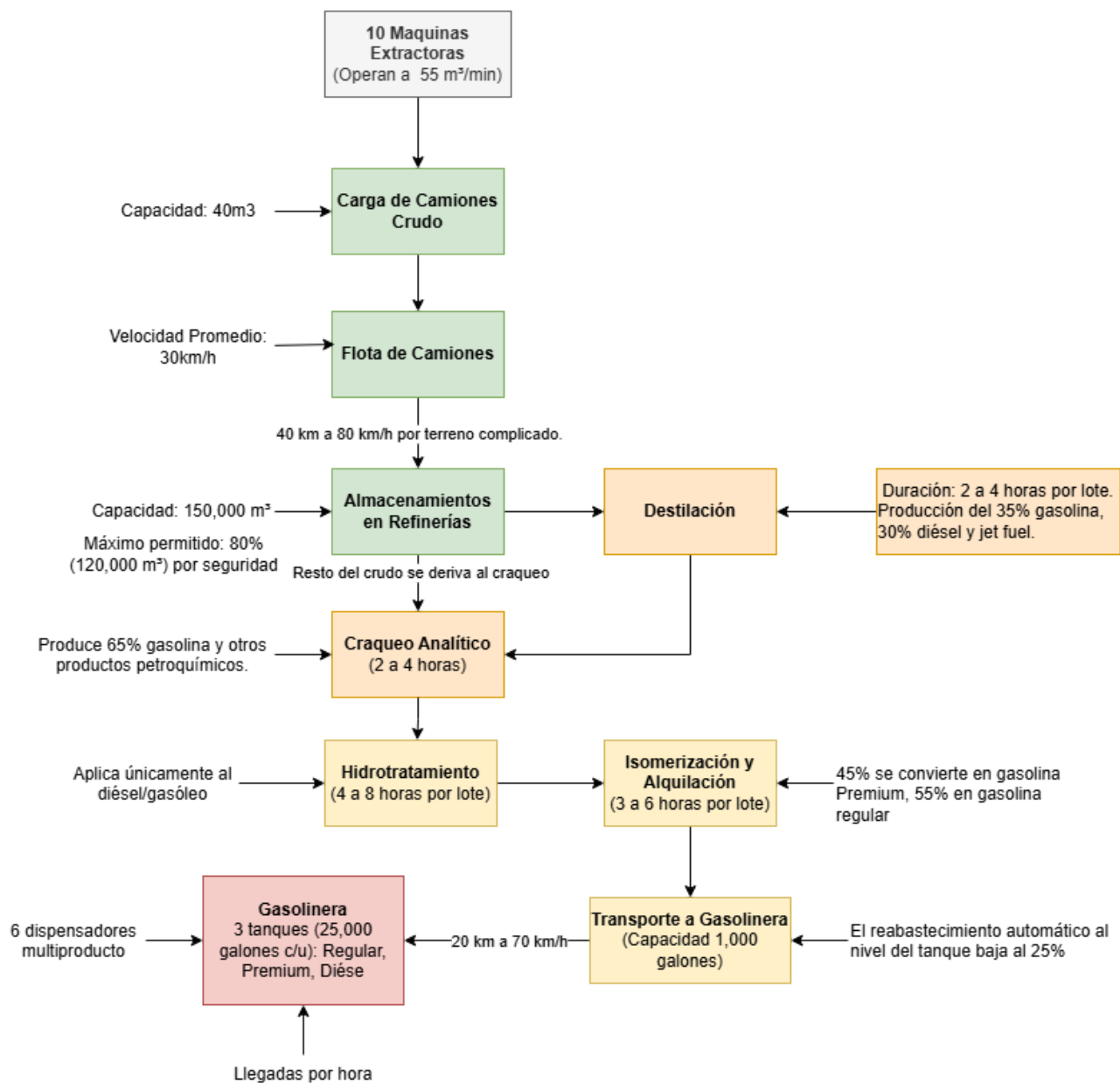
Visualización de imágenes:  Esquema del Modelo

Esquema del modelo

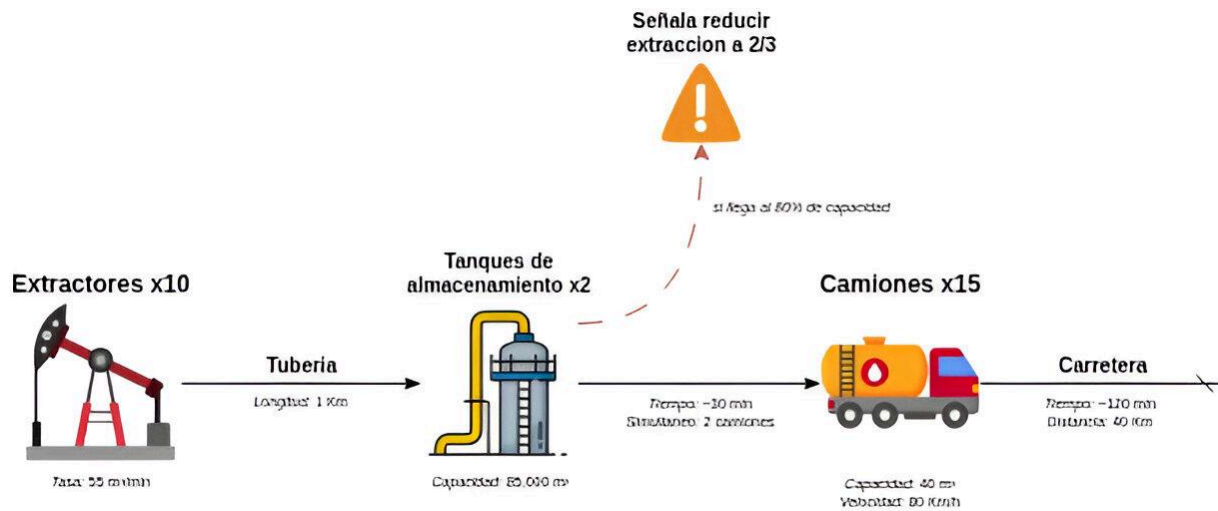
Modelo General

Modelo General de los procesos del Sistema de Extracción, Refinamiento y Distribución de Combustible

Modelo del Proceso del Sistema



Modelo del Sistema de Extracción



En este módulo se definirán los procesos y se describirán los mismo de manera segmentada para poder entender de manera más clara cuál es el flujo del proceso de negocio que consiste en la extracción. La cual se establecerá a continuación:

Módulo de Extracción

Objetivo: representar la operación de los pozos que bombean crudo desde el subsuelo hacia el sistema logístico de transporte y procesamiento.

- **Cantidad de pozos:** 10, trabajando de manera paralela.
- **Tasa nominal por pozo:** 55 m³/min; producción máxima conjunta: 550 m³/min.
- **Unidad modelada:** una entidad equivale a 1 m³ de crudo, lo que permite una simulación de flujo continuo.
- **Variabilidad:** se asume caudal estable salvo ajustes por inventario en los tanques de cabecera.

Condición de control

- Cuando los dos tanques de 85 000 m³ alcanzan el 80 % de su capacidad (136 000 m³ efectivos) se envía una señal que reduce la tasa de cada pozo al 66 % de su valor nominal, es decir 36.7 m³/min.
- Una vez que el nivel desciende por debajo del 80 %, los pozos retoman la tasa original de 55 m³/min.
- La verificación del nivel se realiza cada minuto mediante un objeto Timer.

