

Uso de la simulación de eventos discretos para validar la necesidad de recursos logísticos en línea de ensamble de vagones playos

Área Temática: Gestión de Operaciones y Logística

Mansilla, Emanuel¹; Vega, Guillermo¹; Daniel Conte²

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba.
Grupo de Investigación en Modelos y Sistemas de Apoyo a la Decisión
para la Eficiencia de las Organizaciones (GIMSE)

Edificio Central P.B. Corredor Ing. Eiffel
Ciudad Universitaria
Córdoba Argentina

¹ Miembro del GIMSE UTN-FRC, Córdoba, Argentina
{guillermo.vega, emanuel.mansilla}@dynamis.pro

² Director del GIMSE UTN-FRC, Córdoba, Argentina
dconte@industrial.frc.utn.edu.ar

RESUMEN

La gran mayoría de los problemas que se presentan en gestión de operaciones y logística se resuelven fácilmente por métodos y técnicas convencionales, que brindan información necesaria para la toma de decisiones. Otros, en los que intervienen relaciones entre múltiples variables, requieren el uso de herramientas más potentes, como el caso que se ilustra en el presente trabajo, donde fue necesario realizar la representación de un sistema complejo mediante un modelo de simulación, del tipo de eventos discretos.

El objetivo fue validar la cantidad de recursos logísticos necesarios para cumplir con la producción objetivo diaria, antes de su puesta en funcionamiento.

Como recursos logísticos se denominan a los puentes grúas y tractores para el traslado de vagones entre estaciones de trabajo; además, autolevadores y carros para el abastecimiento de piezas a borde de línea.

Para realizar el trabajo se utilizó la siguiente metodología: se definió el problema para determinar los límites del modelo de simulación, se establecieron los objetivos, se realizó el modelo de simulación, se validó el mismo, se plantearon diferentes escenarios y se arribó a la conclusión sobre la necesidad de uso de recursos logísticos, permitiendo entre otras cosas, integrar el equipo interdisciplinario responsable del proyecto, ya que se logró mostrar las interacciones entre las diferentes partes del sistema, se logró considerar trabajar con más variables de las proyectadas inicialmente, debido a la versatilidad de la herramienta y proponer más escenarios para lograr más opciones de decisión, sin generar mayores costos debido a la simplicidad en el cambio de parámetros del modelo.

La herramienta utilizada para la construcción del modelo de simulación fue el SIMUL8 Professional 2013, simulador de eventos discretos.

Palabras claves: simulación, abastecimiento, logística, estimación de recursos.

ABSTRACT

Many of the problems that arise in management operations and logistics in daily life can be solved by conventional methods and techniques, which provide the necessary information for decisionmaking. Others, in which multiple relationships variables are involved, require further analysis and the use of powerful tools, as the case of this paper, where was necessary to do the representation of a complex system with several interrelated variables using discrete event Simulation.

The object was validate the amount of logistical resources needed for plain railway carriage assembly line satisfy the strict daily production before its putting into operation.

Logistical resources means overhead, gantry cranes and tractors, all necessary to transport wagons between working stations; furthermore, elevators and cars for the provision of pieces in line border.

The methodology used for the study was: we set the study system to determine the limits of simulation model, set objectives, the simulation model was made, it was validated, different scenarios were proposed, and we concluded in the viability of use logistical resources in the project. From this, it was formed the multidisciplinary project team and the interaction between team members allowed to observe the overall operation of the system, work with more variables than originally were projected due to the versatility of the tool and propose more scenarios to achieve more decision options without generating higher costs for the simplicity to change parameters in the model.

The tool used to do the simulation model was SIMUL8, discret event simulation.

Key words: simulation, provision, logistics, resource estimate.

Presentación del caso. Definición del sistema de estudio

Con la decisión de recuperar el sistema ferroviario nacional de cargas, el gobierno nacional ha impulsado un proyecto para la fabricación de vagones de diseño y construcción nacional.

