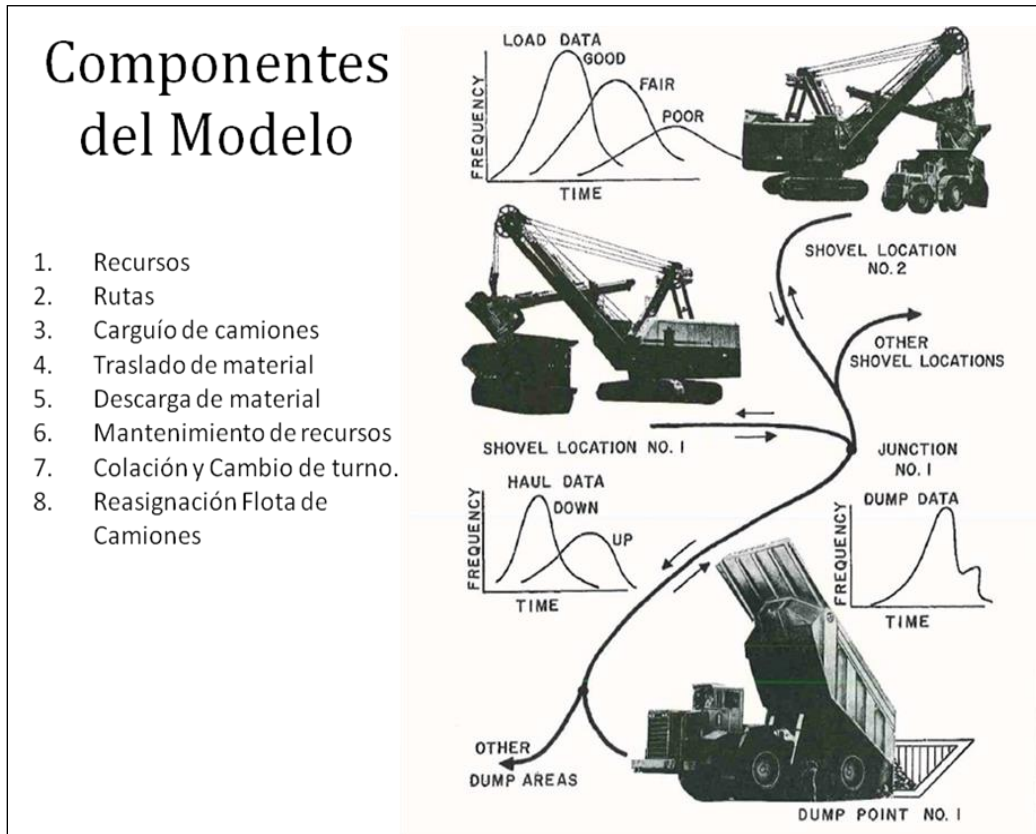


Descripción de las Operaciones Mina Rajo

1 Descripción del Sistema Cielo Abierto

El Sistema Mínero de extracción de Cobre a Cielo Abierto se compone de tres Subsistemas operacionales: 1. Subsistema Perforación y Tronaduras, que consisten en preparar el material que debe ser extraído según un calendario de producción y tenerlo disponible para el carguío en los camiones. Dentro de la mina, existen diferentes puntos de carguíos, según el tamaño de la mina. 2. Subsistema Carga-Traslado-Descarga, que consiste en un parque de palas de gran capacidad que se instalan en los puntos donde existe mineral en tamaño adecuado para ser cargados en los camiones, los que a su vez, lo llevan a otro punto de descarga, que pueden ser la zona de Chancadores, si se trata de mineral, o bien a un Botadero, si el material transportado es Estéril, y 3. Subsistema Mantenimiento, que si bien estas actividades no son de la naturaleza operacional, tienen una gran importancia ya que la disponibilidad de los equipos, tanto de carguío como de transporte es crítica para el normal funcionamiento de la mina.

En la siguiente figura se muestra que las palas cargan los camiones en distintos lugares, los camiones deben recorrer un cierto trayecto para llevar el material a los puntos de descarga y después, regresar nuevamente al punto de carguío.