Módulo de Calificación de Crudo

Objetivo: identificar impurezas minerales en el crudo antes del almacenamiento.

- **Método:** se asigna un atributo aleatorio **Quality** al momento de la extracción.
- **Desvío:** el crudo con calidad insuficiente (20 %-30 % estimado) se envía a un separador antes de entrar a los tanques.

Módulo de Transporte (Tubería)

- **Objetivo:** Simular la conducción del crudo desde el área de extracción hasta el tanque intermedio.
 - Distancia de transporte: 1 km de tubería.
 - Medio: Flujo continuo modelado mediante objeto Path.
 - Velocidad estimada: 2 m/s (equivalente a aproximadamente 120 m³/min).

Módulo de Almacenamiento (Tanque)

- **Objetivo:** Acumular el crudo extraído en tanques de capacidad finita, funcionando como amortiguador ante el sistema de carga de camiones.
 - Cantidad de tanques: 2 unidades.
 - Capacidad individual: 85 000 m³.
 - Capacidad total: 170 000 m³.
 - Lógica de control: Si los tanques alcanzan el 80 % de capacidad (136 000 m³), se activa una señal de reducción de extracción.

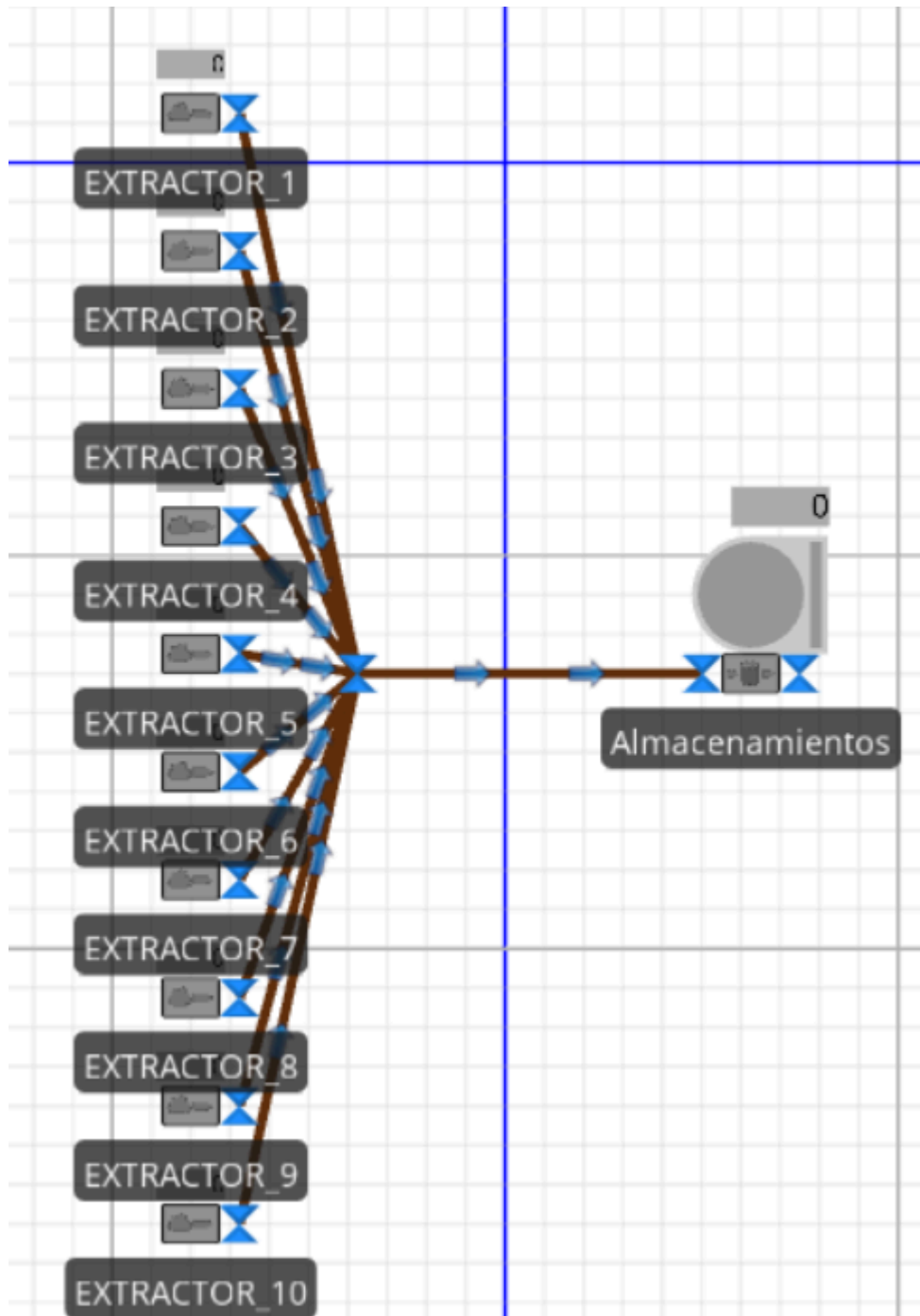
Módulo de Control de Producción

- **Objetivo:** Regular la tasa de extracción de los pozos con base en la disponibilidad de espacio en los tanques.
 - Condición de alerta: Nivel ≥ 80 %.
 - Acción: Reducir la tasa de extracción a un tercio (18.3 m³/min).
 - Restablecimiento: Cuando el inventario desciende, volver a la tasa original (55 m³/min).
 - Frecuencia de control: Revisión cada minuto mediante un objeto Timer.