El sistema abordado contempla la línea de fabricación de vagones plataforma (Figura 1). Este tipo de vagón plataforma permite cargar contenedores y otras cargas como durmientes, rieles y bobinas de acero, etc. Estos son "multitrocha", lo cual significa que puede operar con múltiples anchos de trocha que se utilizan en el país, tras un cambio de bogies.

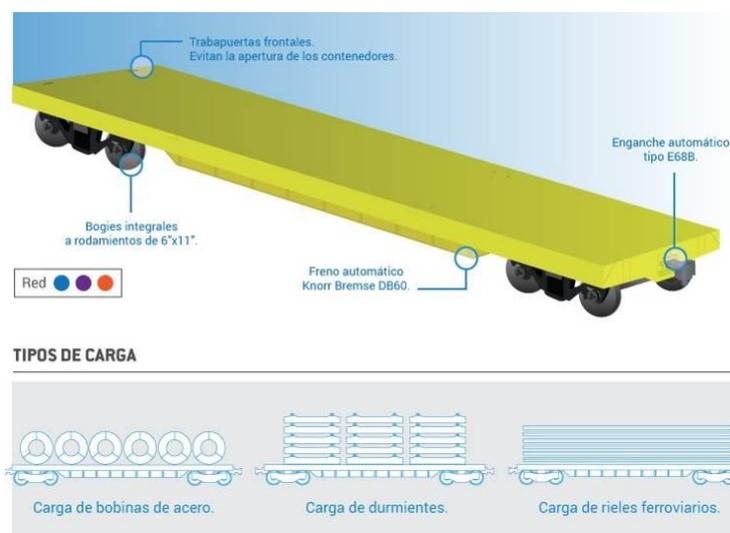


Figura 1. Vagón plataforma

La fabricación se llevará a cabo en Fábrica Militar Río III. La línea de ensamble en régimen debe ser capaz de proveer 3 vagones plataforma por día en dos turnos de trabajo. El proceso línea de ensamble de vagones plataforma considerado para el estudio se representa mediante el siguiente flujograma (Figura 2).

