



ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

CONGRESO PARAGUAYO

2do

**Vialidad  
y Tránsito**

6 y 7 de Octubre 2016  
EXPO VIAL

Encarnación  
Paraguay



# El Sueño de un Ingeniero Civil y el El Valor de la Ingeniería



**Guillermo Thenoux Z., MSc, PhD**  
**Profesor Titular, Facultad de Ingeniería**  
**Universidad Católica de Chile**



ZZZ....

# SUEÑOS Y DESAFÍOS 2003

- o ¿Qué tipo de infraestructura requiere mi país?
- o ¿Qué tipo de infraestructura se merece mi país?
- o ¿Qué tipo de infraestructura seremos capaces de construir?



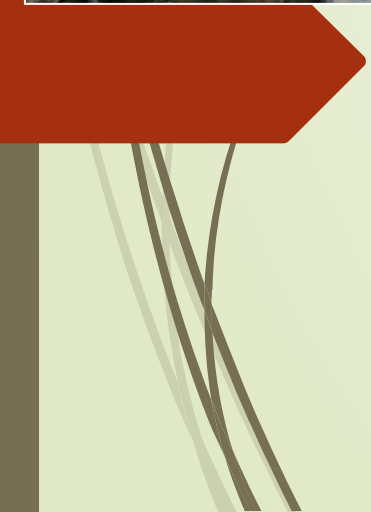


# 7 REFLEXIONES DE INGENIERÍA



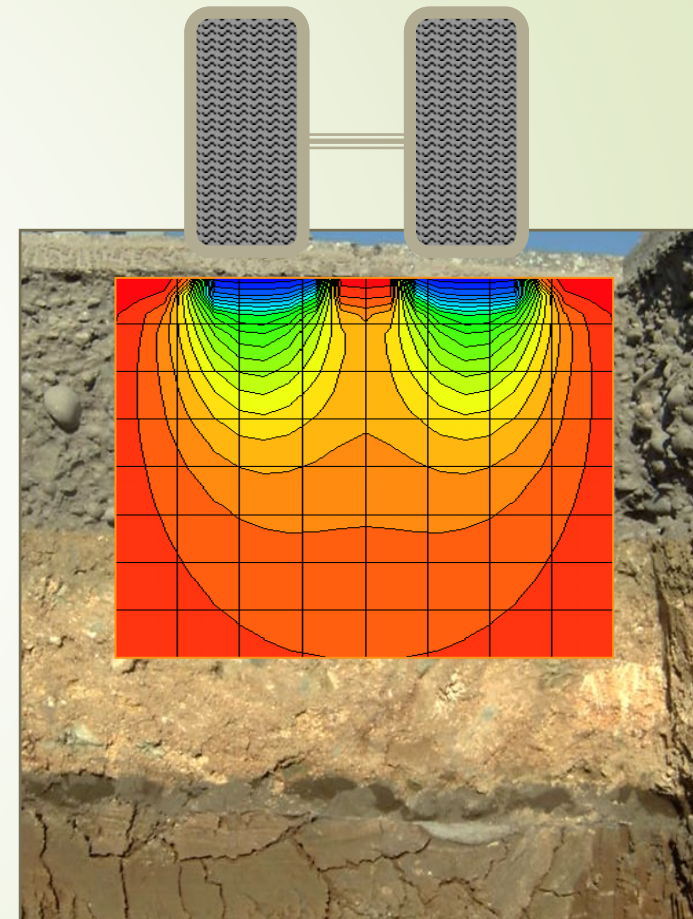
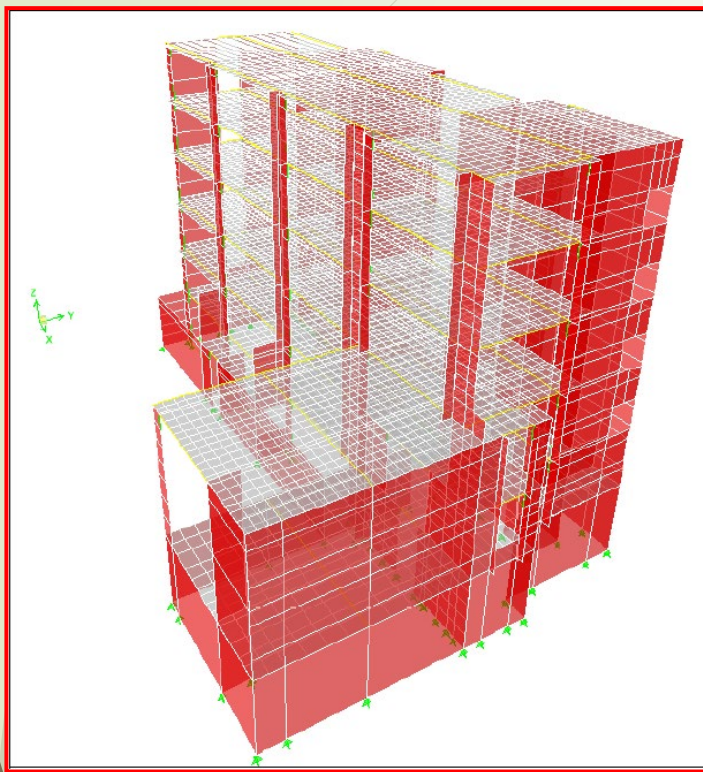
# PRIMERA REFLEXIÓN