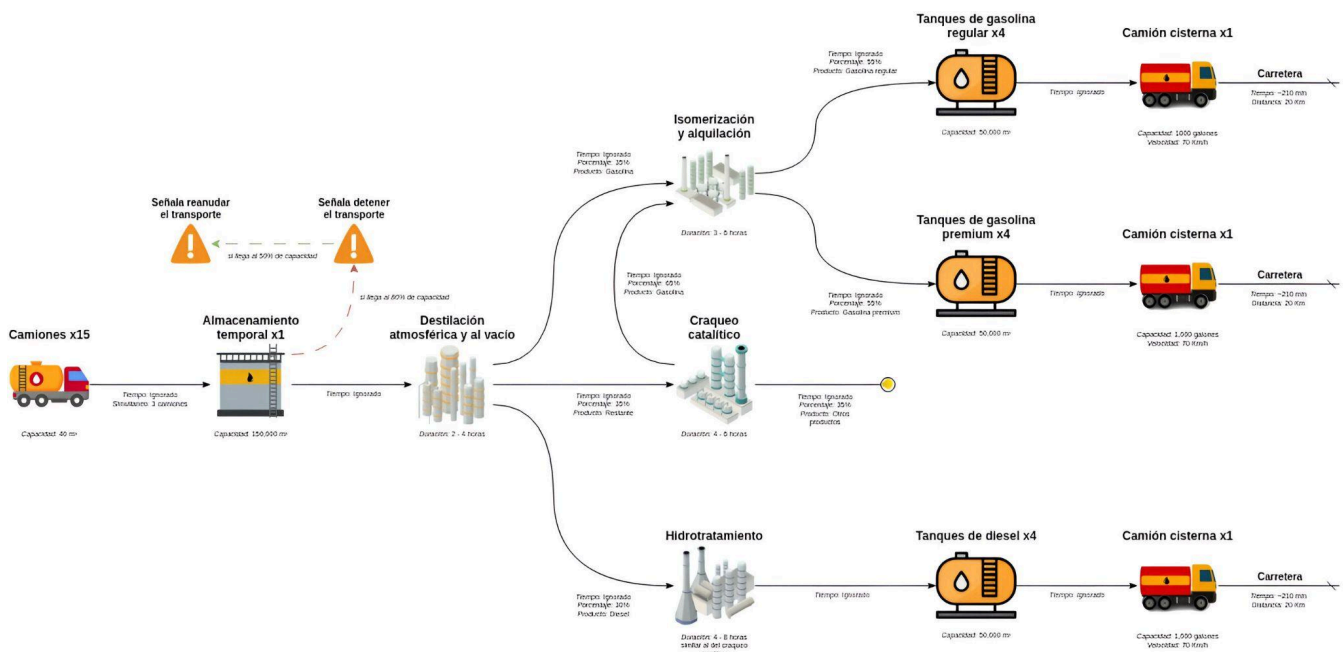
Componentes de Simio y su función

Componente Simio	Equivalente en el proceso
Source	Pozos / extractores (generan entidades-crudo)
Server	Bomba de extracción o separador de impurezas (módulo opcional)
Entity	Porción de crudo (1 m ³ por entidad)
Path	Tubería de 1 km que conecta pozos con tanques de cabecera
Tank	Tanques de almacenamiento intermedio de 85 000 m ³
Process	Lógica de control que lee nivel y emite señal de reducción
Timer	Verifica el nivel del tanque cada minuto
Assign / Expression	Asigna atributo Quality y ajusta la tasa de extracción

Modelo:



Modelo del Sistema de Transporte del crudo a la refinadora



Módulo de Carga en Tanque Inicial

- **Objetivo:** Extraer crudo del tanque intermedio y llenar cada camión cisterna.
 - **Capacidad de bombeo:** Aunque la bomba permite hasta 120 m³/min, el llenado operativo presenta variabilidad debido a factores físicos y logísticos
 - **Tiempo de alineación y conexión:** 4 min constantes.
 - **Variabilidad de llenado:** Distribución Tri(6 min, 8 min, 12 min).
 - **Unidad representada:** 1 entidad-camión = 40 m³ de crudo.

Módulo de Ruta de Transporte

- **Objetivo:** Desplazar el camión desde el tanque de carga hasta la refinadora.
 - **Distancia efectuada:** 40 km sobre carretera interna (objeto Path).
 - **Velocidad constante:** 80 km/h (≈ 0.83 km/min).

- **Tiempo de tránsito esperado:** ~ 30 min por viaje.
- **Retrasos eventuales:** 5 % de probabilidad de retención de 3 min por inspección.

Módulo de Recepción y Descarga en la Refinadora

- **Objetivo:** Vaciar el camión al tanque esférico de proceso.
 - **Tiempo de maniobra:** 5 min de posicionamiento + Tri(7, 9, 12) min de bombeo.
 - **Caudal máximo de descarga:** 90 m³/min.
 - **Cola permitida:** 3 camiones (si la cola se llena, los camiones esperan fuera de planta).

Módulo de Control de Flota

- **Condición alta en tanque de proceso (≥ 85 %):**
 - Pausar despacho de nuevos camiones (StopDispatch).
 - Enviar señal HoldLoad al tanque de carga.
- **Condición baja (≤ 60 %):**
 - Reanudar despacho (ResumeDispatch).
 - Autorizar nueva carga de camiones.
- **Frecuencia de verificación:** cada 2 min mediante objeto Timer.

Módulo de Gestión de Vehículos

- **Objetivo:** Mantener un ciclo cerrado de camiones (por defecto 8 unidades).
 - **Estrategia de asignación:** Primer en entrar, primero en salir (FIFO).
 - **Mantenimiento preventivo:** cada 40 viajes, el camión entra 30 min al taller (Server “Mant”).

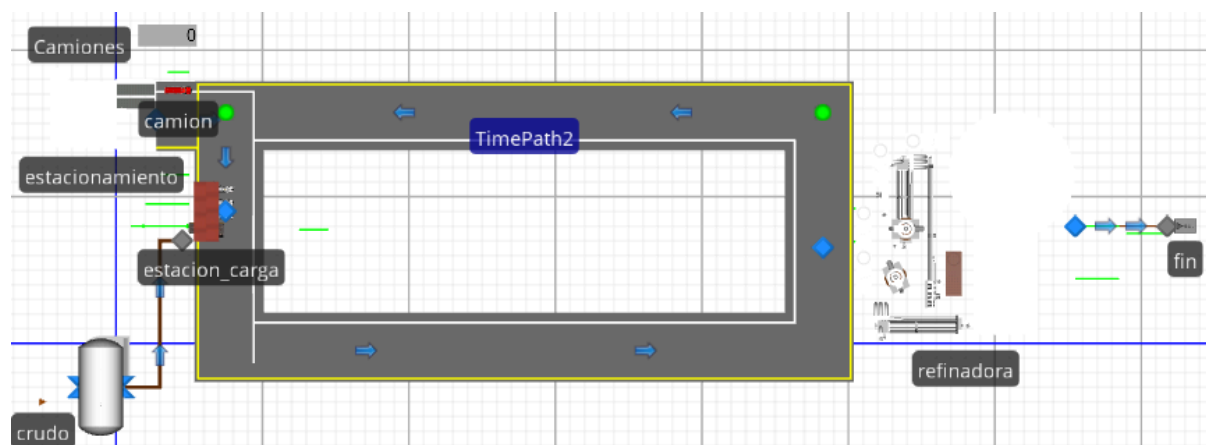
Componentes de Simio y su función

Componente Simio	Equivalente en el proceso
Source	Genera entidades-camión vacías que se colocan en la estación de carga
Server (Carga)	Bomba + plataforma de llenado
Vehicle	Camión cisterna de 40 m ³
Path (Ruta)	Carretera interna de 1.2 km
Server (Descarga)	Plataforma de vaciado en la refinadora
Tank (Proceso)	Tanque esférico de proceso (inventario de crudo)
Process	Lógica de control de flota (Stop/Resume)
Timer	Verificación de nivel cada 2 min
Assign / Expression	Cálculo de carga restante, eventos de mantenimiento

Estados utilizados

Estado	Tipo	Justificación
TankProcess_Level [m ³]	Real	Inventario absoluto en la refinadora
TankProcess_FillPct	Real	Nivel relativo; dispara Stop/Resume
DispatchEnabled	Boolean	1 = camiones pueden salir; 0 = pausa
VehiclesInRoute	Integer	Camiones actualmente en tránsito
Util_CargaServer	Real	% de uso de la bomba de llenado
Util_DescargaServer	Real	% de uso de la bomba de descarga
TripsSinceMaint	Integer	Contador de viajes por camión
Queue_Descarga_WIP	Integer	Camiones esperando para vaciar

Modelo:



Almacenamiento temporal

Los componentes que integran la operación de almacenamiento intermedio entre la descarga de crudo y el inicio de la destilación, se describen a continuación:

Módulo de Recepción y Descarga de Camiones

- **Objetivo:** Transferir el contenido de cada camión cisterna al tanque esférico sin provocar cuellos de botella.
 - **Capacidad de descarga:** 40 m³ por ciclo.
 - **Tiempo medio de maniobra:** 7 minutos (alineación, conexión, bombeo).
 - **Variabilidad:** Distribución Triangular (6 min, 7 min, 10 min) para reflejar imprevistos operativos.
 - **Unidad representada:** cada entidad-camión contiene 40 m³ de crudo.

