

Juan Herrera Herbert

# Minería por transferencia: métodos por descubierta y por terrazas

Madrid - 2022



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Técnica Superior  
de Ingenieros de Minas y Energía

[www.minasyenergia.upm.es](http://www.minasyenergia.upm.es)



## Minería por transferencia: métodos por descubierta y por terrazas

**Autor: Juan Herrera Herbert** ([juan.herrera@upm.es](mailto:juan.herrera@upm.es)).

### ADVERTENCIA

El presente documento ha sido preparado con una finalidad exclusivamente divulgativa y docente. Las referencias a productos, marcas, fabricantes y estándares que pueden aparecer en el texto, se enmarcan en esa finalidad y no tienen ningún propósito comercial.

Todas las ideas que aquí se desarrollan tienen un carácter general y formativo y el ámbito de utilización se circunscribe exclusivamente a la formación de los estudiantes de la UPM. La respuesta ante un caso particular requerirá siempre de un análisis específico para poder dictaminar la idoneidad de la solución y los riesgos afrontados en cada caso, además de las incidencias en los costes de explotación. Consulte siempre a su ingeniería, consultor, distribuidor y fabricante de confianza en cada caso.

Foto de portada: <https://www.cat.com/>

Copyright © 2022. Todos los derechos reservados

DC: <https://oa.upm.es/89329/>

Identificador OAI: [oai:oa.upm.es:89329](https://oai.upm.es/89329/)



Universidad Politécnica de Madrid  
Departamento de Ingeniería Geológica y Minera  
Laboratorio de Tecnologías Mineras

Calle Ríos Rosas 21  
28003 Madrid (España)



Este documento ha sido formateado para su visualización y uso en dispositivos electrónicos y permitir ahorrar en el consumo de papel y tóner.  
Antes de imprimirlo, piense si es necesario hacerlo.



## Objetivos del tema

- Comprender que tipo de diseño, proyecto y proceso se encuadra dentro de lo que se ha dado en denominar “Minería por Transferencia”.
- Distinguir el sistema americano del sistema alemán.
- Conocer cuales son los condicionantes para el desarrollo de una minería por transferencia.
- Conocer como se desarrolla la explotación por medio de dragalinas en el sistema de descubierta.
- Comprender las ventajas y los inconvenientes derivados del empleo de dragalinas.
- Entender como puede desarrollarse una operación combinada de Dragalina con excavadoras y volquetes mineros.
- Conocer como se desarrolla la explotación por medio de rotopalas en el sistema de terrazas.
- Comprender las ventajas y los inconvenientes derivados del empleo de grandes rotopalas.
- Conocer cuales son las partes de una rotopala.
- Conocer como se desarrollan específicamente las operaciones de excavación y transporte por medio de grandes rotopalas.

## Concepto de Minería por Transferencia

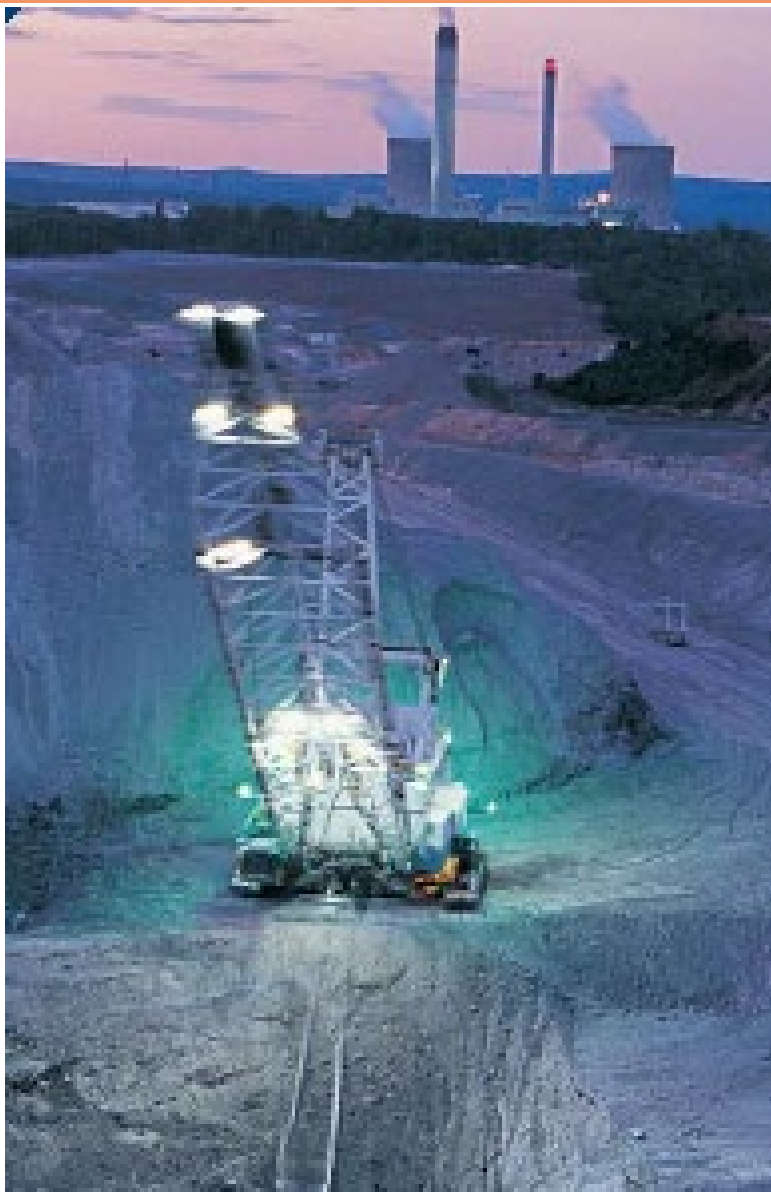
- Consiste en la explotación, desde la superficie, de un mineral que se encuentra dispuesto en capas horizontales o sub-horizontales y con menos de  $10^\circ$  de buzamiento.
- La explotación se hace mediante la apertura de un hueco inicial para el descubrimiento de la capa o capas.
- Tras la extracción del mineral de este hueco inicial, se procede a rellenar el hueco ya explotado con estéril que se extrae de la fase siguiente.
- Sistemas:
  - Sistema americano, de carácter discontinuo y basado en la utilización de una dragalina.
  - Sistema alemán, de carácter continuo y basado en la utilización de rotopalas y excavadoras de noria de cangilones.