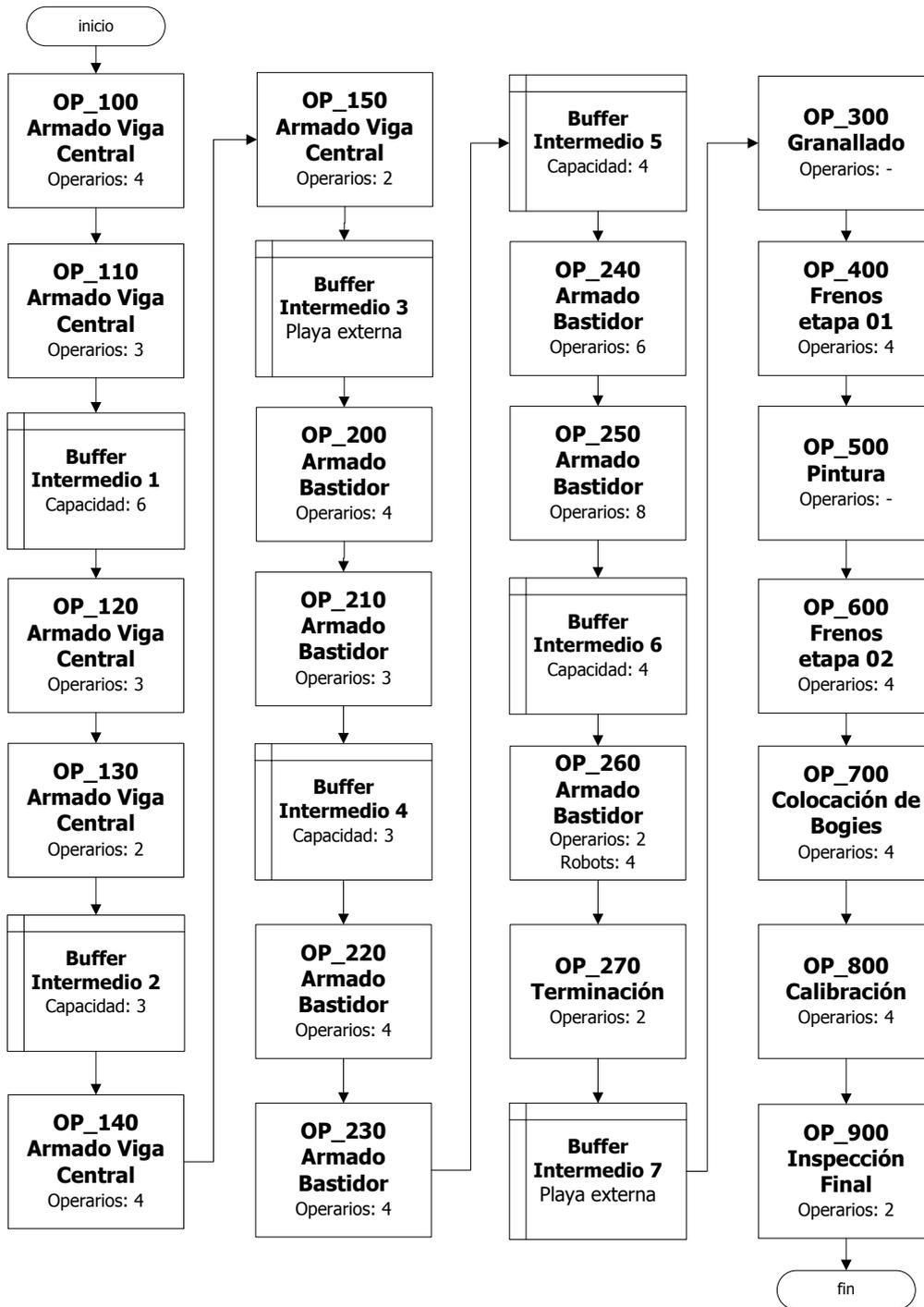


Figura 2. Flujograma de proceso línea de ensamble vagón plataforma.

En la figura 3 se muestra la disposición del flujograma de proceso en el layout de la planta. Se puede observar dónde se ubica el inicio y fin del proceso, la playa externa, los puentes grúas y las calles internas para el abastecimiento.

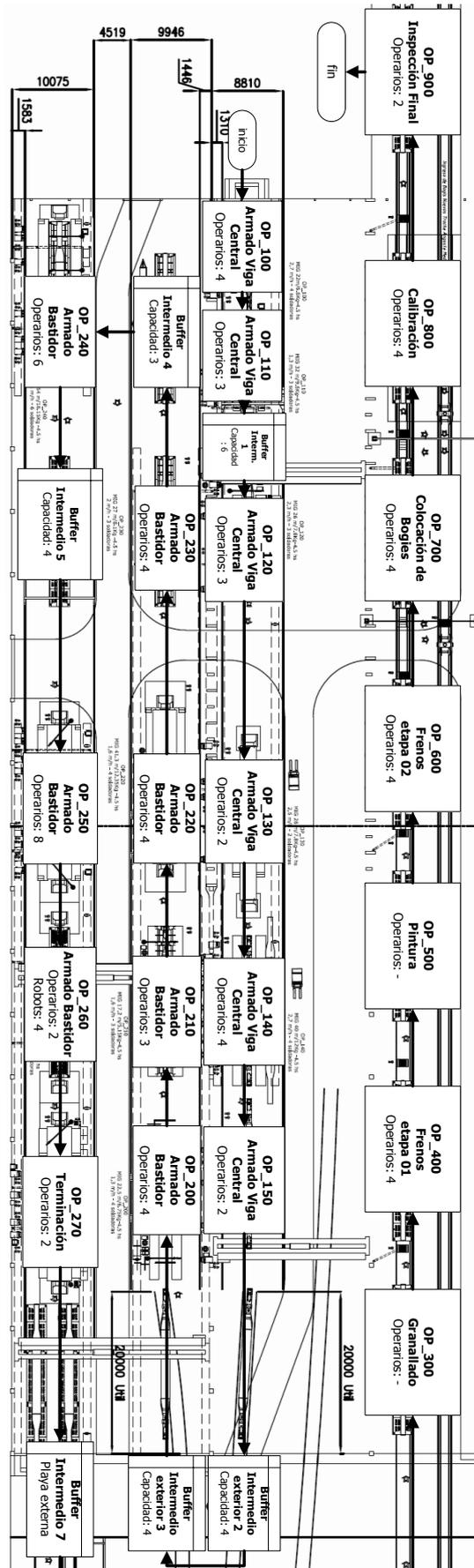


Figura 3. Disposición del flujograma de proceso en layout de la planta.