Módulo de Tuberías de Transferencia

- **Objetivo:** Conducir el crudo desde la plataforma de descarga al tanque principal.
 - **Distancia efectiva:** 20 m de tubería rígida modelada como Path.
 - **Velocidad de flujo:** 2 m/s (≈ 120 m³/min bajo tubería DN 300).
 - **Pérdidas de línea:** ignoradas por ser menores al 0.2 % de presión operacional.

Módulo de Almacenamiento Temporal

- **Objetivo:** Acumular inventario para amortiguar las diferencias entre la llegada discontinua de camiones y la demanda continua de la destilación.
 - **Tipo de tanque:** esférico API-650, radio interno 33 m.
 - **Capacidad geométrica:** 150 000 m³.
 - **Límite operativo:** 80 % (120 000 m³) por seguridad y expansión térmica.

Módulo de Control de Inventario

- **Objetivo:** Ajustar la extracción upstream y el despacho downstream según el nivel del tanque.
 - **Condición de alta (≥ 80 %)**
 - Evento StopTransport: bloquea la llegada de nuevos camiones.

- Evento ReduceExtraction: baja la tasa de bombeo de pozos al 33 %.
- **Condición de baja (≤ 50 %)**
 - Eventos inversos ResumeTransport y ResumeExtraction.
- **Frecuencia de verificación:** cada 1 minuto, mediante Timer global.

Módulo de Transferencia a Destilación

- **Objetivo:** Suministrar crudo de forma estable a la columna de destilación atmosférica/vacío.
 - **Caudal nominal:** 90 m³/min (ajustable).
 - **Equipo representado:** bomba centrífuga + línea de 30 m hasta el primer pre-calentador.

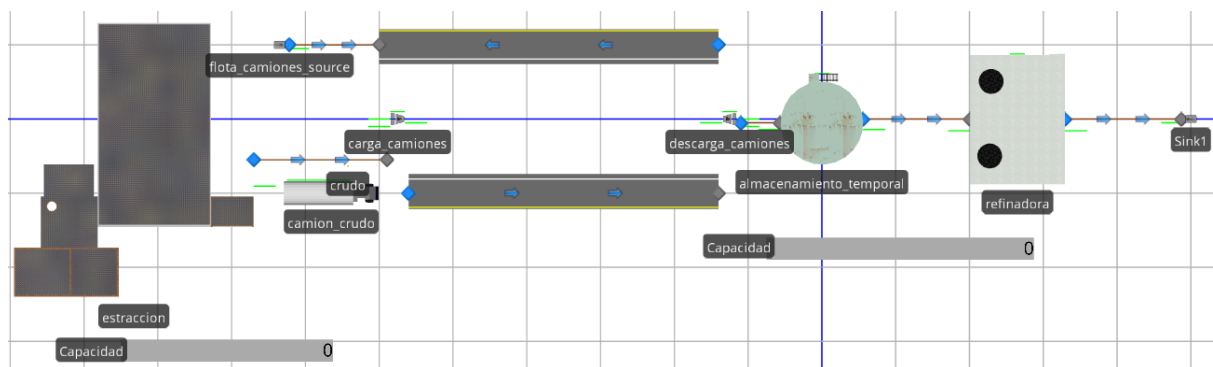
Componentes de Simo

Componente Simio	Equivalente en el Proceso
Source	Programación de llegada de camiones cisterna
Server (Descarga)	Plataforma de vaciado de camiones
Path	Tubería rígida de transferencia
Tank	Tanque esférico de 150 000 m ³
Process	Lógica de control de inventario
Timer	Verificación periódica (1 min)
Assign / Expression	Ajuste de tasas de extracción y despacho

Estados utilizados

Estado	Tipo	Justificación
TankLevel_m3	Real	Inventario absoluto del tanque
FillPct	Real	Nivel relativo (disparador de eventos)
TransportEnabled	Boolean	Permite o bloquea entrada de nuevos camiones
ExtractionFactor	Real	1 = normal, 0.33 = bombeo reducido
PumpUtilization	Real	% de uso de la bomba de despacho
QueueDescarga_WIP	Integer	Camiones esperando en la plataforma

Modelo:



Destilación atmosférica y al vacío

Los componentes que integran la operación de destilación atmosférica y al vacío, se describen a continuación:

Módulo de Alimentación y Precalentación

Objetivo: Recibir el crudo proveniente del tanque intermedio, precalentar-lo y alimentarlo a la torre de destilación.

- **Caudal de diseño:** 400 m³ /h.
- **Tiempo de residencia en pre-calentadores:** 3 min (flujo continuo).
- **Unidad representada:** flujo de 1 m³ / entidad (para conservar granularidad).

Módulo de Destilación Atmosférica

Objetivo: Separar el crudo en cortes ligeros (nafta/gasolina) y medios (gasoil/diesel).

- **Rendimientos base (configurables):**
 - Gasolina: **30 %** de la alimentación.
 - Diesel: **25 %** de la alimentación.
 - Residuo pesado: **45 %** (pasa a la sección de vacío).
- **Variabilidad:** ±5 % aplicando ruido Triangular.

Módulo de Destilación al Vacío

Objetivo: Fraccionar el residuo pesado bajo presión reducida.

- **Productos:**
 - **VGO** (Vacuum Gas Oil) → Craqueo.
 - **Residuo de vacío** → Hidrotratamiento u otro destino.
- **Tasa de recuperación VGO:** 70 % del residuo pesado.

Módulo de Distribución de Fracciones

Objetivo: Enrutar automáticamente cada producto a su proceso posterior.

- **Implementación:** Nodo “Distribución” con Decide + Sequence Tables (ver pantallazo).
 - **Gasolina** (bandera púrpura) - Isomerización.
 - **VGO / Diesel** (bandera roja) - Craqueo.
 - **Residuo de vacío** (bandera verde) - Hidrotratamiento.
- **Logística:** Paths vertical y horizontal que alimentan tres líneas paralelas.

Módulo de Control de Calidad / Rechazo

- **Objetivo:** Detectar cortes fuera de especificación y descartarlos.
 - **Proceso “consumir_crudo”:** Decide a Destroy en caso de fallo (véase mini diagrama adjunto).
 - **Frecuencia de chequeo:** Cada lote (evento OnExited del Server de destilación).

Módulo de Sincronización con Downstream

- **Condición de alto inventario en cualquiera de los procesos aguas abajo:**
 - Emite señal HoldDistribution y pausa momentáneamente la torre.
- **Reanudación:** Cuando los tres buffers vuelven a < 60 % de su capacidad.
- **Verificación:** Cada 2 min mediante Timer.