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS





# INCERTIDUMBRE DEL DISEÑO



Para 11 M EEq → H: 18 a 32  
50 a 95% A: 14 a 18



# UTILIZAMOS LAS OBRAS PARA DESPLAZARNOS A VELOCIDADES DE 60 A 120 + KM/H





## SEGUNDA REFLEXIÓN

5 TIPOS DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA  
Y  
TIPOS DE INGENIEROS

# 1. El que no ve los problemas









## 2. El que ve los problemas como problemas



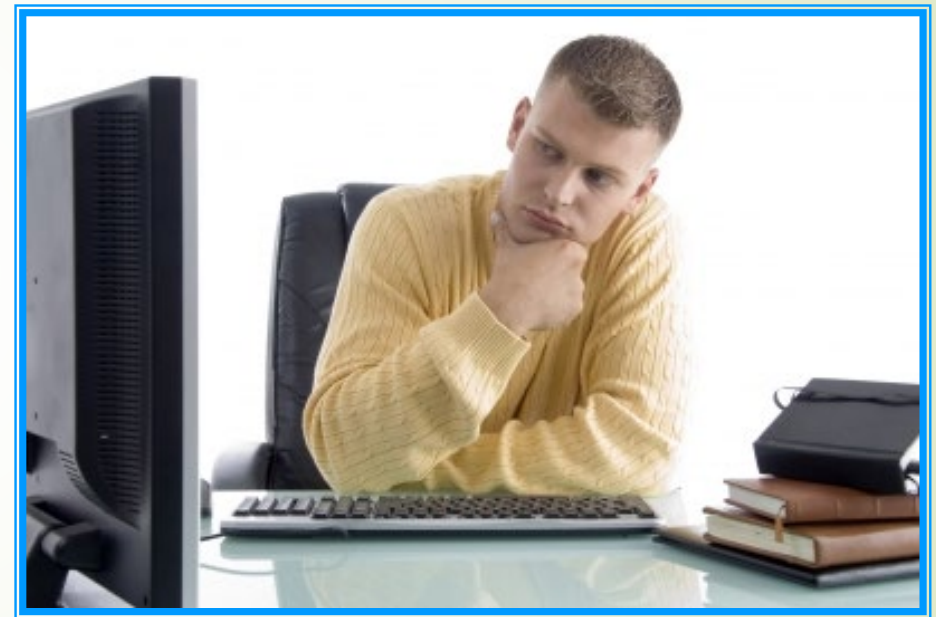
## 2. El que ve los problemas como problemas







3. El que estudia y anticipa los problemas y se “arrima” a normas y estándares.



# Normas y Paradigmas



Robert C. Wunderlich (International President of ITE )  
“The Flexible Engineer: Using Design Principles to Solve Engineering Problems”, Artículo Editorial del Journal Institute of Transportation Engineering, Abril 2011.

“Soluciones técnicas y económicamente efectivas se pueden dar a través de normativas o estándares pero solo cuando se trata de problemas estándares”.

“Nuevos desafíos o problemas no estándares no pueden ser resueltos con normativas del pasado”

4. El que estudia, anticipa los problemas y elabora varias soluciones de ingeniería.



# Soluciones de Ingeniería

\$e nos ha en\$eñado a bu\$car el proyecto de ingeniería má\$ económico.











“n”. En este nivel aparece un tipo de ingeniero que en realidad no contabilizo pero si existe.



n. El ingeniero tonto ...

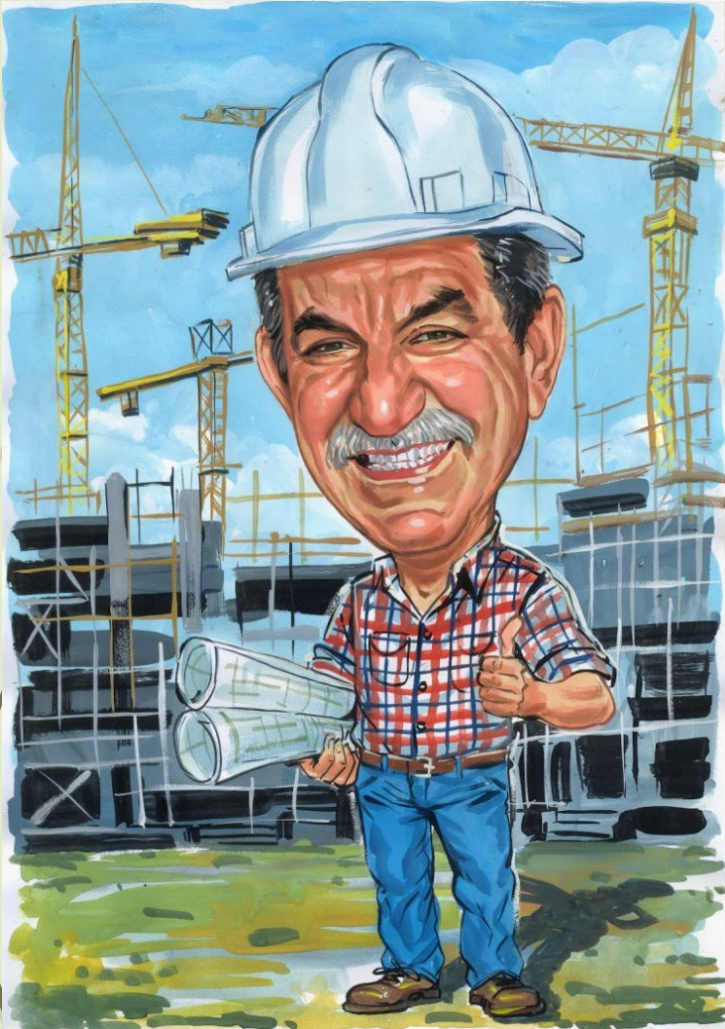


# Soluciones de Ingeniería

\$e nos ha en\$eñado a bu\$car el proyecto de ingeniería má\$ económico.



# Soluciones de Ingeniería



El proyecto de ingeniería más económico es el mejor  
el mejor proyecto de  
ingeniería.

# La ingeniería no es un commodity

Ayamazo Prieto es fundador de JRC.



En los más de 40 años de experiencia que tengo desarrollando trabajos de ingeniería para la industria minera, me ha tocado ver diversos cambios en la valoración de la ingeniería como herramienta gestora del negocio minero.

En las décadas de los '80 y '90 la consultoría e ingeniería en Chile eran muy respetada. Posiblemente porque éramos pocos los que nos atrevíamos a realizar diseños con tecnologías poco conocidas, ya que producto de las nacionalizaciones y restricciones de los años '70 había un reducido know-how en tecnología minera en nuestro país.

En los '90 se empezaron a desarrollar proyectos mineros, tanto brownfield como greenfield, bastantes audaces (MEL de BHP, LB-LT de CMD, etc.), todos ellos con mucho riesgo y con un fuerte involucramiento de la ingeniería. El consultor era un "socio del minero" y el respeto profesional se mantenía con mucha fuerza. El esquema de contratación fue cambiando desde pago por hora efectiva hacia esquemas semi-flexibles.

En la primera década de este siglo, el número de proyectos y la cantidad de empresas de ingeniería produjeron un cambio relevante. El diseñador

pasó a ser más un ejecutor de trabajos de ingeniería que un optimizador de proyectos. Se privilegió el avance rápido, sacrificando la eficiencia y la eficacia en cálculos, selecciones y diseños. El respeto se cambió por una relación contractual fundada sólo en compromisos mutuos.

En la actualidad el sistema volvió a cambiar: la relación entre la empresa minera y la ingeniería se ha tornado confrontacional, tratando los mandantes de precisar alcances para desarrollar la menor cantidad de trabajo y al menor costo posible. Se perdió el respeto por la ingeniería bien hecha. Los esquemas habituales de contratación son sumas alzadas por entregables. Siempre se elige al barato (no importando a veces su nivel de competencia) y hay poca preocupación por

la optimización de diseño (significa más horas). Vale decir, la ingeniería de proyectos mineros en Chile se transformó en un commodity.