Una vez cargado el Camión, el material se transporta a los Chancadores si es Mineral o a un Botadero si es Lastre. Una vez que los Camiones cargados llegan a su destino, éstos vacían el material y regresan al mismo punto de carguío. Por simplicidad, el modelo considera dos puntos de carguío de mineral y otros dos puntos de carguío de Lastre. Cada punto de carguío tiene su propia flota de camiones y tienen un solo destino de descarga. Se considera una flota de 22 camiones de igual tonelaje para mineral y para lastre, cuya capacidad es de 290 t. Por restricciones mineras, por cada tonelada de mineral, se debe extraer entre 1.9 y 2.1 toneladas de lastre. Los camiones tienen una velocidad de cruceo de 13 km/h cargado y de 35 km/h descargado. Las distancias a los puntos de descarga se indican en la Tabla 3.4.2. Tablas de Distancias. El tiempo de carga y de descarga se considera en 4.5 mins. Cada camión requiere de un operador asignado para su funcionamiento. El periodo de estudio corresponde a 1 mes.

2 Identificación de las Medidas de Desempeño.

Estos indicadores se presentan en la sección "Productividad", del portal de la empresa, en el área Análisis Productivo y/o Registros - Área de Producción. Las tablas son las siguientes:

Utilización Promedio. Se presentan los tiempos considerados para cada equipo de trabajo, junto a la utilización y productividad de ellos.

Inventario de Material. Se indican las toneladas de mineral y de lastre que quedan en cada punto de carguío.

Material Transportado. Se indican las toneladas de material que han sido transportadas en cada circuito.

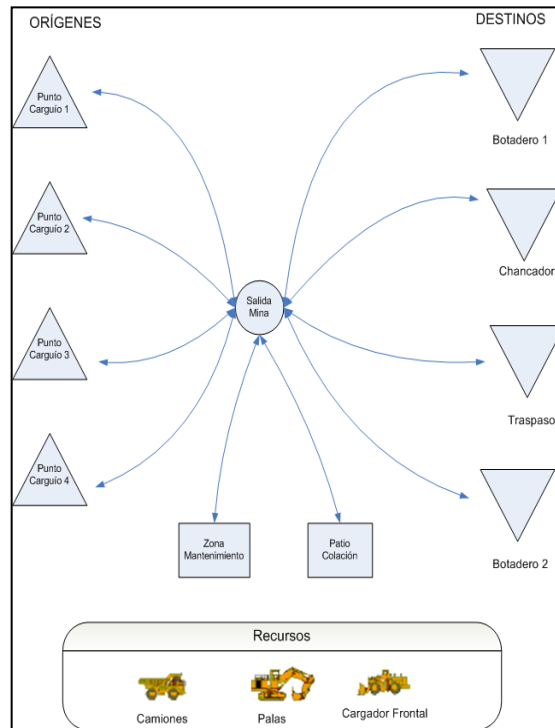
Indicadores operacionales. Se presentan tres gráficos que indican las toneladas transportadas, la variación del nivel de inventario de combustible ocurrido durante el mes, y una comparación de las rentabilidades con las demás empresas virtuales.

3. Conceptualización del Modelo Cielo Abierto

3.1 Componentes del Sistema Cielo Abierto Como se mostró en la figura anterior, los componentes que se consideran en el modelo son:

- Puntos de Carguío. (PC701, PC702, PC711, PC281)
- Tipo de material (mineral o lastre)
- Palas (701, 702, 711, Mntgr o 281)
- Camiones (Flota701, Flota702, Flota711, Flota281)
- Caminos
- Punto de destino Chancador (Pique Directo, Traspaso)
- Punto de destino Botadero (Botadero1 y Botadero2)
- Mantenimiento y Fallas de los equipos.

A continuación se presenta un esquema del sistema:



Para efectos de simplicidad, como se mencionó anteriormente, cada uno de los orígenes tiene un destino específico, con un solo tipo de material a transportar.