## Condicionantes para este tipo de minería

- Grandes yacimientos sedimentarios de tectónica muy suave.
- Materiales extraíbles directamente por métodos mecánicos: carbones, fosfatos, bauxitas, arenas bituminosas, gravas, etc.
- Buzamientos casi horizontales
- Grandes reservas
- Rocas blandas en la cobertera de estéril
- Pocas capas y potentes
- Limitada profundidad de los yacimientos.
- Transformación in situ del mineral





## Sistema de Descubierta Americano

- Aplicable en aquellos yacimientos en los que:
  - La capa sea mayor de 2 m.
  - El estéril sea excavable directamente o lo sea tras una prevoladura suave.
  - Las reservas sean suficientes para respaldar la inversión y la vida de la máquina.
- Cuando alguna de estas condiciones deja de cumplirse, se comienza a combinar este sistema con el convencional de corta con excavadoras y volquetes.



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

## Mining Technology Innovative Lab

Opening minds, creating opportunities

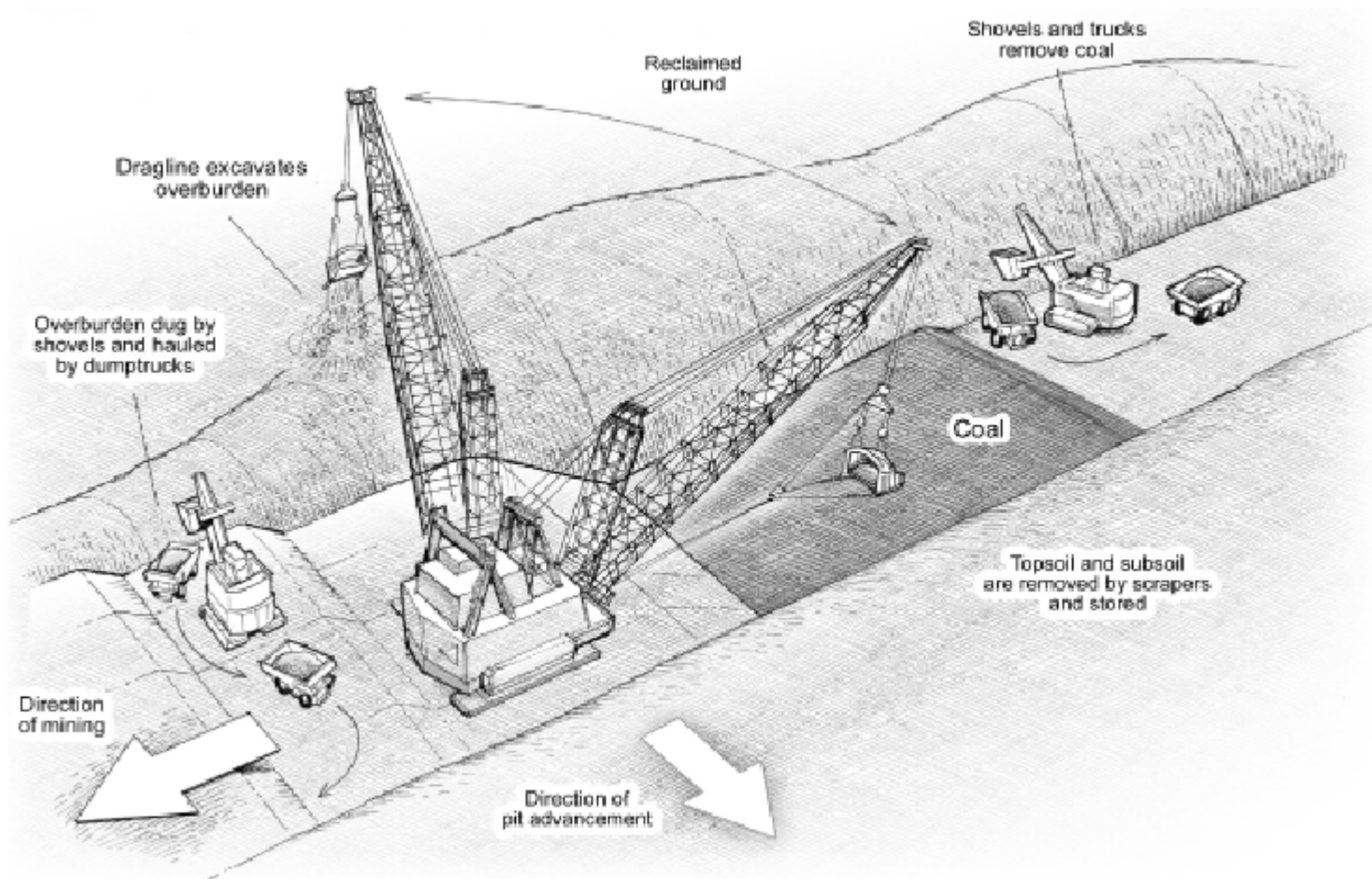




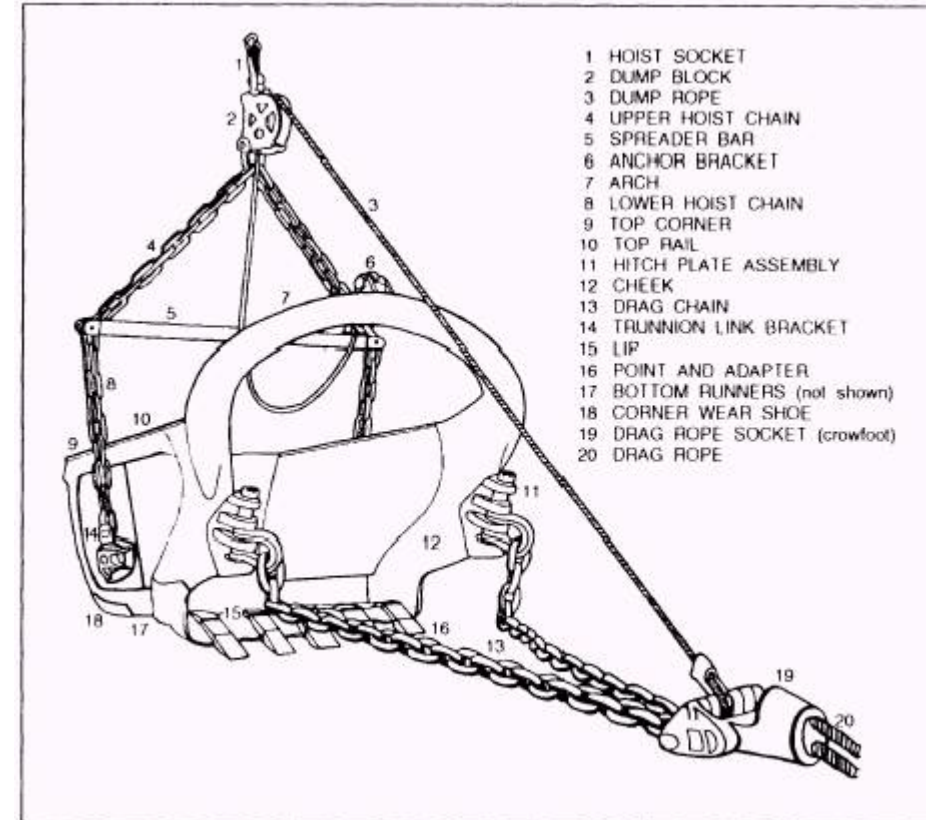
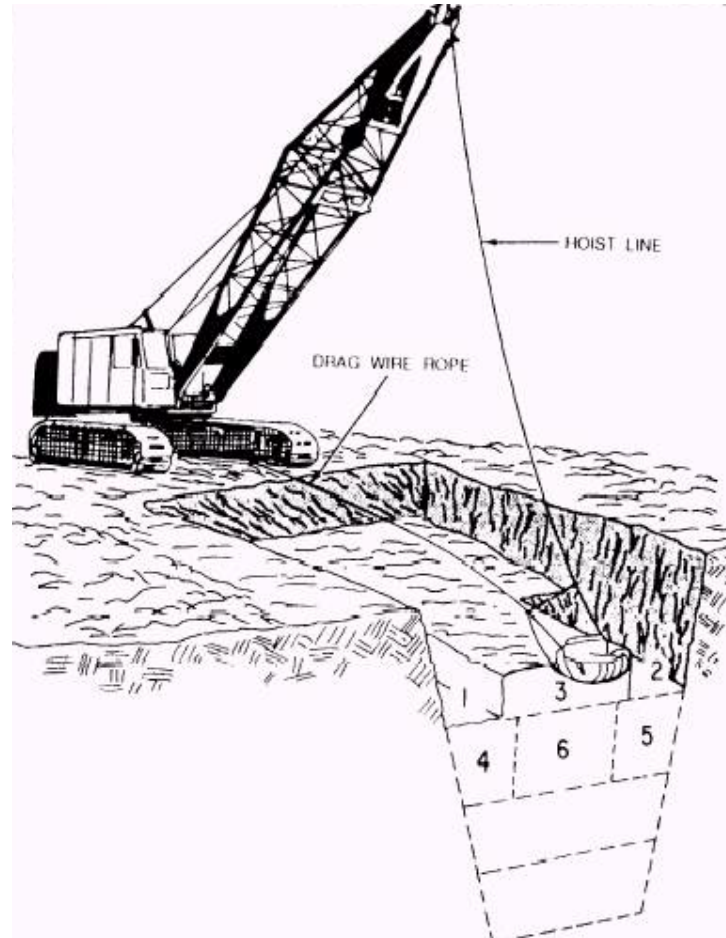


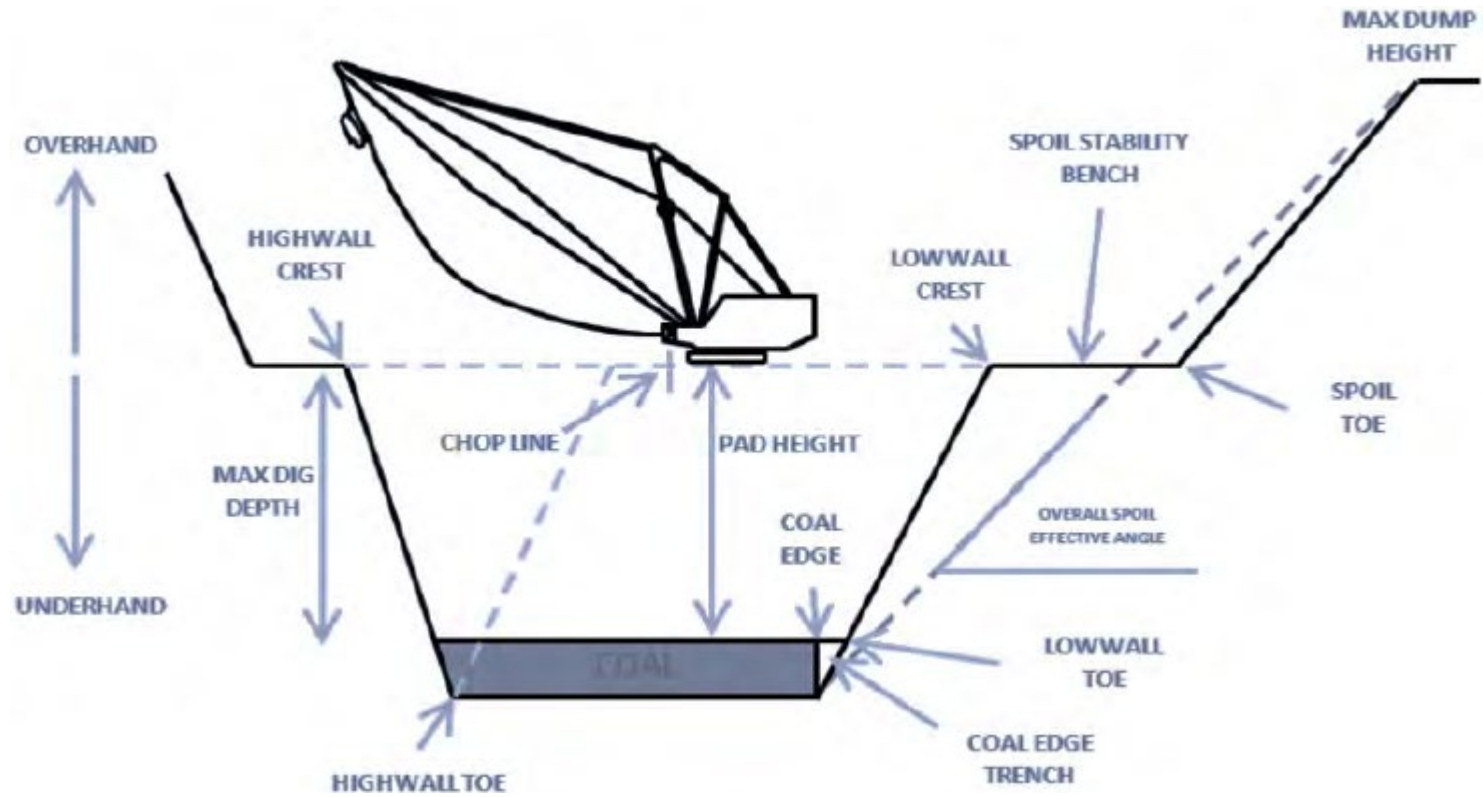
<http://industrialscenery.blogspot.com/>