Los riesgos de este enfoque son evidentes. Los proyectos resultan más caros, con más conflictos con los constructores/proveedores y, lo que es peor, frecuentemente sin cumplir las promesas al dueño.

Como ejemplo, de los cuatro proyectos greenfield que partieron en esta década, ninguno cumplió al 100% la meta de tratamiento proyectado en el tercer trimestre de ramp-up, y después de ocho trimestres sólo uno logró cumplir. Esta pérdida de producción al inicio de un desarrollo greenfield, con las mejores leyes y en los primeros años, impacta muy fuerte en la pérdida de rentabilidad del proyecto. Estas cuatro iniciativas suman una pérdida total del VAN que

he calculado en más de US\$3.000 millones, perdiendo el Estado un cobro de más de US\$1.000 millones en impuestos.

Limitar la ingeniería a commodity, donde el que hace menos y cobra

Limitar la ingeniería a commodity, donde el que hace menos y cobra menos desarrolla más trabajo, está hipotecando el desarrollo minero de Chile.

menos desarrolla más trabajo, está hipotecando el desarrollo minero de Chile, ya que los proyectos resultan mediocres y las metas no son alcanzables.

Usar la ingeniería más barata no es la solución para salir de la crisis. En los años '90, a pesar de tener precios del cobre muy bajos, se materializaron los proyectos mineros más audaces y efectivos de la minería chilena. Ojalá los responsables de los proyectos vuelvan a considerar a la empresa de ingeniería como su aliado natural. Tener ingeniería efectiva, eficiente y motivada permite detectar oportunidades para ser rentables con bajo precio del cobre, y para lograr soluciones que no tengan impactos negativos sobre las comunidades y en el medio ambiente. [mch](#)

... me ha tocado ver diversos cambios en la valoración de la ingeniería como herramienta gestora del negocio ...

... se perdió el respeto por la ingeniería bien hecha ...

... tener ingeniería efectiva, eficiente y motivada permite oportunidades para ser rentables ...

El que estudia, anticipa los problemas y elabora varios escenarios para buscar soluciones y...  
es consecuente con sus propios sueños de juventud cuando encara las soluciones.



→ *Este es el ingeniero que hará nuestras obras sustentables.*



## TERCERA REFLEXIÓN

THE GOLDEN CIRCLE – SIMON SINEK

## Reflexión 3:

¿Cuál es el negocio de las empresas de ingeniería?





## Reflexión 3:

¿Cuál es el negocio de las empresas de ingeniería?



## Reflexión 3:

¿Cuál es el negocio de una empresa constructora?