3.2 Secuencia de Operaciones

Una vez efectuada la perforación y detonación con explosivos del cuerpo de extracción, la Pala se acerca al lugar de extracción para recoger el material acumulado. Cuando la Pala se encuentra en el lugar de extracción, los camiones se dirigen hasta dicho punto para ser cargados con material por las Palas. Al concluir el carguío los camiones, éstos se dirigen hacia su destino, que puede ser el botadero o uno de los chancadores, según el tipo de material transportado, lastre o mineral. Al llegar a su destino, el camión descarga el material y vuelve al mismo lugar para ser cargado nuevamente.

3.3 Características y Suposiciones del Modelo Cielo Abierto.

- Distintas velocidades de los camiones en estado cargado o vacío..
- Cada una de los cuatro puntos de carguío son un subsistema independiente y tendrán características diferentes representadas por los valores de los parámetros y variables que ingresan al modelo. Sin embargo, para cada subsistema, las operaciones serán idénticas.
- Se incluye la pérdida de tiempo por el inicio y fin del turno, por la choca, la mantención de los equipos y el reabastecimiento de combustible de los camiones.
- La aparición de los puntos de carguío está definida por el Plan Minero.
- Los camiones deben esperar por disponibilidad de Punto de Carguío y por Punto de Descarga.
- Se considera siempre la disponibilidad de operadores para las palas, sin embargo para cada camión debe haber un operador..

3.4 Datos de Entrada al Modelo.

El listado de los parámetros que se pueden cambiar se encuentran en <http://centro.evvirtual.cl>, seleccionar Empresa Virtual Mina Rajo, Ingresar al portal de su empresa, seleccionar Análisis Productivo - Datos de Entrada - Entradas. O bien, ingrese como http://centro.evvirtual.cl/evrajoXX/tabla_entradas.htm, donde XX es el número de la EvRajo.

Los datos de entrada del modelo son:

- Número de Palas Cargadoras de camiones. Siempre son 4 puntos de carguío.
- Número de Camiones, capacidad, velocidad de carguío y vacío, cantidad de vueltas por turno.
- Características de los tramos que forman un camino: Largo de la ruta.
- Tiempo de carguío programado de camiones.
- Tiempo de descarga del Material
- Metas de Producción, de responsabilidad del Gerente General

LugarConsumo	Cantidad de Frentes en Punto Carg.	Tons de Mineral por Frente de Carga	Tons de Lastre por Frente de Carga

Consultora
Sergio Valenzuela Mayer y Cia. Ltda.
Modelamiento Virtual & Ingeniería Industrial

Material1_1 (Mineral Punto Carguío 1)	6	234.000	0
Material2_1 (Mineral Punto Carguío 2)	2	226.000	0
Material3_2 (Lastre Punto Carguío 3)	6	0	345.000
Material4_2 (Lastre Punto Carguío 4)	3	0	690.000

- **Costos operacionales, de responsabilidad del G de Finanzas**

CentroCosto	CCapital (US\$)	CTraslado	TasaCTr	TasaC Ocioso	CUso	TasaCUso
Pala701	98.000	0	0	0	56,13	0
Pala702	98.000	0	0	0	105,26	0
Pala711	98.000	0	0	0	80,12	0
CargFrontal	33.100	55,67	0	0	33,13	0
Flota701	33.300	128,66	0	0	0	0
Flota702	33.300	213,54	0	0	0	0
Flota711	33.300	106,39	0	0	0	0
Flota281	33.300	57,61	0	0	0	0

- CentroCosto: El Centro de Costo que acumulará los costos que incurren el tipo de objeto.
- CCapital: Costo inicial, de una sola vez, que se agrega al objeto.