Descripción del objetivo

Determinar la cantidad mínima de recursos logísticos necesarios para que el flujo de planta cumpla los objetivos de producción.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Los movimientos de vagones en la playa externa, se realizan por medio de tractores.
- El ingreso de bogies nuevos y salida de bogies auxiliares se realizan mediante tractores.
- Dentro de la planta, los movimientos de vagones se realiza por medio de puentes grúas y pórticos.
- El abastecimiento de piezas a la línea de ensamble se realiza por medio de autoelevadores y carros, dependiendo del tamaño y peso de la pieza.

En la figura 4 se muestra una ilustración del carro y racks utilizados para el abastecimiento de la línea.

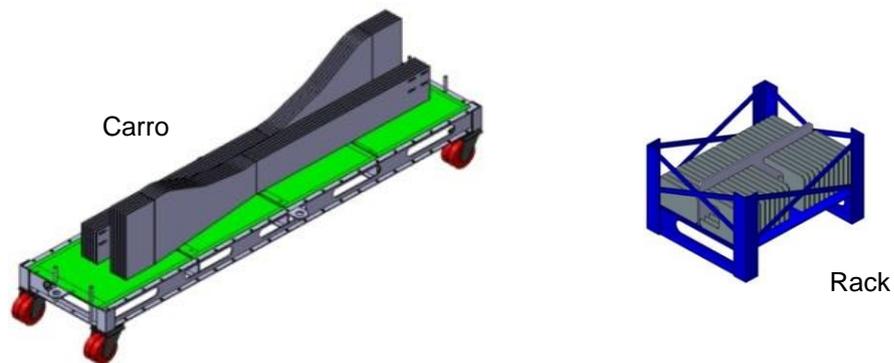


Figura 4. Ilustración de carros y racks utilizados para abastecimiento

Configuración del modelo de simulación

Para cumplir con el objetivo, se llevó a cabo la construcción de un modelo de simulación por eventos discretos y luego se ejecutaron escenarios con diferentes niveles de recursos logísticos para determinar la cantidad necesaria.

Para la construcción del modelo se contemplaron lo siguientes criterios:

- Estudios de tiempos del proceso de fabricación. En cada estación se tuvo en cuenta las actividades de carga, montaje en dispositivo, operaciones de soldadura y descarga de pieza a la estación siguiente o buffer, según corresponda.
- Duración de cada turno de trabajo: 7,5hs. (se descontó 0,5 hs de refrigerio).
- Turnos diarios: 2.
- Tiempo de simulación: 90 días (81.000 min).
- Tiempo de "warm up" (funcionamiento en régimen): 6 días (5.400 min).
- Se utilizaron 30 corridas para la obtención de resultados representativos.
- Velocidad de Puente Grúa en vacío en 10 mts/min.
- Velocidad de carro y autoelevador con carga: 7Km/hs.
- Velocidad de carro y autoelevador en vacío: 12Km/hs.
- Tiempo para retirar/reposicionar carro en estación: 5 min.
- Tiempo para retirar/reposicionar rack en estación: 3 min.

- Modo de uso de carros y autoelevadores: El pedido de abastecimiento se genera cuando el contenedor se vacía al borde de línea; el carro autoelevador o carro correspondiente, desde donde se encuentre, se dirige al punto de abastecimiento donde está el contenedor vacío, lo retira y regresa con uno lleno.

Además, se utilizó los siguientes parámetros de disponibilidad que se muestran en la Tabla 1:

MTBF: Media de tiempo de buen funcionamiento

MTTR: Media de tiempo técnico de reparación.