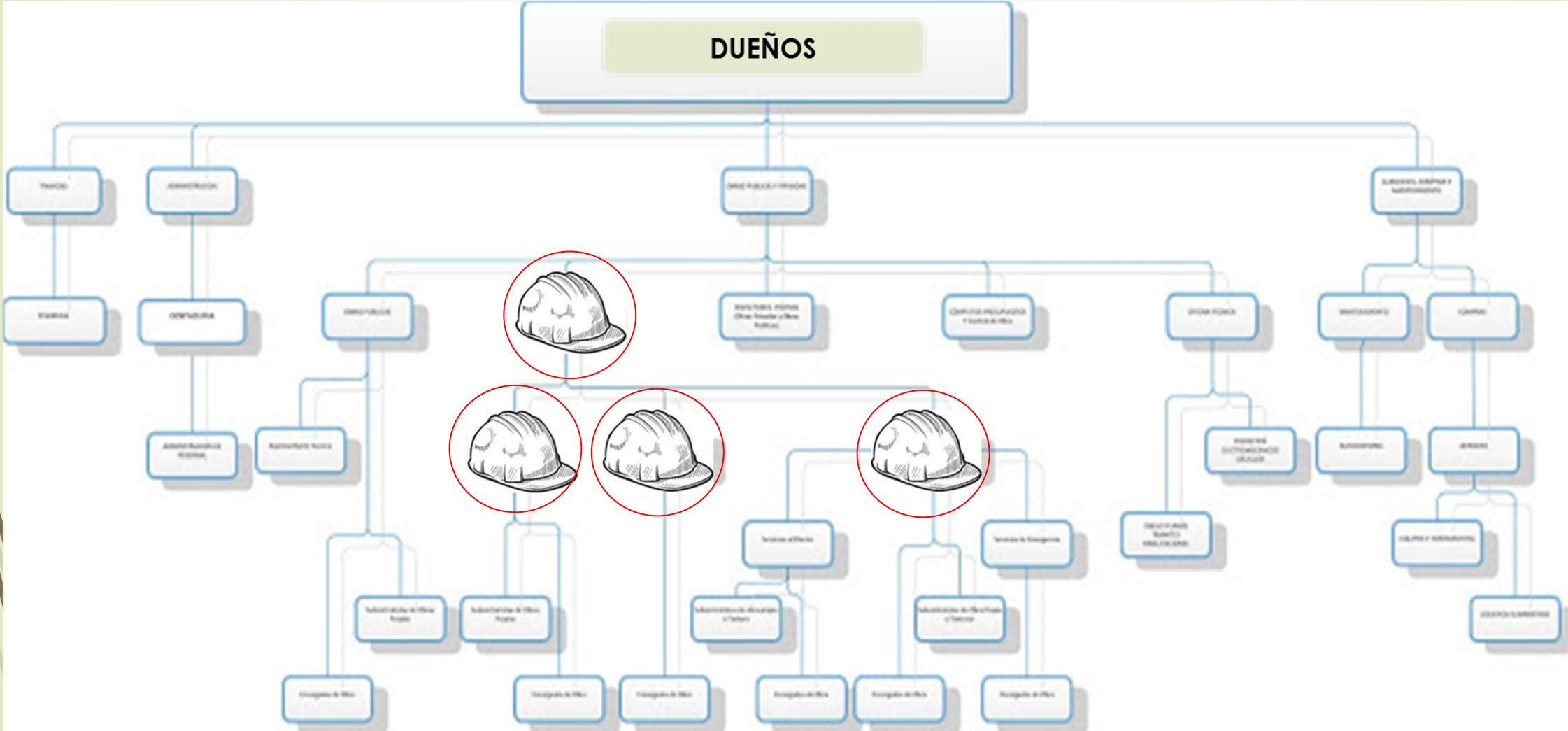




## CUARTA REFLEXIÓN

# LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA DE INGENIERÍA

# La Organización



# El Ingeniero en la organización

*Sustainable Co*

*ISO nnnn*

*9 Sigma*



*TQM*

*Lean Co*

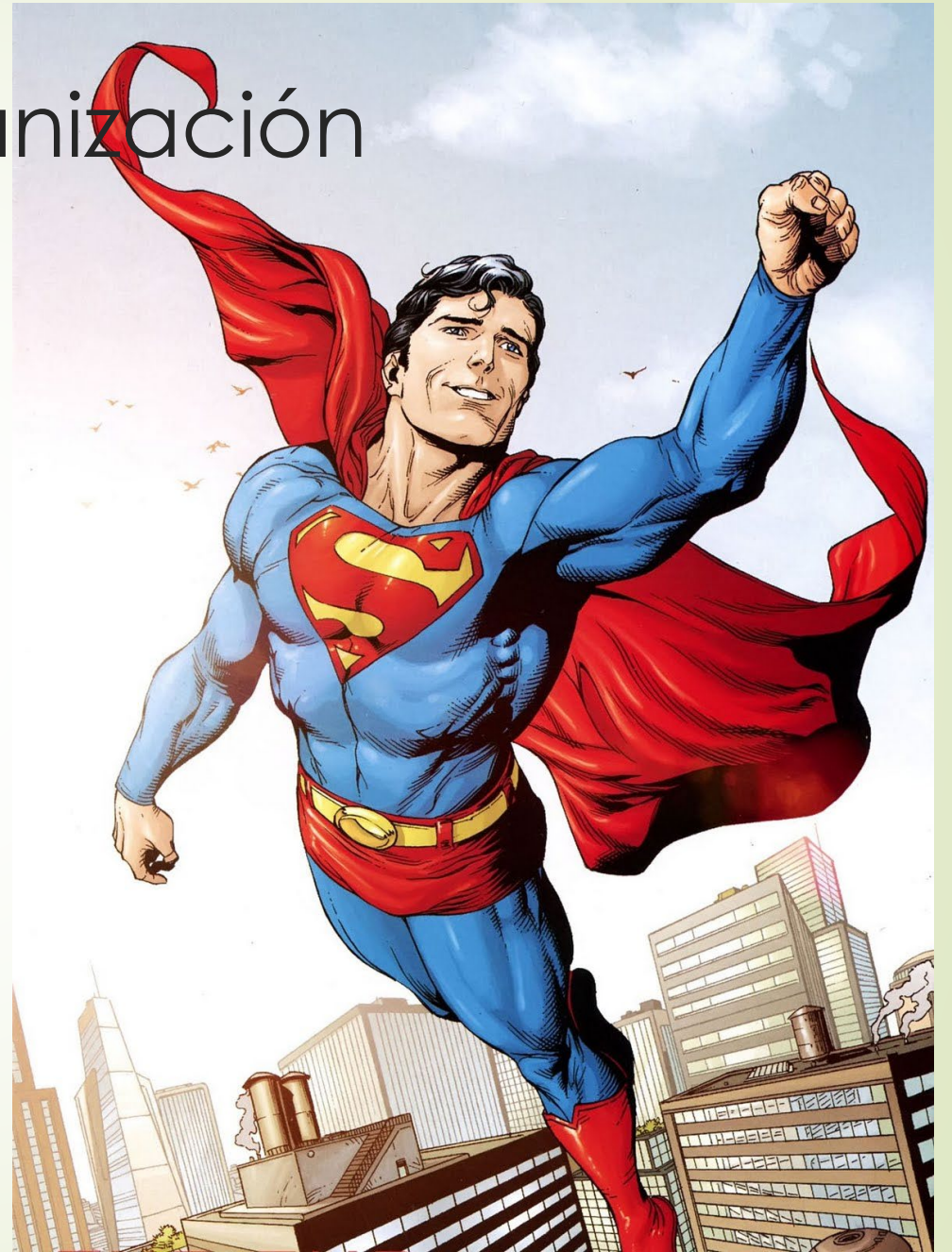
*ISO*

*6 Sigma*

# El Ingeniero en la organización



# El Ingeniero en la organización



# El Ingeniero en la organización







# QUINTA REFLEXIÓN

## LAS ETAPAS DE UN PROYECTO

# Reflexión 5

El proceso de agregar valor de ingeniería a un proyecto

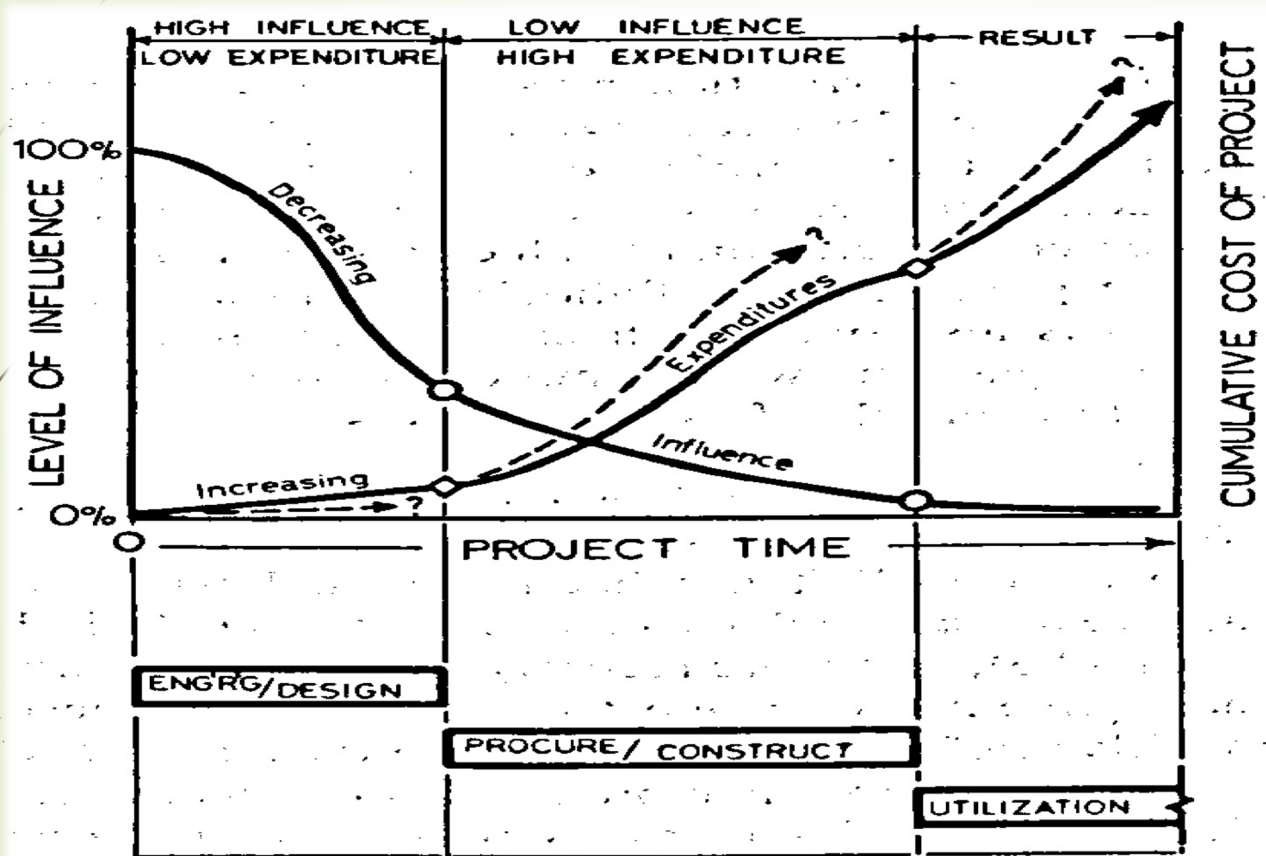
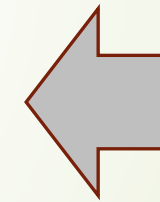