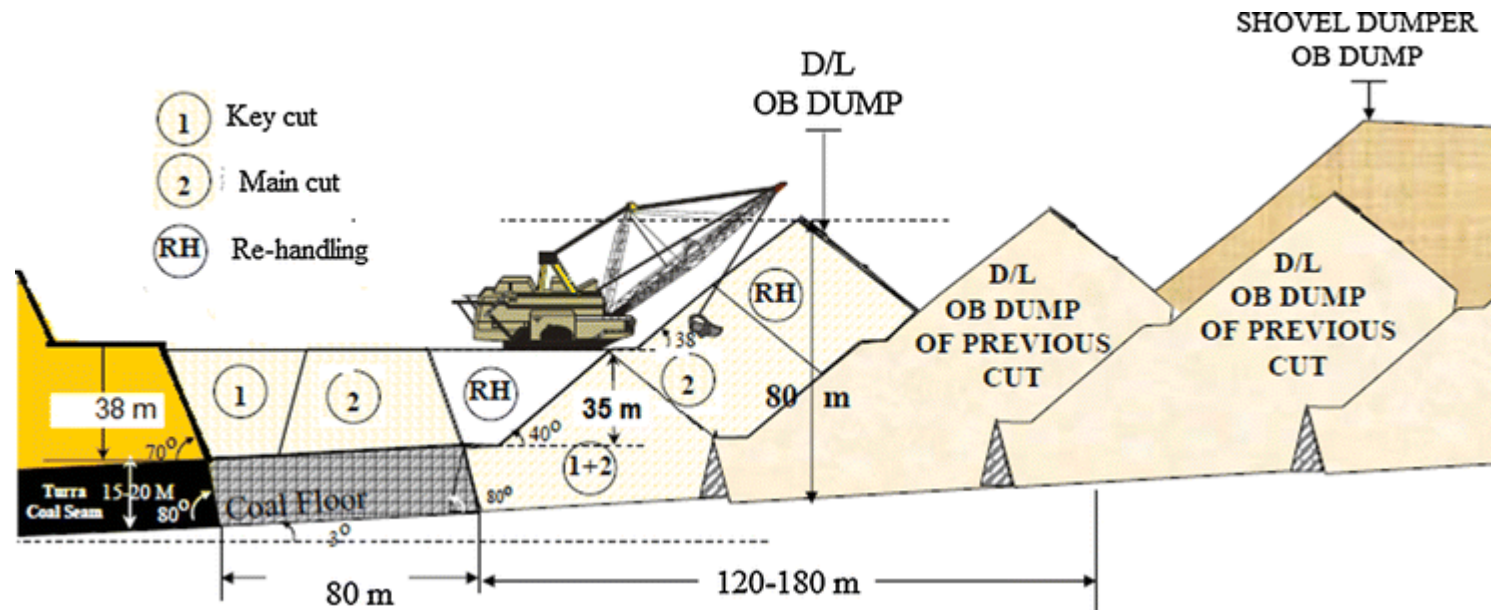


















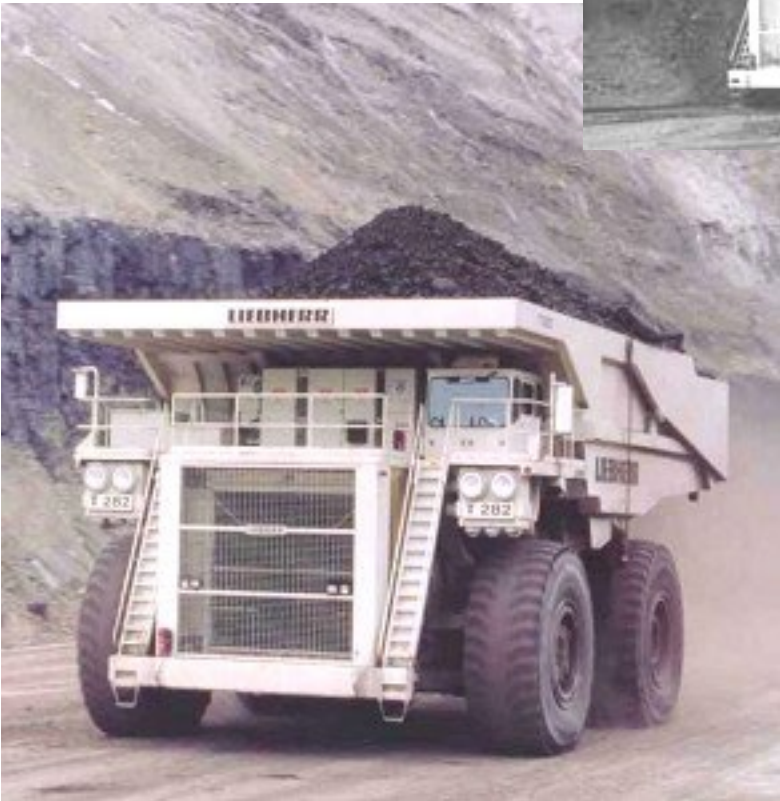


## Ventajas

- Gran simplicidad operativa con mínimo personal
- Reducido coste de operación.
- Posibilidad de excavar un banco profundo hasta 2/3 de la longitud de la pluma.
- Mejor adaptación de la dragalina que las antiguas excavadoras de desmonte a las ondulaciones de las capas.
- Mayor flexibilidad de funcionamiento y capacidad para afrontar cambios en las capas.
- Mayor seguridad de trabajo
- Menor daño al mineral durante la extracción.
- Menor presión superficial sobre el terreno.
- La forma de operar de la dragalina es más adecuada frente a estratos horizontales de dureza alterna
- No requiere llevar la alimentación eléctrica al tajo, salvo para excavadoras eléctricas.

## Inconvenientes

- Peor secuencia de trabajo con materiales de mayor resistencia y que requieren perforación y voladura, aunque esta sea suave.
- Menor selectividad y fuerte dilución en capas estrechas.
- Trabaja muy bien cuando el estéril es blando y el mineral duro.