Tabla 1: Disponibilidad de elementos/equipos			
		Exponencial Negativa	Erlang, K=2
	Disponibilidad	MTBF	MTTR
Puentes Grúas	0.50		5
Robot with MIG Welding	0.98	392	8
Soldador manual MIG (Inert gas welding, man)	0.9925	1059	8

Fórmula de disponibilidad: Disponibilidad = [MTBF] / [MTBF+MTTR]

La disponibilidad de los puentes grúas es bajo porque se contempla mayor ausencia debido a que se realizan otras actividades extras a la producción.

Las pérdidas organizacionales (por falta de coordinación) están representadas por una falta de disponibilidad de material adicional en los lugares donde los operadores logísticos ubican los materiales de las estaciones. El criterio utilizado se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Disponibilidad de Material			
		Exponencial Negativa	Erlang, K=2
	Disponibilidad	MTBF	MTTR
Carros y Autoelevadores	0.9998	39992	8

Evaluación de escenarios

Una vez construido el modelo y controlado el funcionamiento de cada una de sus programaciones, se lo somete a diversos escenarios.

- **Escenario 1: Puente grúas y Pórticos**

El escenario 1 tuvo el objetivo de determinar las actividades asignadas y la cantidad de puentes grúas y pórticos. La configuración final de puente grúas y pórticos se detalla en la tabla 3, donde se muestra la cantidad utilizada y la asignación de actividades.

Tabla 3. Cantidades y actividades de los puentes grúas y pórticos									
Recursos:		Pórtico 1	Puente Grúa 1	Pórtico 2	Puente Grúa 2	Pórtico 3	Puente Grúa 3	Puente Grúa 4	Pórtico 4
Cantidad:		1	1	1	1	1	1	1	1
OP 100	Carga								
	Descarga	X							
OP 110	Carga	X							
	Descarga	X	X						
OP 120	Carga	X	X						
	Descarga		X						
OP 130	Carga		X						
	Descarga			X	X				
OP 140	Carga			X	X				
	Descarga			X	X				
OP 150	Carga			X	X				
	Descarga				X				
OP 200	Carga						X		
	Descarga					X	X		
OP 210	Carga					X	X		
	Descarga					X	X		
OP 220	Carga					X	X		
	Descarga					X		X	
OP 230	Carga					X		X	
	Descarga					X		X	
OP 240	Carga							X	
	Descarga							X	X
OP 250	Carga							X	X
	Descarga						X		X
OP 260	Carga						X		X
	Descarga						X		X
OP 270	Carga						X		X
	Descarga						X		X

Los resultados de esta configuración se muestran en la tabla 4.

JPS: Job Per Shirf (Trabajo por Turno)

Tabla 4. Resultados escenario 1								
	JPS Promedio (Unid/Turno)	Tiempo Ciclo Promedio (hs/Unid))	Días Simulados	Simulaciones Corridas	Mínimo Producción (Unidades)	Promedio Producción (Unidades)	Máximo Producción (Unidades)	Variación max-min
Escenario 1	1.5	5	90	30	263	270	279	16

Para la producción de la tabla 4, el uso de recursos se ilustra en la figura 5.

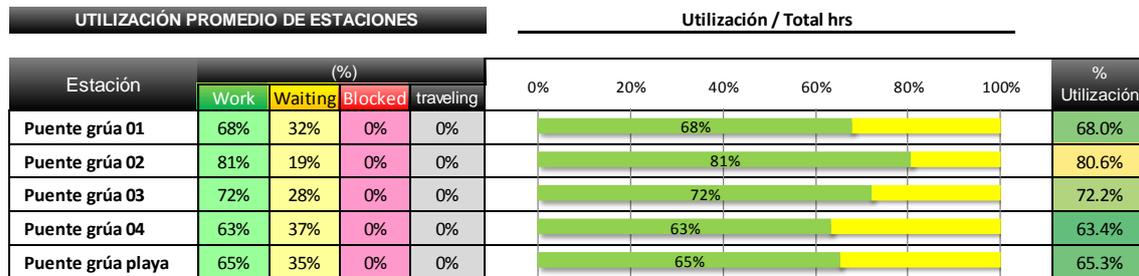


Figura 5. Utilización de puentes grúas

- **Escenario 2: Autoelevadores, Carros y Tractores**

El escenario 2 tuvo el objetivo de determinar las cantidades de autoelevadores, carros y tractores. Se probaron distintas configuraciones, que se ilustran en la tabla 5.