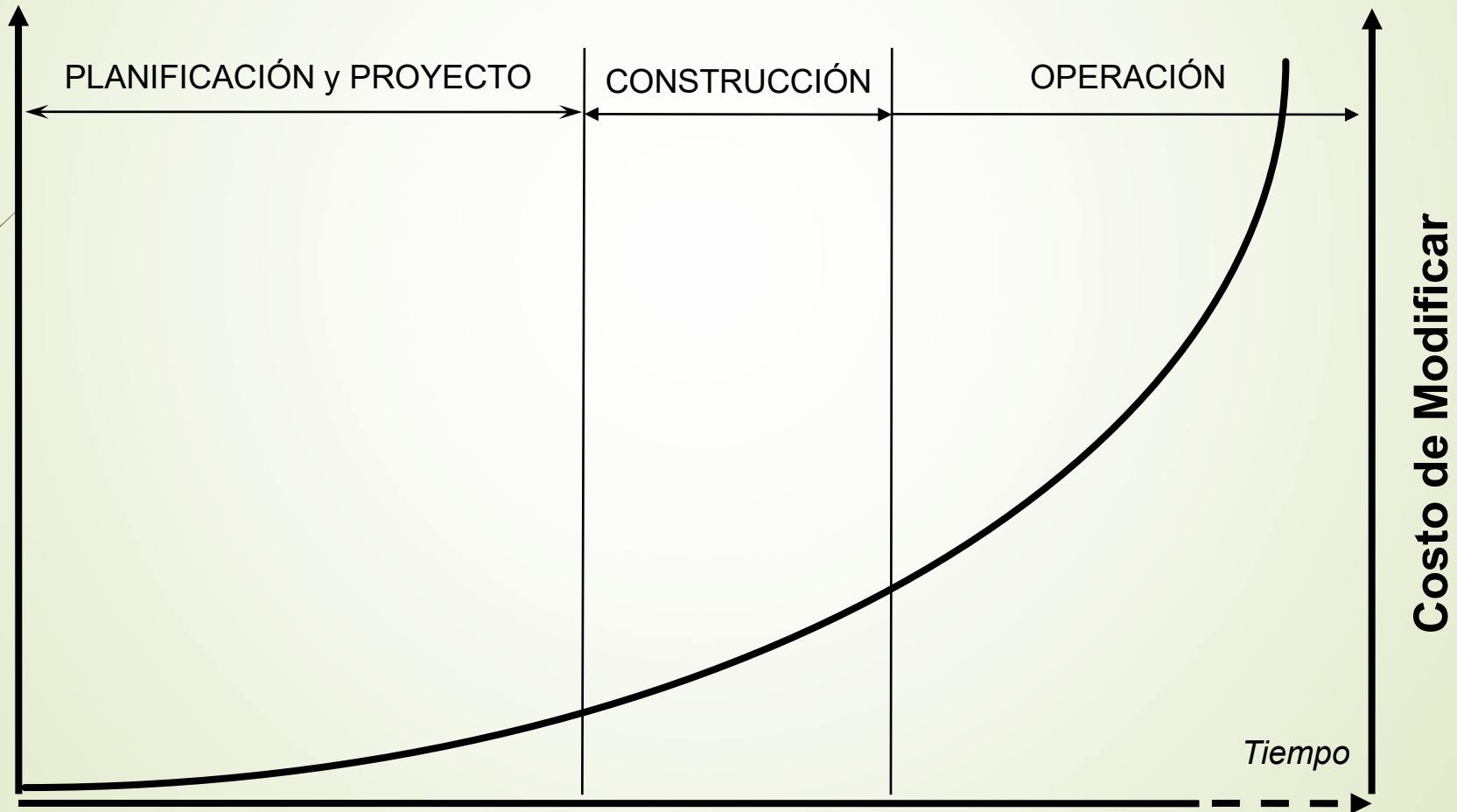
FIG. 1.—Level of Influence on Project Costs



Este modelo de entender el negocio de ingeniería es muy antiguo. Lo tome de mis apuntes cuando estudiaba ingeniería ...