Consultora
Sergio Valenzuela Mayer y Cia. Ltda.
Modelamiento Virtual & Ingeniería Industrial

- CTraslado: Costo de cargar y transportar una carga usando el tipo de transporte, independiente del tiempo que dure el transporte. Este costo se asigna a la entidad cuando es cargado en este tipo de transporte.
- TasaCTr: Tasa de Costo de Transporte considera el costo por unidad de tiempo para transportar un entidad usando este tipo de transporte.
- TasaCOcioso: Tasa de Costo Ocioso considera el costo por unidad de tiempo que se acumula cuando el equipo está desocupado.
- CUsó: Costo considerado una sola vez cuando este recurso se usa para una actividad que no sea transporte, independiente de la duración. Este costo se asigna a la tarea que está usando este recurso.
- TasaCUsó: Costo por unidad de tiempo para usar este vehículo en tareas que no son de transporte. Este costo se asigna a la tarea que está usando este recurso.

- Abastecimiento, de responsabilidad del G. de Marketing.

Item	UnidadItem	Cantidad	Periodicidad	UnidadPeriodo	Proveedor
PetroleoCams	Litros	6.000	3	Días	Proveedor1

- Para el item Compra de PetróleoCams, se compran 6.000 litros cada 3 días

- Parámetros Operacionales de Camiones, de responsabilidad G. Operaciones

NombreFlota	Tamaño	Capacidad	VelCarg	VelVacío	tCarguío	tDesc
		tons	Km/hr	Km/hr	seg	seg
Flota701	7	290	13	35	270	270
Flota702	6	290	13	35	270	270
Flota711	4	290	13	35	270	270
Flota281	5	290	13	35	270	270

--	--	--	--	--	--	--

- NombreFlota: Identificación de la flota de camiones que atiende a la pala específica.
- Capacidad: capacidad de cada camión, en tons.
- VelocCarg: Velocidad promedio del camión cargado, Kms/hr.
- VeloVacío: Velocidad promedio vacío. kms/hr.
- tCarguío: Tiempo que demora en cargarse, en seg.
- tDesc: Tiempo que demora en descargar, en seg.

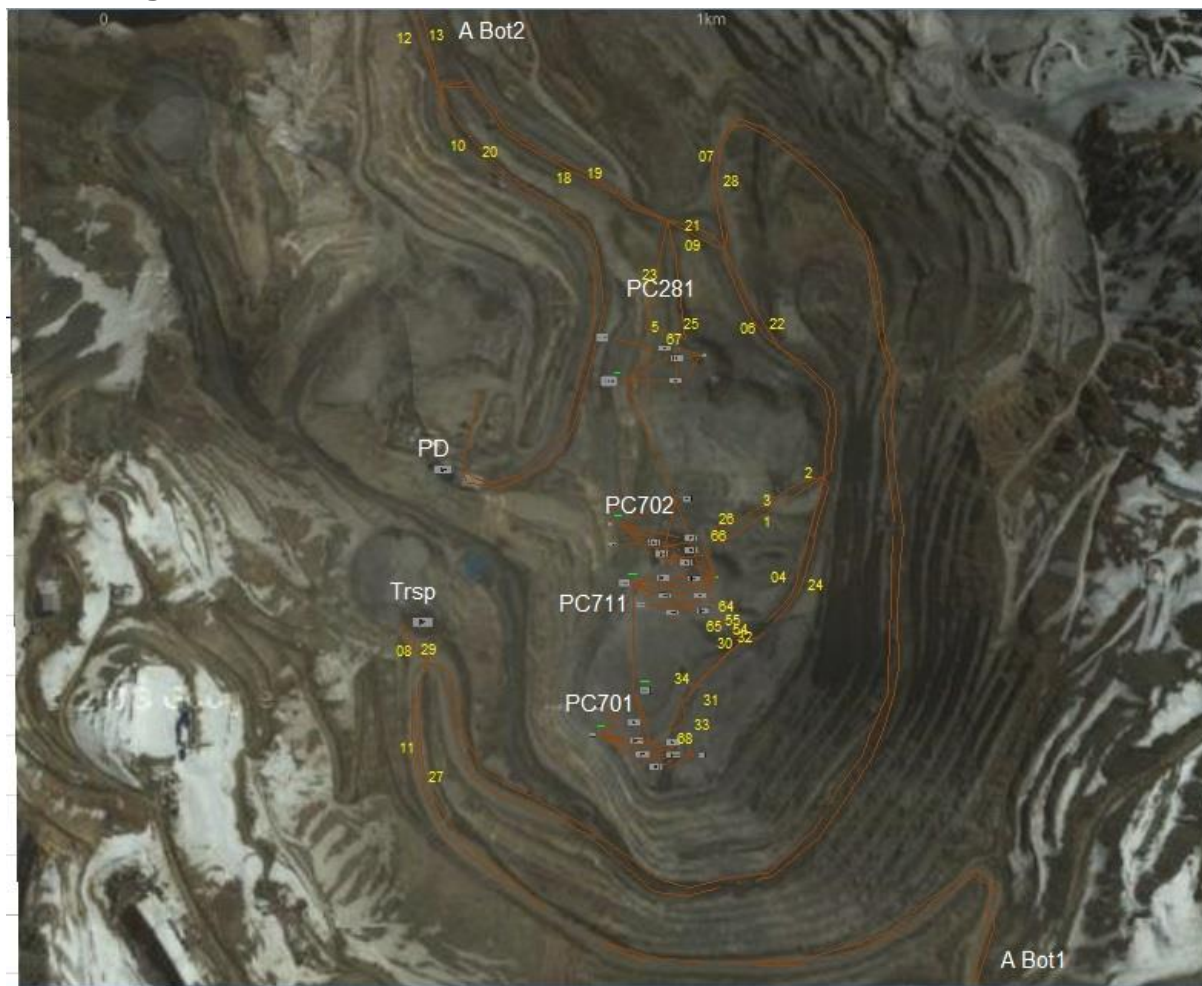
- Cantidad de Operadores de camiones, de responsabilidad de G. Personal.