- Gran valor de adquisición y mayor inversión frente a una excavadora de igual capacidad de cazo.
- Parque de maquinaria muy reducido, siendo muy difícil su contrata y alquiler
- Gran influencia de la habilidad del operador en la producción, por lo que su remuneración es cara y resulta difícil retenerlos en la misma obra.





POLITÉCNICA

UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



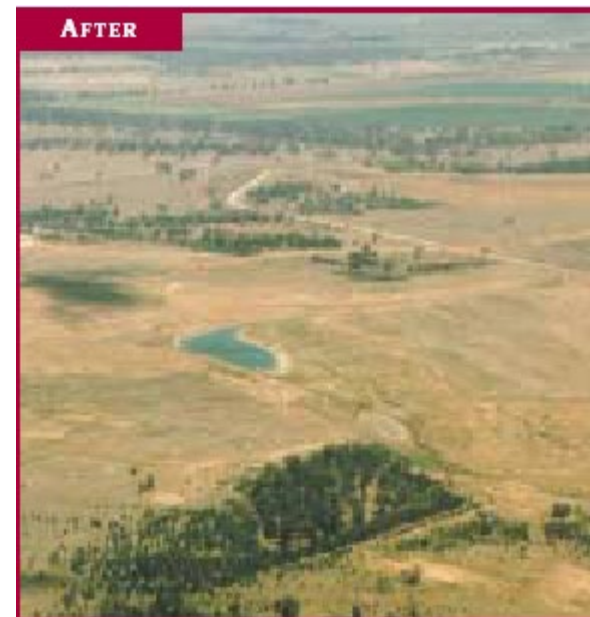
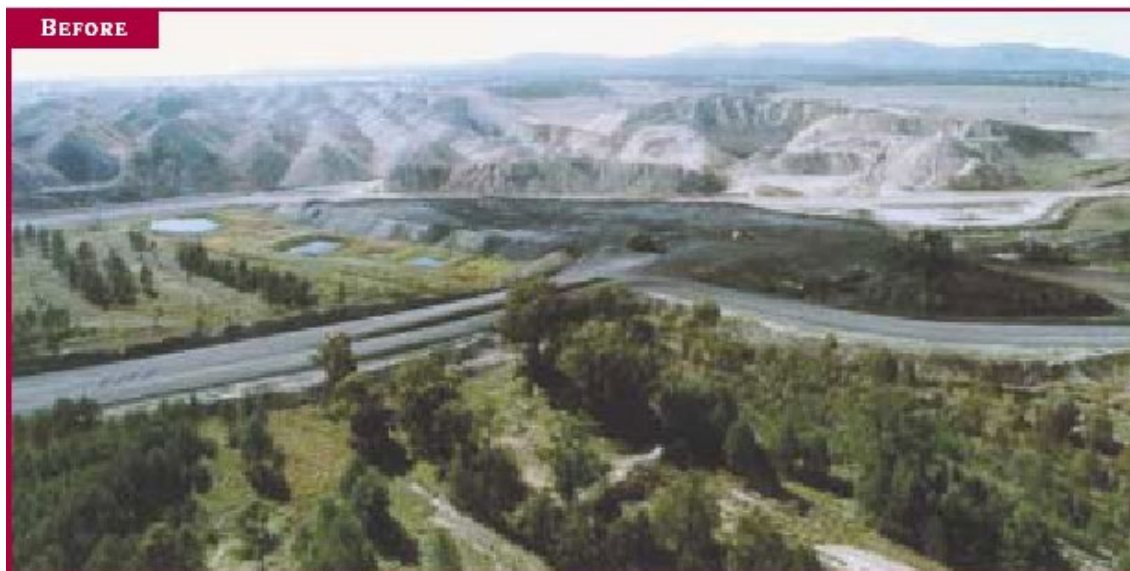
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

Mining Technology Innovative Lab

Opening minds, creating opportunities



## Restauración de una Descubierta





Gardenia Mine  
Operación a cielo abierto de 300 Ha  
En operación desde 1981 hasta 1985



Kilbarchan Siding  
Stockpiles de carbón



Pacific Coal (Blair Athol, Australia)



Mt Arthur Coal (Hunter  
Valley, New South Wales, Australia)





*Above:* Ruston No.300 Steam Dragline in the Works yard in 1924 dwarfs the Ruston No.6 Steam Crane Navy.