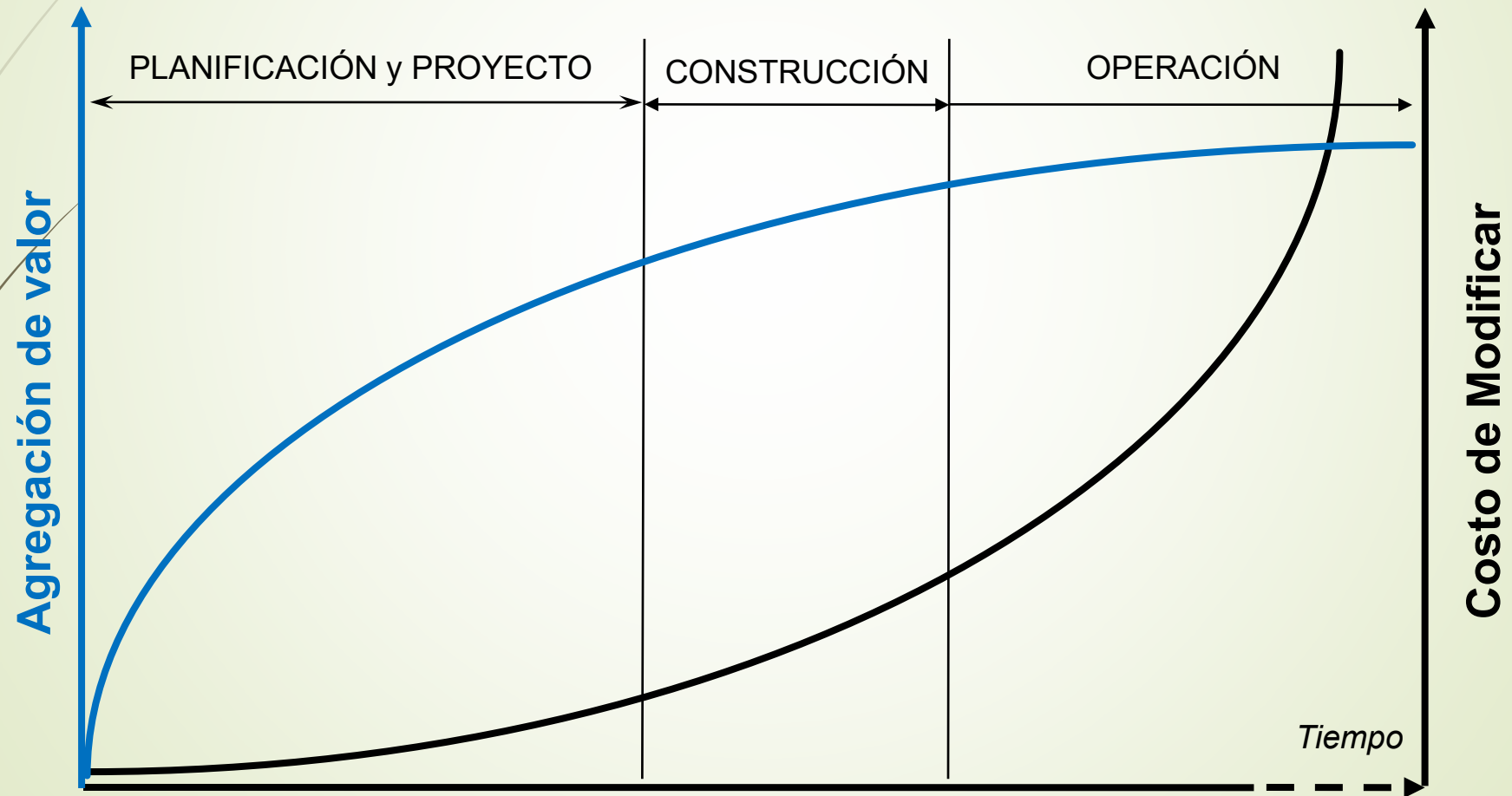
# Reflexión 5

El proceso de agregar valor de ingeniería a un proyecto



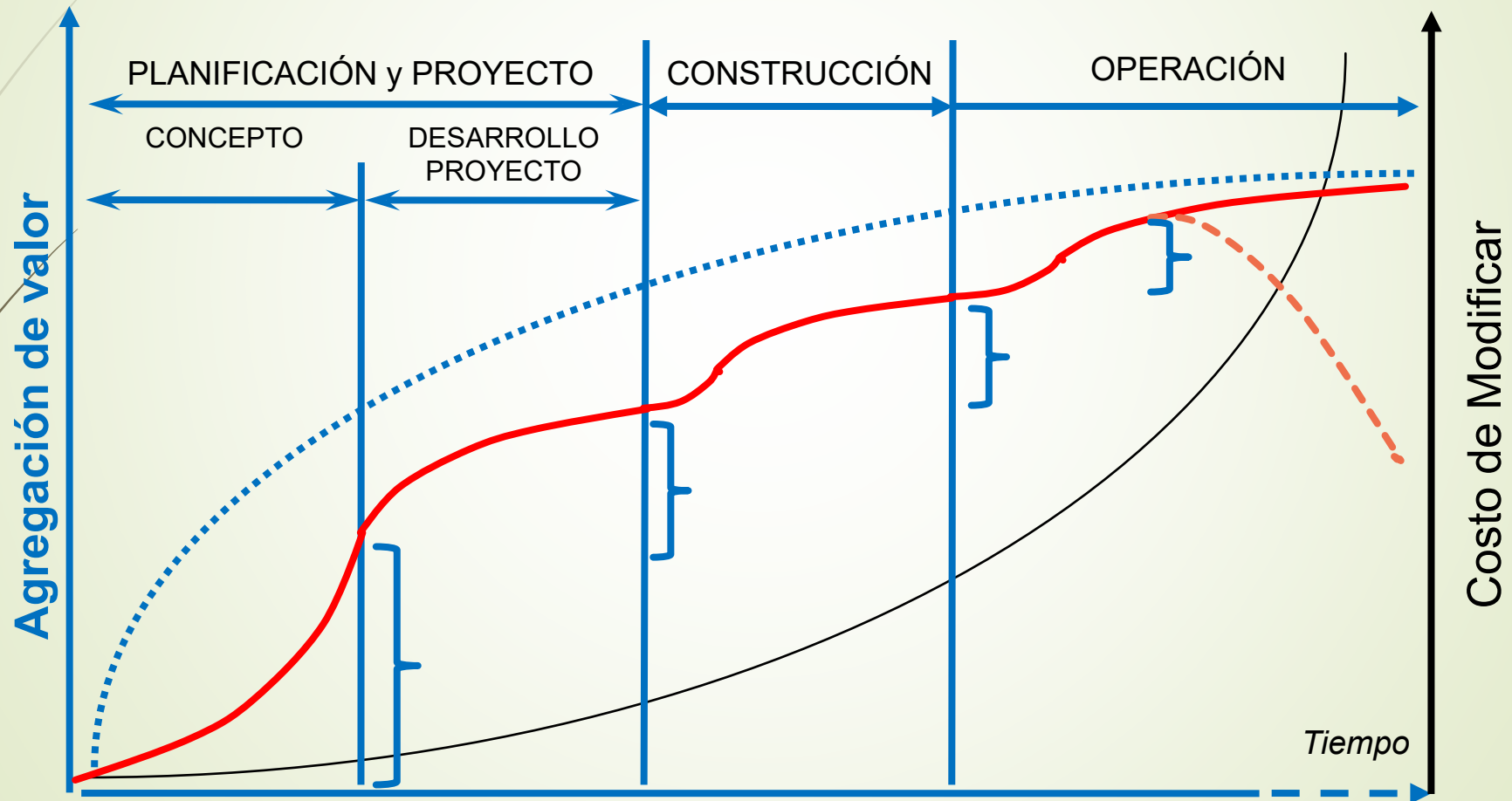
# Reflexión 5

El proceso de agregar valor de ingeniería a un proyecto



# Reflexión 5

El proceso de agregar valor de ingeniería a un proyecto



## Reflexión 5

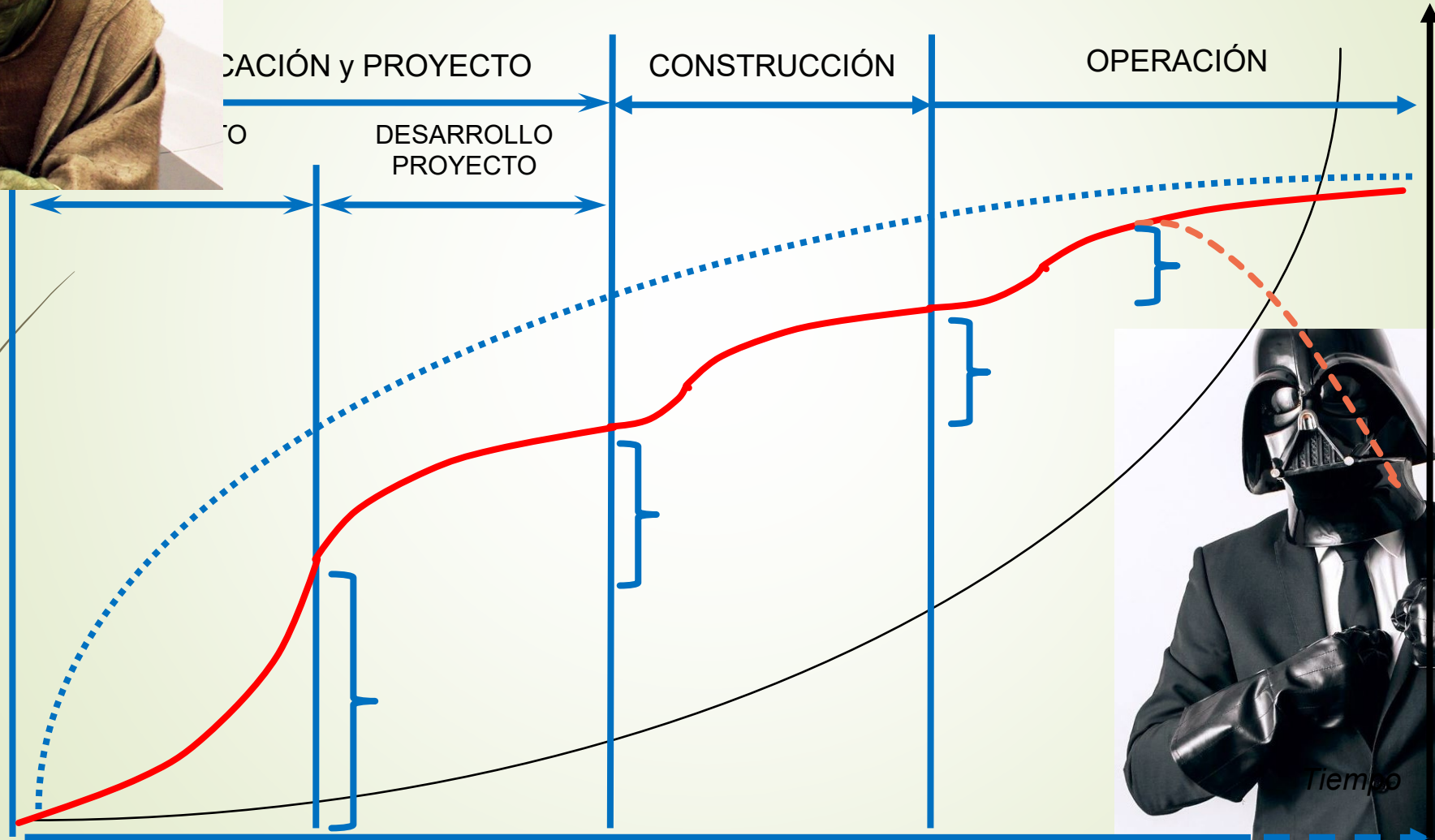
El proceso de agregar valor de ingeniería a un proyecto



*Nunca hay tiempo para hacerlo bien pero siempre hay tiempo para hacerlo de nuevo.*