NombreFlota	Cant. Operadores
Flota701	5
Flota702	10
Flota711	12
Flota281	11

3.4 Conceptualización del Modelo Cielo Abierto.

El modelo del sistema Cielo Abierto considera las operaciones de Carguío, Transporte y Descarga. El modelo se compone de cuatro circuitos que son atendidos por tres palas y un Cargador Frontal, identificados con los nombres Pala701, Pala702, Pala711 y CFrontal. Los puntos de carguío se nombran según la flota de camiones, correspondiendo a PC701, PC702, PC711 y PC281. Las flotas de camiones toman los nombres de sus respectivas palas. Los destinos corresponden a la zona de Traspaso (Trsp), Pique Ditecto (PD), Botadero1 y Botadero2. Los circuitos son independientes unos de otros y cada uno con sus respectivas flotas de camiones. Circuito 1, sólo mineral: PC701 - Trsp; Circuito 2 sólo mineral: PC702 - PD; Circuito 3 sólo Lastre: PC711 - Bot1; y Circuito 4 sólo Lastre: PC281 - Bot2. El diagrama y la tabla de distancias se presentan a continuación.

3.4.1 Diagrama de Circuitos



3.4.2 Tablas de Distancias.

	Tramos			
	PC701-Trsp	PC702-PD	PC711-Bot1	PC281-Bot2
Distancia IDA (mts)	3658	5742	2357	1678
Distancia Regreso (mts)	3572	5497	2153	1406

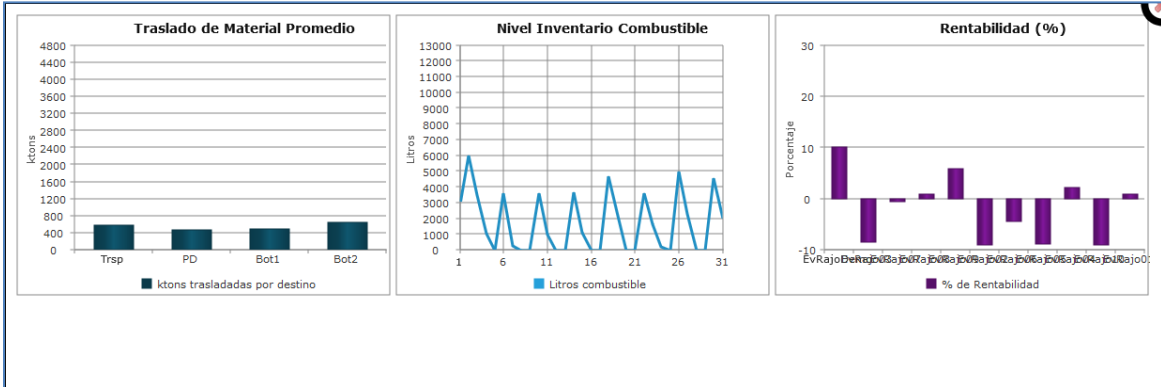
3.5 Resultados:

Un resumen de los resultados se presentan en el sitio web, http://centro.evvirtual.cl/evrajoXX/index.html#datos_productividad donde XX es el número de la EvRajo.

1. Utilización Promedio: En esta tabla se presentan los tiempos disponibles de los recursos usados para obtener la Utilización y la Productividad de ellos, según metodología ASARCO. También se presentan los tiempos de ciclo de las distintas flotas de camiones.

Descrip	Flota 701	Flota 702	Flota 711	Flota 281	Pala 701	Pala 702	Pala 711	CFRN 281
T NOMINAL (h)	5208	4464	2976	3720	744	744	744	744
T Mantenim (h)	100	100	100	100	100	100	100	100
T Rep Impr(h)	75.73	64.38	41.98	43.13	0	0	0	0
T DISPON (h)	5032.	4299.	2834.	3576.	644	644	644	644
DISPONIBILIDAD	0.966	0.963	0.952	0.961	0.865	0.865	0.865	0.865
T Reserva Prog (h)	764.5	641	394	517.5	123.5	123.5	123.5	123.5
T Reserva NO Prog (h)	0	0	0	0	0	0	0	0
T OPERATIVO (h)	4267.	3658.	2440.	3059.	520.5	520.5	520.5	520.5
Demoras (h)	3302.	3238.	1502.	2530.	-44.1	132.7	32.60	-50.6
T EFECTIVO (h)	965.1	420.2	937.8	528.8	564.6	387.7	487.8	571.1
UTILIZACION (%)	22.61	11.48	38.43	17.28	108.4	74.48	93.73	109.7
PRODUCTIVIDAD (Ktpd; h/Cam)	18.18	15.15	15.71	20.28	0.291	0.238	0.290	0.263
Tiempo Espera-Carguio (Hr)	0.678	0.379	0.532	0.726	0	0	0	0
Tiempo Ida-Regreso (Hr)	0.661	0.359	0.766	0.347	0	0	0	0
Cola Espera Carguio	5.201	5.168	2.232	3.339	0	0	0	0
Utilizacion Simlador (%)	22.23	11.29	37.81	17.05	0	0	0	0

2 Indicadores Operacionales: Se muestran tres gráficos que representan las toneladas transportadas de cada tipo de material, el nivel de inventario de combustible, y una comparación de las Rentabilidades con las otras empresas virtuales.



3. Inventario de Materiales: Se tabulan las toneladas de cada tipo de material que no alcanzó a ser transportado. En este caso, quedó por transportar 685.910 ton de Mineral a Traspaso, y 185.530 y 1.536.940 ton de Lastre a los Botaderos 1 y 2, respectivamente.

Inventario de Material

Informe(hr)	Origen del material	Tons A	Tons B
0	Cto701_Trsp	685910	0
0	Cto711_Bot	0	185530
0	Cto281_Bot	0	1536940

4. Material Transportado: Indican la cantidad de viajes y toneladas transportadas que se realizaron en cada circuito de los respectivos materiales. En este caso, para el mineral a Traspaso, se realizaron 1944 viajes, lo que equivale a 564.000 ton de mineral. La información se repite para cada flota de camiones, sólo para efectos de estadística.

Material Transportado

Informe	Destino	Cant. de Viajes	Ktons
9998	Trsp	1944	564
9999	Trsp	1944	564
9998	PD	1620	470
9999	PD	1620	470
9998	Bot1	1678	487
9999	Bot1	1678	487
9998	Bot2	2168	629
9999	Bot2	2168	629