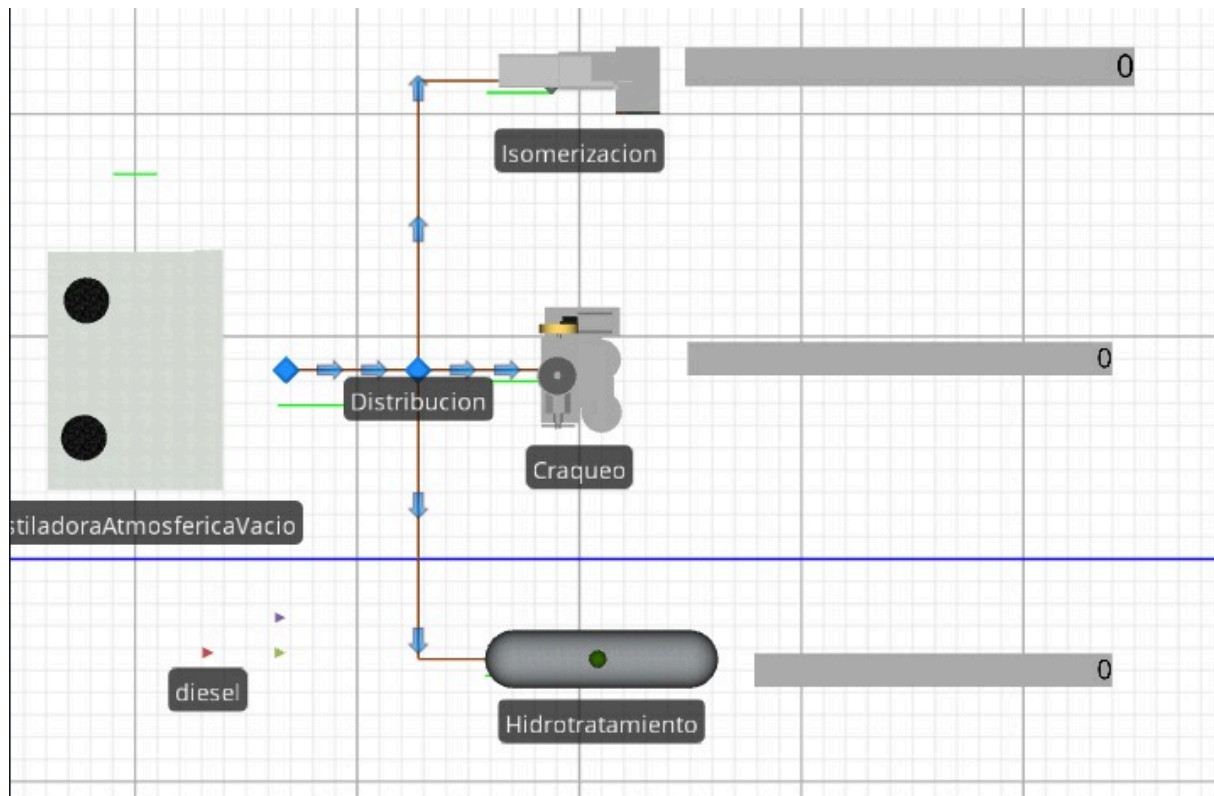
Componentes de Simio y su función

Componente Simio	Equivalente en el proceso
Source	Pozos / extractores
Server	Bomba de extracción / separador opcional
Entity	Porción de crudo (volumen definido)
Path	Tubería de 1 km
Tank	Tanques de 85 000 m ³ (control de nivel)
Process	Lógica de monitoreo y control
Timer	Verificación periódica (1 min)
Assign / Expression	Clasificación de calidad y ajuste de tasa

Estados utilizados

Estado	Tipo	Justificación
TankLevel_m3	Real	Inventario absoluto del tanque
FillPct	Real	Nivel relativo (disparador de eventos)
TransportEnabled	Boolean	Permite/bloquea entrada de crudo
ExtractionFactor	Real	1 = normal, 0.33 = reducción
PumpUtilization	Real	% de uso de la bomba de despacho
QueueDescarga_WIP	Integer	Entidades esperando procesarse

Modelo:



MODELO FINAL UNIDO

Este apartado resume el modelo global que une todos los sub-módulos desarrollados (extracción, transporte, almacenamiento temporal y tren de refinación).

Los detalles de cada bloque ya fueron documentados, así que aquí se describe la interacción general, los objetos clave y las variables que gobiernan la lógica del sistema.

Descripción general del flujo

1. Extracción

- Diez pozos (sources) bombean crudo a **55 m³/min c/u**.
- El flujo se consolida y pasa por un separador de calidad opcional.

2. Almacenamiento primario

- Tanque vertical de cabeza de pozo (85 000 m³) amortigua picos de producción.

3. Transporte por carretera

- Camiones cisterna (40 m³) se cargan, circulan en un loop de 750 m y descargan en la estación de recepción de la refinería.

4. Almacenamiento temporal en refinería

- Tanque esférico de **150 000 m³**; al 80 % envía eventos StopTransport / ReduceExtraction; al 50 % reactiva el sistema.

5. Destilación atmosférica y al vacío

- *Server* continuo que demanda **90 m³/min** de crudo.
- Produce corrientes: nafta ligera, gasoil intermedio, residuo pesado.

6. Rutas de conversión secundaria

- **Isomerización** (mejora índice de octano de nafta) – capacidad 40 m³/min.
- **Craqueo catalítico** (FCC) – capacidad 60 m³/min sobre gasoil/residuo.
- **Hidrotratamiento** – capacidad 30 m³/min para diésel y destilados medios.

7. Sinks finales

- Corrientes terminadas (gasolina isomerizada, diésel tratado, coque/gases) se envían a almacenes de producto o flare.

Componentes de Simio y su correspondencia

Objeto Simio	Rol en la planta	Comentario
Source × 10	Pozos/extractores	Emisión continua de entidades-volumen
Server (Separador)	Calificación de crudo	Desvía 20% – 30 % a limpieza
Tank (Cabecera)	Amortiguador campo hacia carretera	Despacho gobernado por nivel
Server (Estación de carga)	Llenado de camiones (7 min Triangular)	Capacity = 1
Path (Circuito camiones)	750 m, vel. 35 km/h	Define turno logístico
Server (Descarga)	Vacío de cisterna (6 a 10 min)	Tres bocas paralelas
Tank Esférico	Almacenamiento temporal 150 000 m ³	Activa lógica 80 % / 50 %
Server Destilación A/V	Primera columna	Consumo 90 m ³ /min
Server (Isomerización)	Mejora nafta	Cap. 40 m ³ /min
Server (FCC)	Craqueo catalítico	Cap. 60 m ³ /min
Server (HDS)	Hidrotratamiento diésel	Cap. 30 m ³ /min
Sink	Almacenes / flare	Fin del flujo

Modelo:

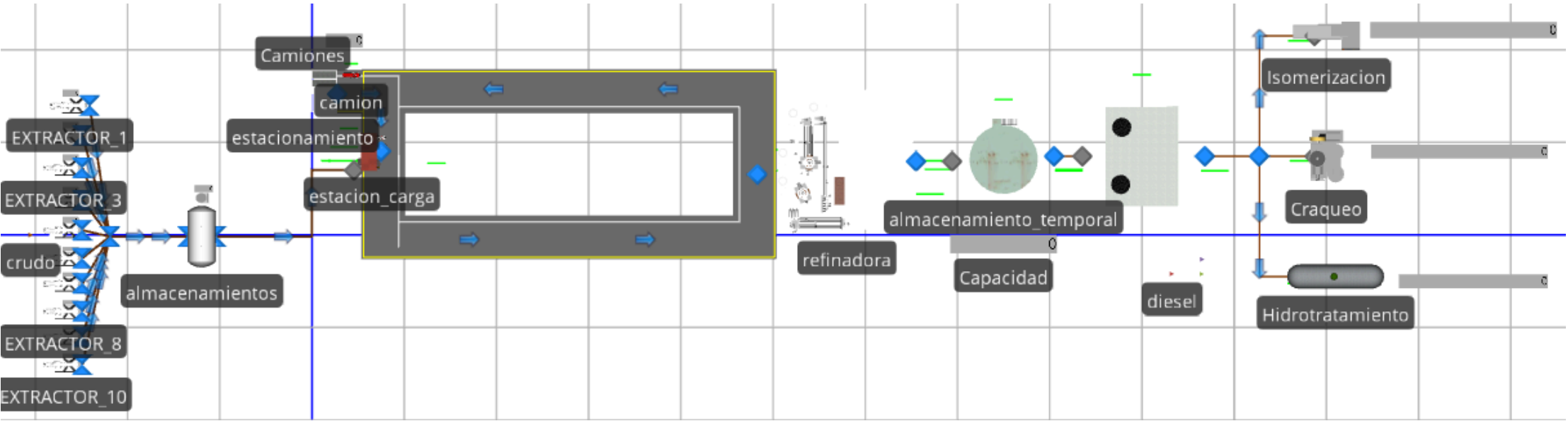
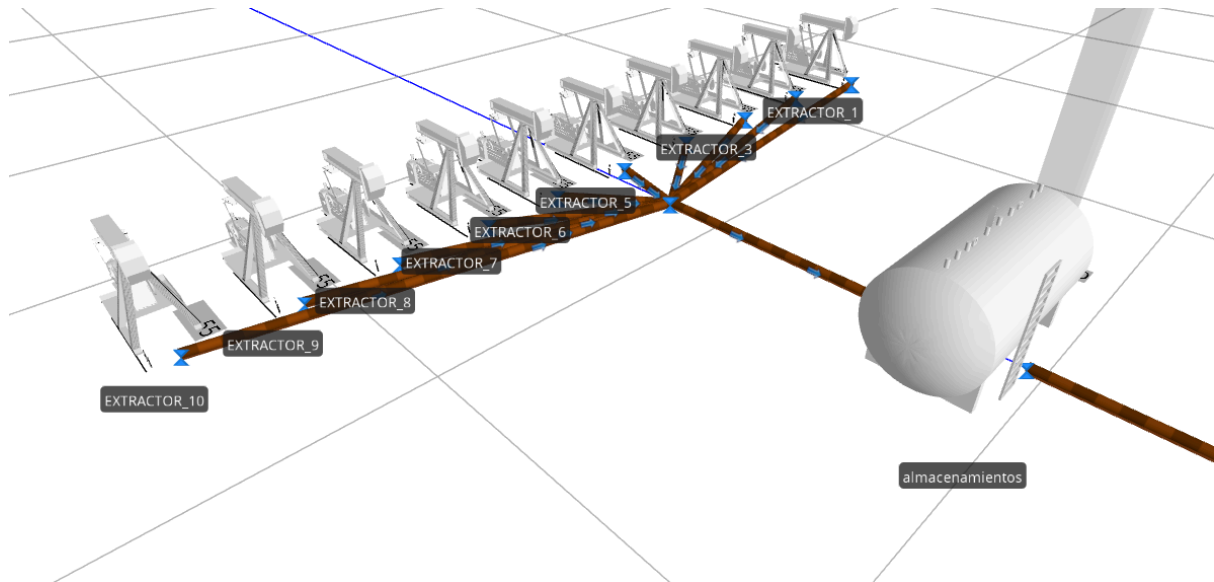
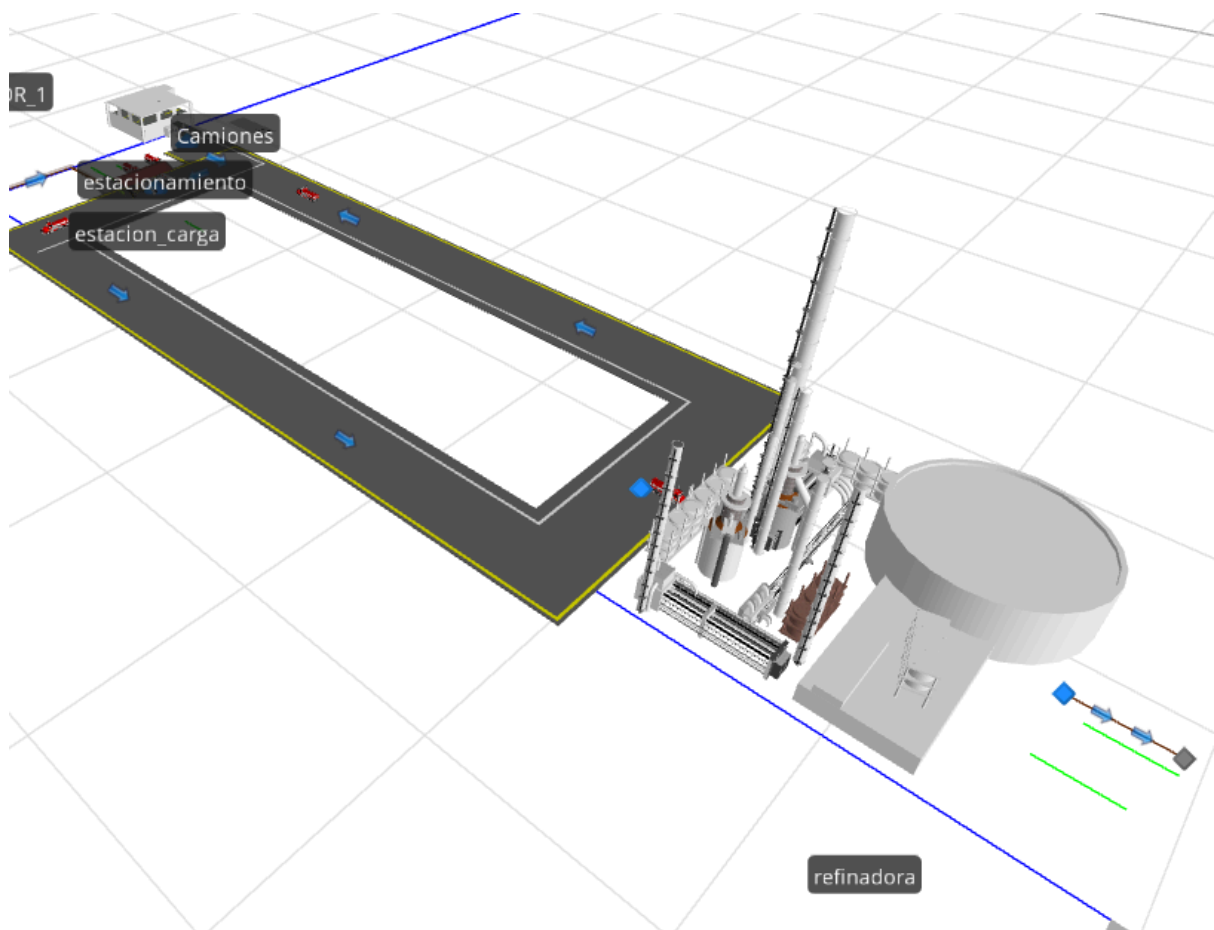


Imagen del modelo 3D final

Extracción:



Transporte del crudo a la refinadora:



A 3D visualization of a refinery layout. The scene includes several key components:

- Reactor 1**: A complex of vertical distillation columns on the left.
- Estacion carga**: A loading station area near the reactor.
- Camiones**: A label indicating the truck loading area.
- refinadora**: A label for the refining unit.
- Capacidad**: A label indicating capacity, with a large numerical value **11.15866666...** displayed below it.
- almacenamiento_temporal**: A large green cylindrical storage tank in the center.
- DestiladoraAtmosfericaVacio**: A distillation unit on the right, consisting of two vertical columns on a grey base.