Agregación de valor





# SEXTA REFLEXIÓN

## INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA



# Ingeniería y Tecnología



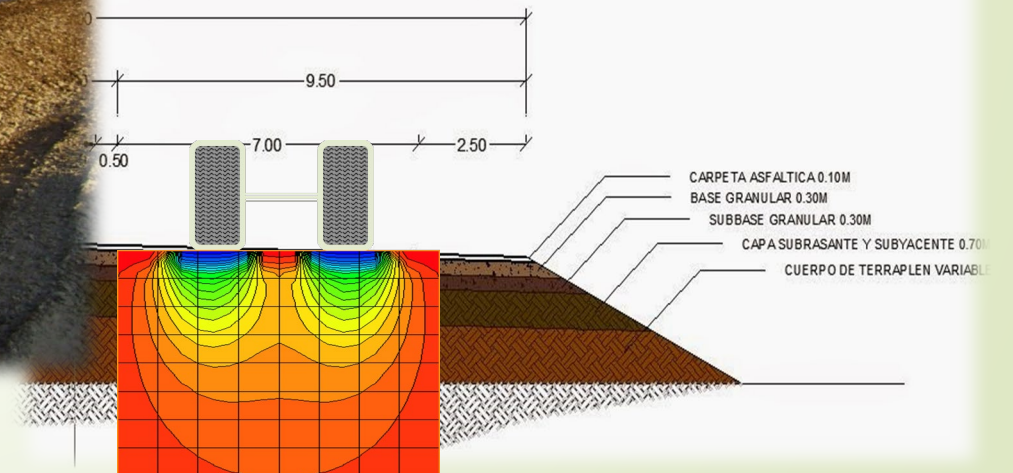
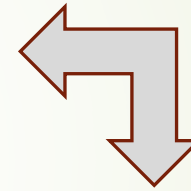
¿En qué se parece la Ingeniería y Tecnología de la misión a la Luna y la Ingeniería y Tecnología utilizada en la construcción de caminos?

# Ingeniería y Tecnología



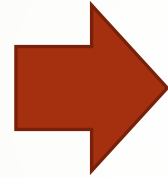
# Ejemplo

El proceso de construcción de bases estructurales.