Antigua Dragalina "Big Muskie"



Fuente: [www.mining.komatsu/](http://www.mining.komatsu/)

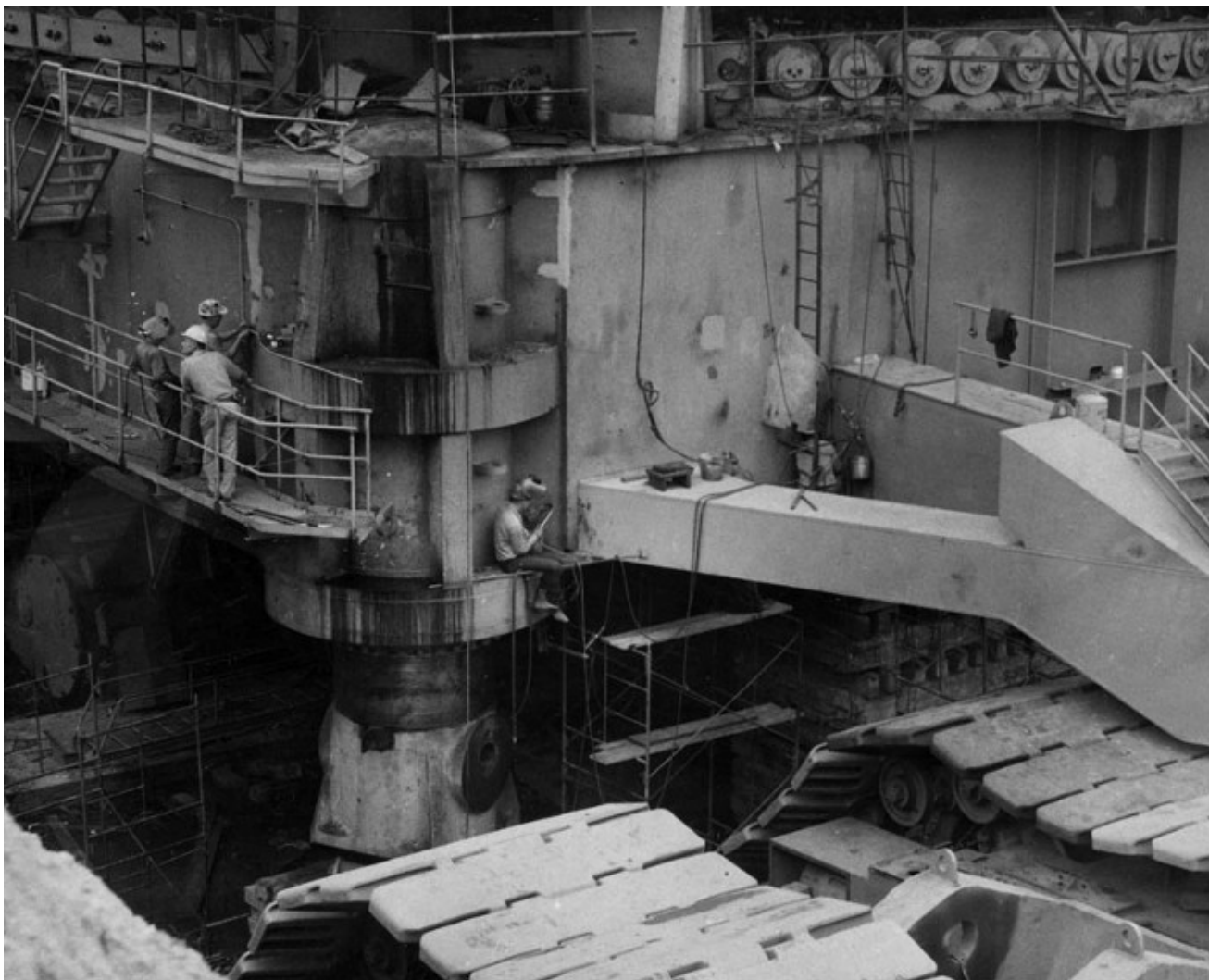
## Gigantes desaparecidos: las excavadoras de desmonte



Antigua Excavadora de desmonte "Big Captain"