JPS: Job Per Shirf (Trabajo por Turno)

Tabla 5. Experimentos con distintas configuraciones			
Recursos:	Autoelevadores (Unid)	Carros (Unid)	Tractores (Unid)
1º Experimento:	2	2	2
2º Experimento:	1	1	1
3º Experimento:	1	1	2

La cantidad de puntos de abastecimiento se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Puntos de abastecimiento y asignación de recursos				
Estación:	Tipo de Contenedor	Cant.	Recurso	
			Autoelevador	Carro
OP100	Carro 1	2		X
	Rack 1	5	X	
	Rack 2	1	X	
OP120	Carro 1	2		X
	Carro 2	1		X
	Rack 1	2	X	
	Rack 2	2	X	
	Caja	2	X	
OP140	Carro 1	2		X
	Carro 2	1		X
OP200	Carro 1	3		X
	Rack 1	2	X	
	Rack 2	2	X	
OP210	Rack 2	1	X	
OP230	Carro	1		X
OP240	Rack 1	4	X	

OP250	Carro 1	3		X
	Rack 1	4	X	
OP270	Rack 1	8	X	
Puntos de abastecimiento total				
			33	15

Luego de probar las distintas configuraciones, el cliente optó por el experimento 3. Los resultados de esta configuración se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados escenario 1								
	JPS Promedio (Unid/Turno)	Tiempo Ciclo Promedio (hs/Unid)	Días Simulados	Simulaciones Corridas	Mínimo Producción (Unidades)	Promedio Producción (Unidades)	Máximo Producción (Unidades)	Variación max-min
Escenario 1	1.569	4.78	90	30	281.74	281.87	282	0.26

Para la producción de la tabla 7, el uso de recursos se ilustra en la figura 6.

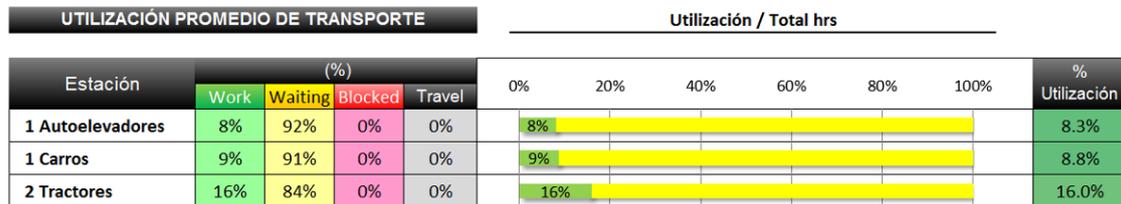


Figura 6. Utilización de puentes grúas

La utilización es baja debido a que los contenedores de piezas al borde de línea se vacían casi en el mismo tiempo y por ende se concentra la demanda de autoelevadores y carros en ciertos momentos.

Una solución es el abastecimiento por frecuencia fija, para ello es necesario que al borde de línea pueda coexistir más de un contenedor, pero a tratarse de piezas muy grandes, sólo puede haber un contenedor de cada pieza al borde de línea.

Conclusiones

Mediante la simulación de distintos escenarios, se pudo entender el comportamiento del sistema, detectar situaciones no previstas y tomar decisiones integrales.

La simulación fue útil en este caso, donde la multiplicidad de eventos dificulta el cálculo de recursos por medio de métodos tradicionales.

Actualmente (Septiembre de 2015) la planta se encuentra realizando la pre-producción de vagones plataforma con la configuración resultante del estudio de simulación.

Nos enorgullece ser partícipes de un proyecto de alto impacto a nivel nacional.