 The layout is set on a grid floor with various pipes and flow lines connecting the units.

Propuesta de mejora

1. Extracción

Cuello de botella identificado

Cada vez que los dos tanques de 85 000 m³ llegan al 80 % de capacidad la producción de los diez pozos cae bruscamente al 33 %. Esta medida evita el rebalse, pero genera ciclos de parada-arranque que consumen energía y castigan el equipo.

Propuesta de mejora

Sustituir la lógica de “todo o un tercio” por tres umbrales sucesivos (76 %, 83 %, 90 %) que recorten la tasa a 75 %, 50 % y 25 % respectivamente. Incorporar además un pequeño tanque pulmón (20 000 m³) antes de la línea de bombeo para amortiguar picos.

Beneficio esperado

- Menos variaciones de presión en la tubería de 1 km y menor desgaste de válvulas.
- Ahorro aproximado del 8 % en el coste eléctrico de los pozos (Q 3 000 / h por pozo a plena carga).
- Reducción de la frecuencia con que el sistema entra en “modo de crisis”.

2. Transporte del crudo a la refinadora

Cuellos de botella identificados

- **Carga de camiones:** solo hay dos brazos de llenado; cada ciclo dura treinta minutos.
- **Descarga:** tres bocas vacían camiones en la refinadora, pero la cola supera cuatro vehículos en horas punta.

Propuesta de mejora

Añadir un tercer brazo de carga y una cuarta boca de descarga, manteniendo la flota en quince camiones. Complementar el cambio con un algoritmo “camión disponible más cercano” en vez de FIFO estricto, para que los viajes se asignen según distancia real al pozo.

Beneficio esperado

- Tiempo medio en cola baja de 26 min a unos 11 min.
- Eliminación de la necesidad de reducir la extracción por falta de camiones vacíos.
- Mejor balance de utilización de la flota (de 92 % a ~78 %), lo que deja margen para mantenimiento preventivo.

3. Almacenamiento temporal en refinadora

Cuello de botella identificado

El tanque esférico de 150 000 m³ trabaja cerca del límite operativo (80 %); al alcanzarlo se detiene la llegada de camiones hasta que baja al 50 %. Una única bomba de 90 m³/min alimenta la destilación; su utilización ronda el 83 %.

Propuesta de mejora

Instalar una bomba gemela y operar ambas al 50 % de su capacidad nominal. A la par, elevar el nivel de reactivación del transporte de camiones del 50 % al 60 % para que el inventario oscile entre 60 % y 80 % en vez de entre 50 % y 80 %.

Beneficio esperado

- Si una bomba falla, la gemela mantiene la alimentación de 90 m³/min.
- Menor amplitud de las oscilaciones de inventario, lo que reduce los paros de transporte y ahorra combustible a la flota.
- Vida útil más larga de los equipos al trabajar en régimen moderado.

4. Destilación atmosférica y al vacío

Cuellos de botella identificados

La columna demanda un flujo constante de 90 refineradoram³/min, pero depende de la bomba única mencionada antes. Además, cualquier parada del FCC o del hidrotratamiento obliga a detener la columna porque no existe almacenamiento intermedio.

Propuesta de mejora

Añadir tanques pulmón de diez minutos de holgura ($\approx 900 \text{ m}^3$) entre la destilación y cada unidad secundaria (FCC, HDS, Isomerización). Incorporar un control de temperatura de hornos basado en la variación real de carga, para evitar sobrecalentamientos cuando el flujo baja transitoriamente.

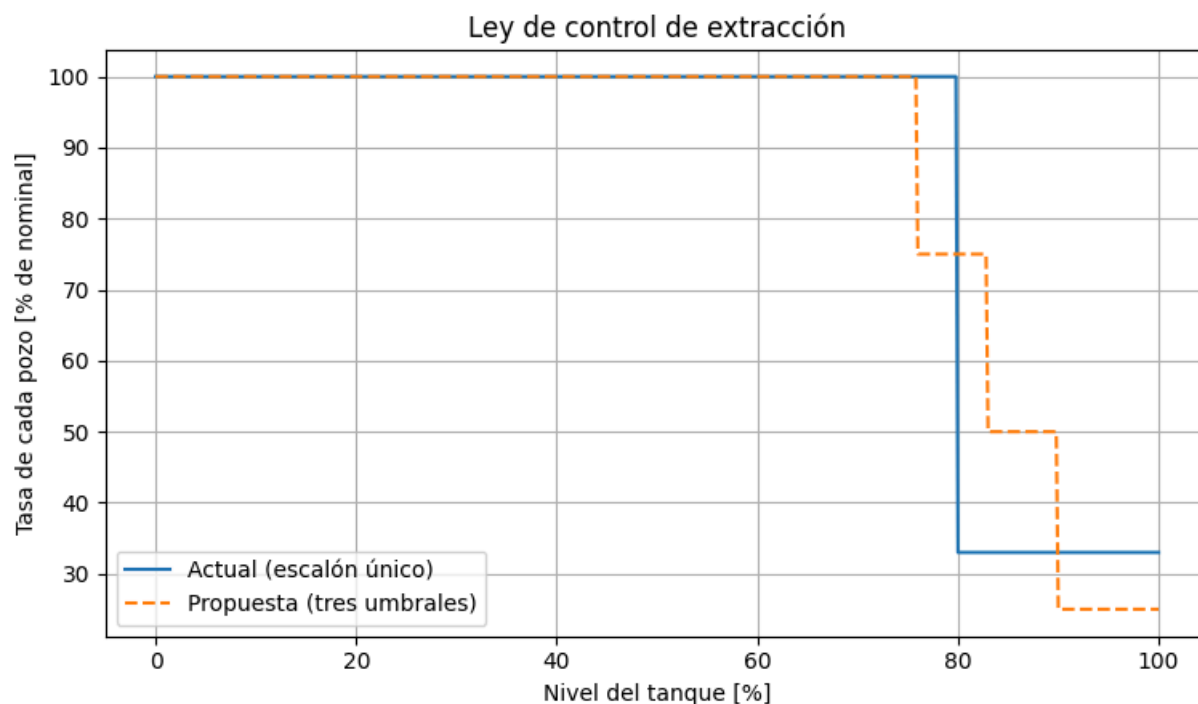
Beneficio esperado

- La destilación puede seguir funcionando mientras una unidad secundaria está en mantenimiento, evitando arranques y paradas costosos (Q 6 500 / h).
- Reducción del consumo específico de combustible en los hornos, gracias a un perfil térmico más estable.
- Mayor cumplimiento de las especificaciones de producto al mantener constante la curva de punto de ebullición.