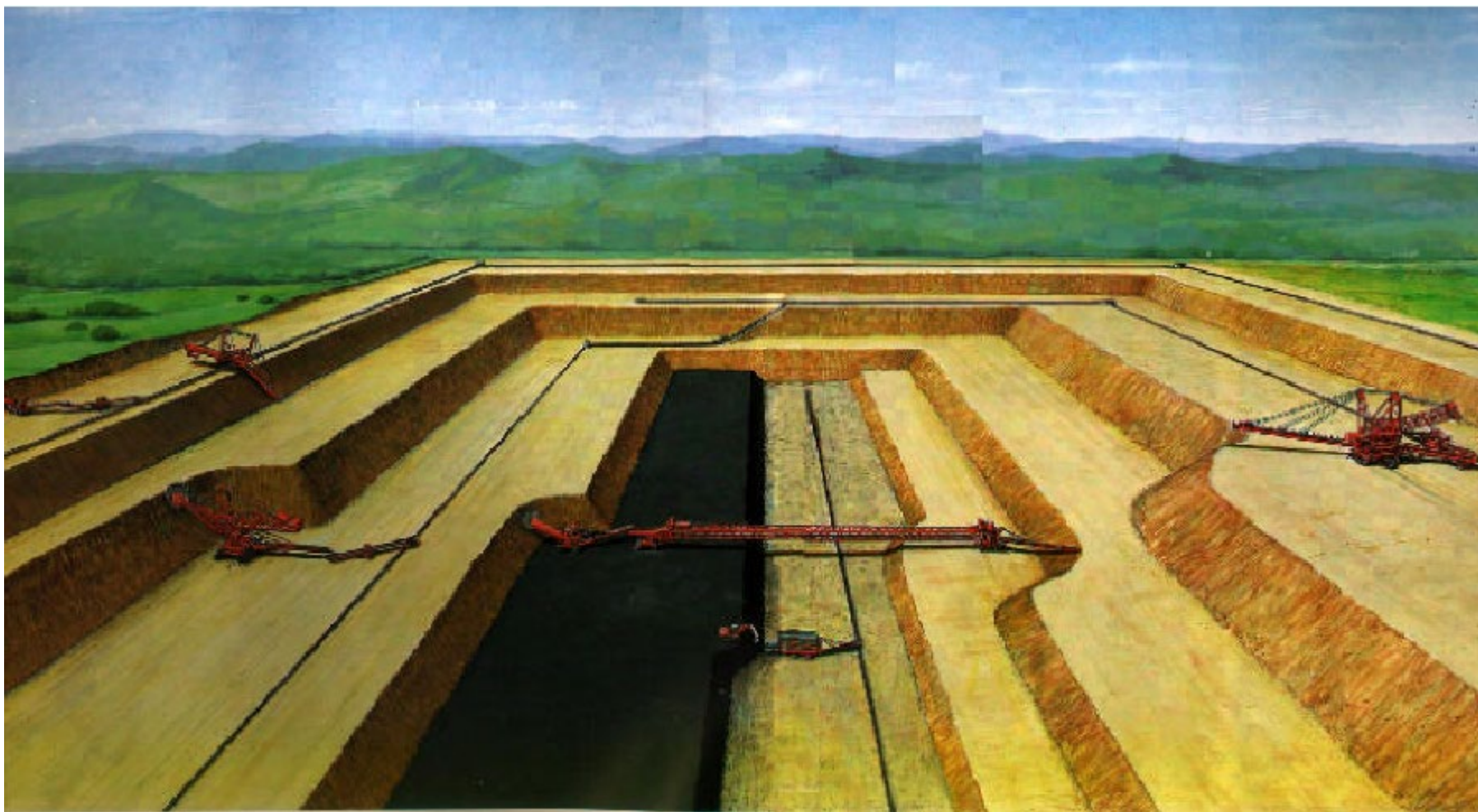




Excavadora de desmonte "Silver Spade"



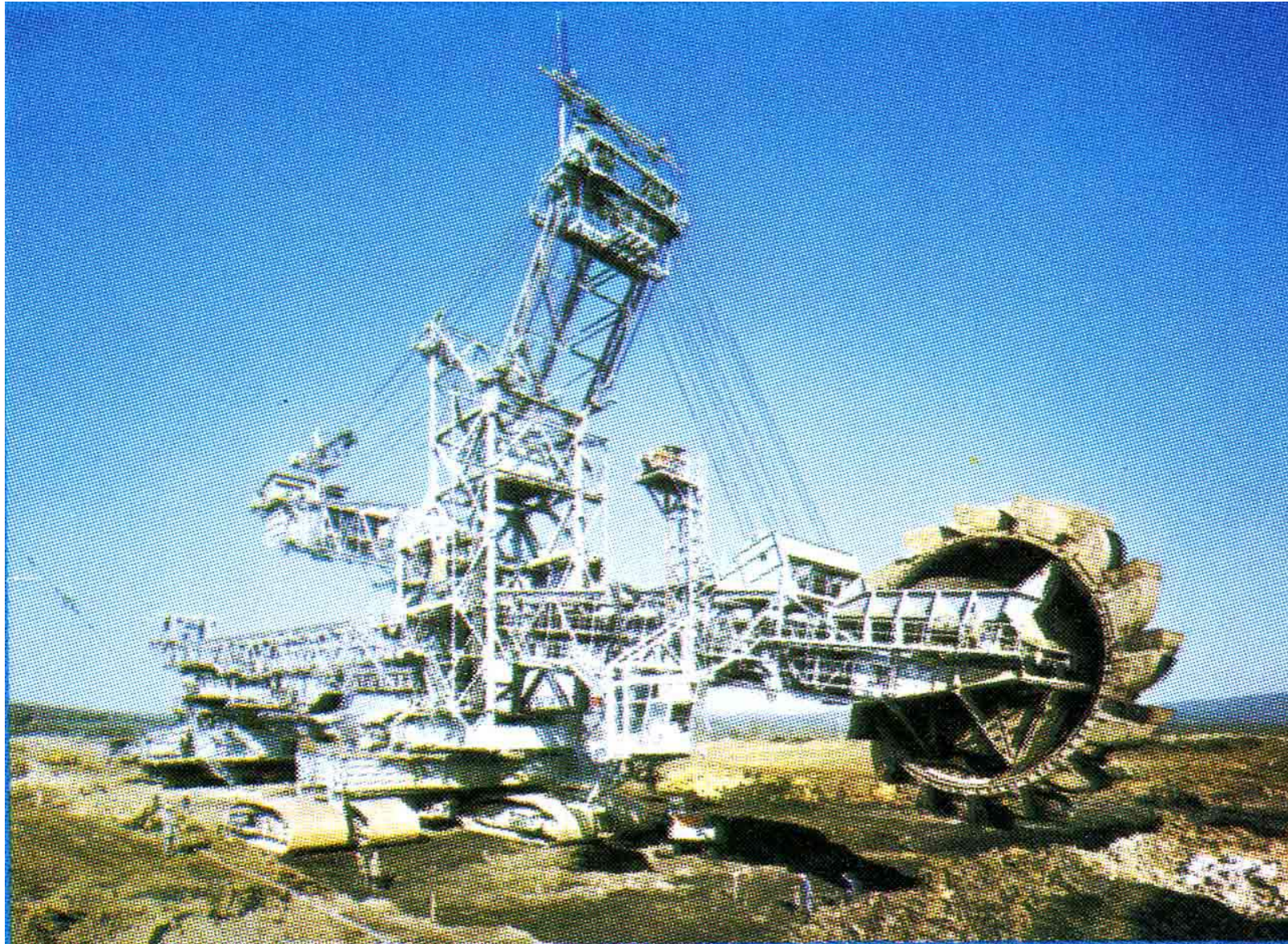
## El sistema Alemán



## Características generales

- Se utiliza casi exclusivamente en yacimientos de lignitos o de minerales muy blandos.
- Se distinguen las excavadoras de Noria de Cangilones de las Rotopalas, siendo esta la más empleada en la actualidad debido al desarrollo tecnológico.
- Requiere capas u horizontes mineralizados con buzamientos menores de  $10^\circ$
- Mantos de carbón potentes, a menudo con intercalaciones de estéril de espesores relativamente pequeños, formando un auténtico hojaldre.
- Tectónicamente tranquilos y muy estratificados.
- Recubrimientos con bajas resistencias y poca abrasividad, susceptibles de arranque directo.







UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

## Mining Technology Innovative Lab

Opening minds, creating opportunities















## Ventajas

- Gran producción y rendimiento horario.
- Menor consumo de energía que en las máquinas cíclicas por m<sup>3</sup> movido.
- Altamente selectivas al poder seguir las inflexiones de las capas y separar intercalaciones de muy poco espesor.
- Posibilidad de cargar el material para su posterior transporte, bien en cintas transportadoras o en ferrocarriles o en volquetes.
- Poseen un gran radio de descarga, por lo que la restitución del terreno podrá tener un bajo coste si se realiza el vertido directo del estéril.

## Inconvenientes

- Maquinaria muy cara y muy difícil de contratar.
- Baja disponibilidad global (menor del 60 %).
- Poca flexibilidad a los cambios en la secuencia de explotación. Requiere una fuerte planificación y control.
- Se adapta muy mal a los cambios de resistencia o de abrasividad.
- Bajo rendimiento con relación a la selectividad.
- Fuerte programa de mantenimiento.
- Requiere una gran superficie de preparación del banco.
- Poca protección de los mecanismos en comparación con las excavadoras o las dragalinas. Ambientes de polvo, agua o viento son muy nocivos.
- Poca maniobrabilidad y flexibilidad.
- Tecnología muy cara, reparaciones largas y costosas y dependencia del extranjero en algunos repuestos básicos.







## Traslado de una rotopala gigante (Alemania)











POLITÉCNICA

UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

Mining Technology Innovative Lab

Opening minds, creating opportunities

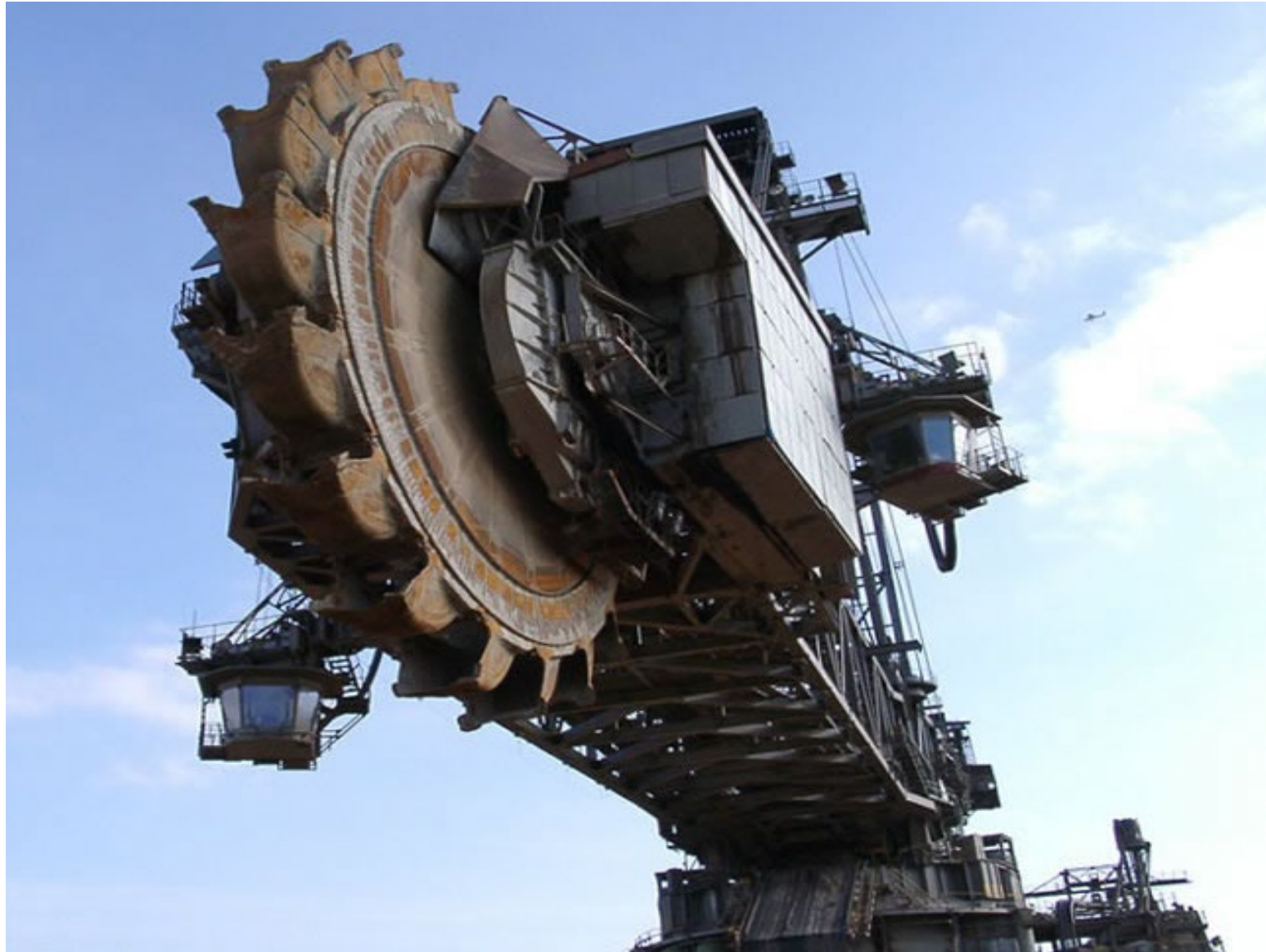


















UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

Minim





# Accidente



































## Dudas y preguntas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGIA  
LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS MINERAS

**TECHNICAL UNIVERSITY OF MADRID**  
HIGHER TECHNICAL SCHOOL OF MINING AND ENERGY ENGINEERING  
MINING TECHNOLOGIES LABORATORY