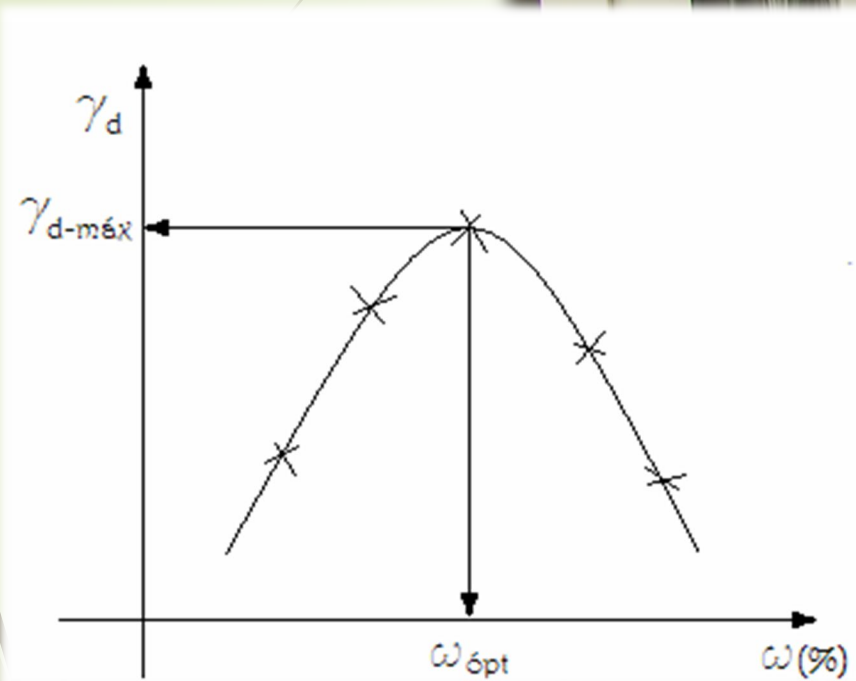
# Ejemplo

El proceso de construcción de bases estructurales.



# Ejemplo

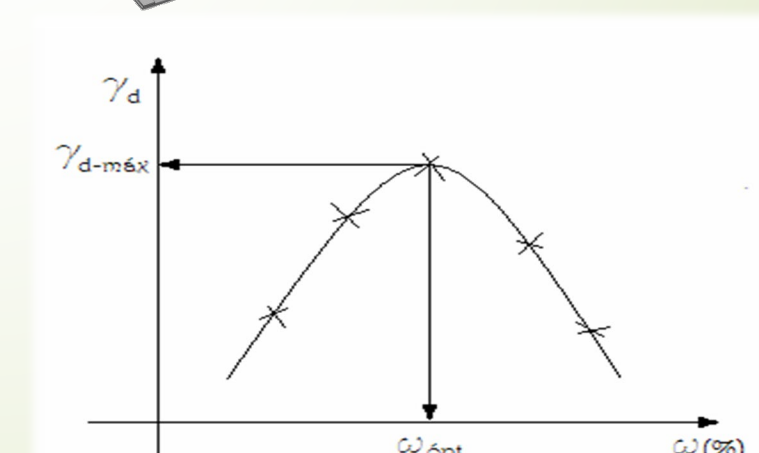
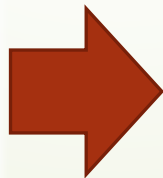
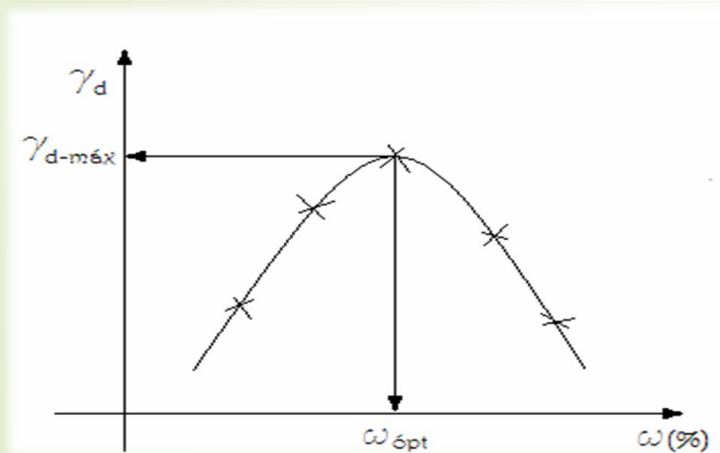
El proceso de construcción de bases estructurales.



Proctor Compaction Test – Procedure

# Ejemplo

Cambio en Tecnología pero no hay cambio en la ingeniería.



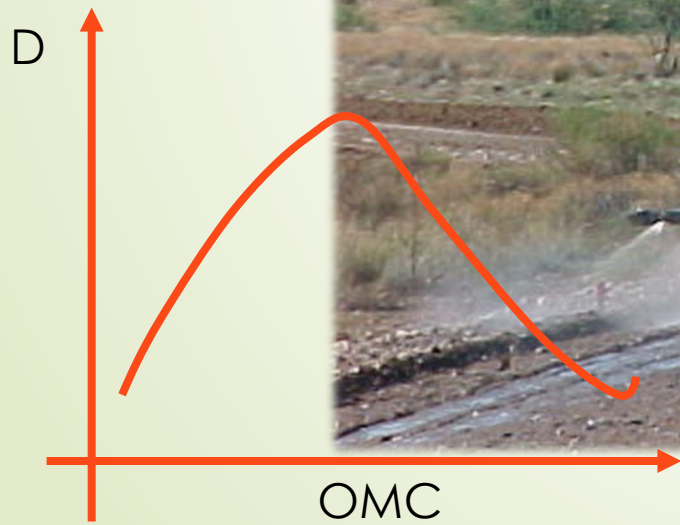
# Ejemplo

El proceso de construcción de bases estructurales.



# Ejemplo

El proceso de compactación







# 7<sup>MA</sup> REFLEXIÓN

## EL FUTURO DE MEDIANO Y LARGO PLAZO

# 7<sup>MA</sup> REFLEXIÓN

## EL FUTURO DE MEDIANO Y LARGO PLAZO

- **La preparación del ingeniero civil en la Universidad**
- **Las estrategias para el mejoramiento de caminos de BVT**
- **La segunda etapa ...**
- **Las concesiones internacionales**
- **Las empresas constructoras viales**



# 7<sup>MA</sup> REFLEXIÓN

## EL FUTURO DE MEDIANO Y LARGO PLAZO

- **La preparación del ingeniero civil en la Universidad**
- **Las estrategias para el mejoramiento de caminos de BVT**
- **La segunda etapa ...**
- **Las concesiones internacionales**
- **Las empresas constructoras viales**
- **La clasificación para el mundial**



# AGUIEJE