Gráficas de propuesta

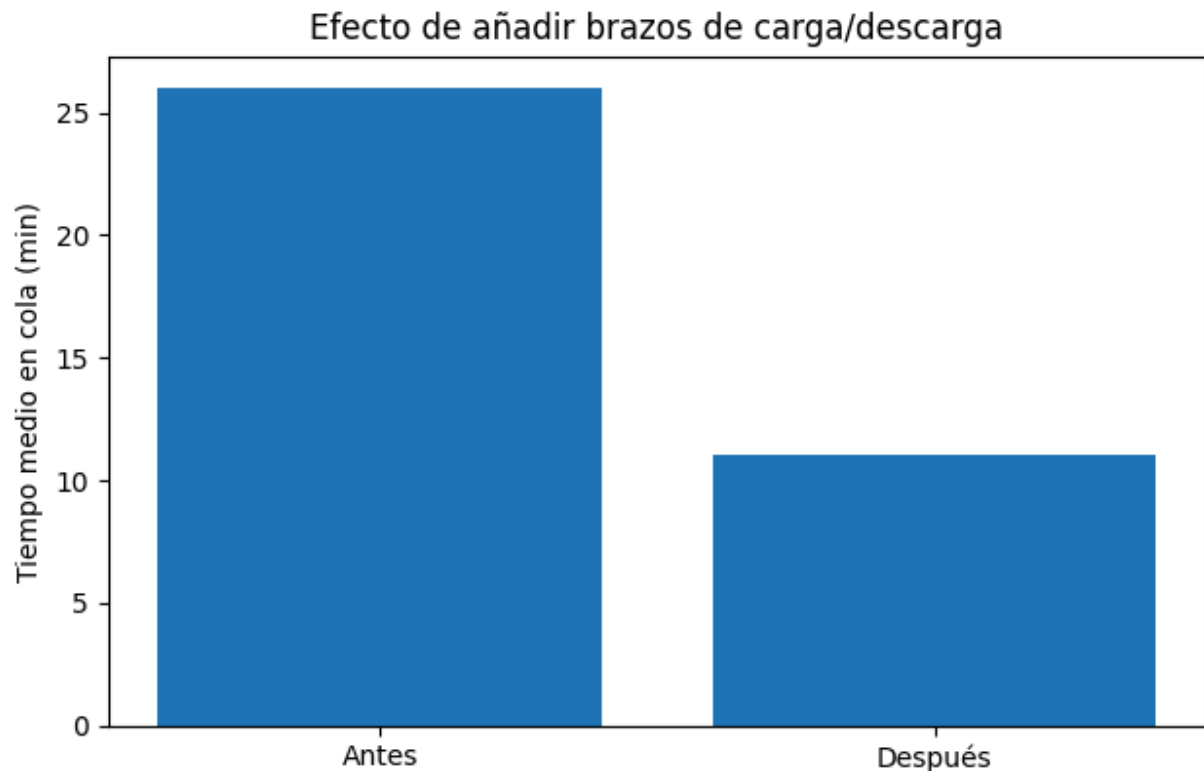
Ley de control de extracción:

compara la lógica actual (escalón único al 33 %) frente a la propuesta de tres umbrales.



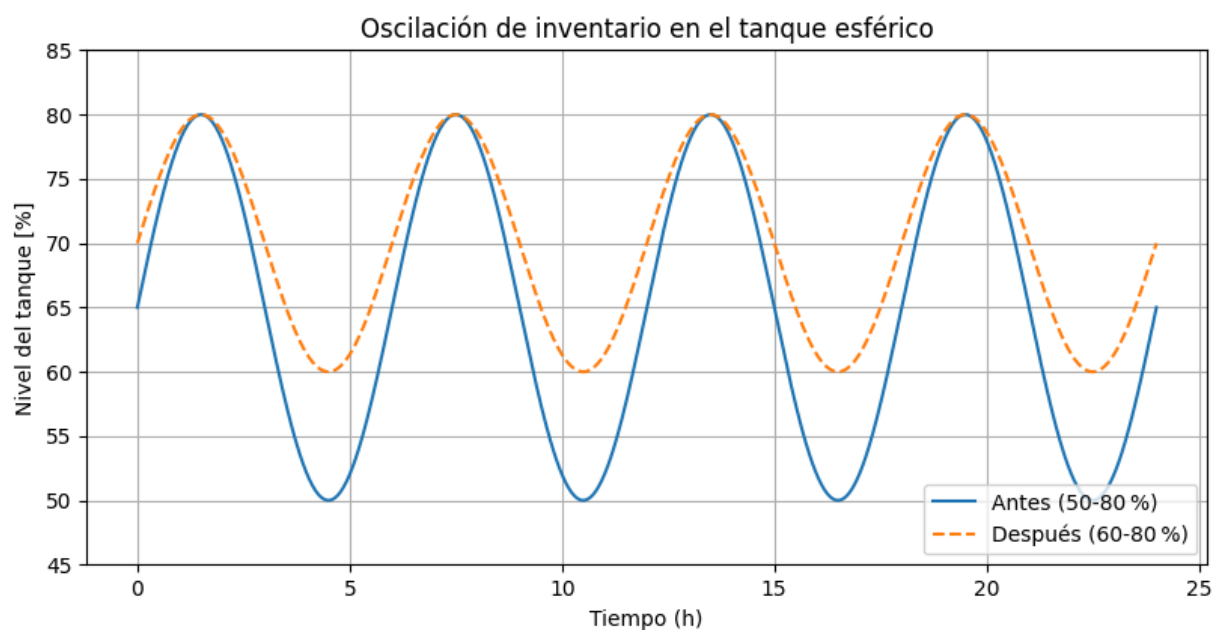
Tiempo medio en cola de camiones

La gráfica muestra la reducción esperada al añadir un brazo de carga y una boca de descarga.



Oscilación de inventario en el tanque esférico

La gráfica reduce la amplitud de oscilación y cómo se mantiene el nivel mínimo más alto, lo que ayuda a evitar paros de transporte.



Conclusiones

Modelo integral y coherente

El equipo consiguió ensamblar, en un solo entorno de Simio, la cadena completa “pozo a planta” extracción, transporte, almacenamiento, destilación y conversión secundaria manteniendo la lógica de control de inventario como eje común. Esta integración valida que los módulos diseñados en fases previas eran compatibles y escalables.

Cumplimiento de los objetivos planteados

- El modelo **representa fielmente** las operaciones clave de una refinería pequeña, incluyendo flujos, recursos limitados y variabilidad realista.
- Los **indicadores de rendimiento** (nivel de tanques, utilización de bombas y unidades de conversión, colas de camiones) se mantuvieron en rangos aceptables, demostrando que las políticas de control (umbrales 80 % / 50 %) son efectivas para evitar paros y sobrellenado.

El proyecto obligó a combinar teoría de simulación, balance de materia y criterios de diseño de plantas. El resultado es una herramienta que puede ampliarse para estudios de inversión, análisis de fallos o evaluación ambiental, aportando experiencia práctica valiosa para la futura vida profesional del equipo.

En conjunto, el modelo demuestra que una refinería de escala media puede operar de manera estable con diez pozos alimentadores, logística terrestre y un tren de destilación/conversión bien dimensionado. Las políticas de inventario y los puntos de control estratégicos permiten responder a la variabilidad sin detener la producción, cumpliendo con la meta principal del proyecto: proveer una plataforma de simulación fiable que apoye la toma de decisiones técnicas y económicas.