

# La Filosofía “Lean Construction”

Primera Parte

Expositores: Ing. Mg. Cesar Guzmán Marquina  
Ing. Mg. Pedro Suarez Perez



# Historia

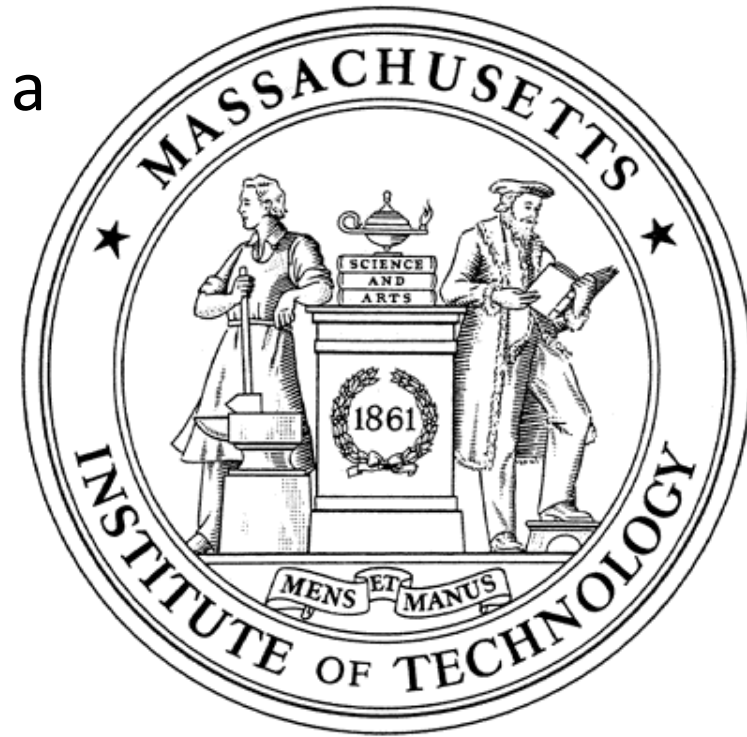
# Origen

- A finales de la segunda guerra mundial, Toyota se queda sin recursos para competir con empresas americanas
- Investigadores de la Toyota desarrollan innovador proceso de manufactura (TPS - Toyota Production System)



# Origen

- Inicios de 1980, comitiva investigadora de MIT va a Japón a investigar el fenómeno Toyota
- Llamam a metodología que optimizaba procesos: “*Lean Manufacturing*” (*lean*: carne sin grasa)



# Lean Manufacturing

- *Lean Manufacturing* (manufactura esbelta): filosofía de gestión enfocada a la reducción de los siete tipos de "desperdicios":
  - Sobreproducción
  - Tiempo de espera
  - Transporte
  - Exceso de procesado
  - Inventario
  - Movimiento
  - Defectos



# Lean Manufacturing

- “Eliminando el despilfarro, la calidad mejora y el tiempo de producción y el costo, se reducen”
- Herramientas Lean:
  - Procesos continuos de análisis ( kaizen )
  - Produccion pull ( kanban )
  - Procesos a prueba de fallos ( poka yoke )



**“¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!”  
Mejora Continua!!!!!!**

# Lean Manufacturing



**Cosas Correctas**



**Lugar Correcto**



**Tiempo Correcto**



**Cantidad Correcta**



**Flexibilidad**



**Abierta al Cambio**



# Lean Construction

- Tiene sus raíces en los conceptos de Lean Manufacturing o Lean Production
- Filosofía de Gerencia de Proyectos con principal énfasis en la Gestión de Producción

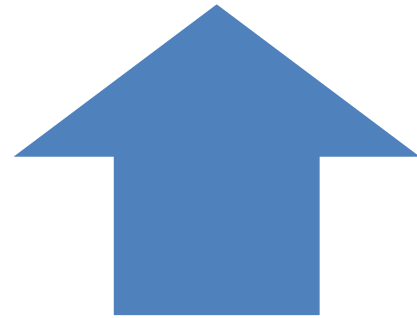


**Lean Construction Institute**

Building Knowledge in Design and Construction



# Lean Construction



Maximizar el valor  
del producto



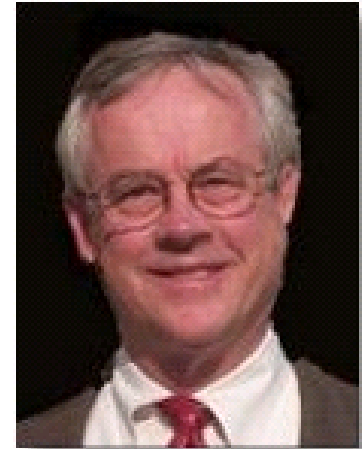
Minimizar el  
desperdicio

**“Construcción sin perdidas”**

# Lean Construction

- Académicos:

- Glenn Ballard
- Greg Howell
- **Lauri Koskela**
- Iris Tommelein
- Luis Fernando Alarcon
- Carlos Formoso



- Implementadores:

- Todd Zabelle
- Roberto Arbulu





**En la Actualidad**

# Lean Construction en el Mundo

- En Inglaterra, hay un gran desarrollo académico y también nuevas leyes orientadas al uso de *Lean Construction*
- En Estados Unidos, ya se utilizan los principios *Lean* en varias empresas medianas y chicas
- También se desarrolla el tema en: Chile, Brasil, Australia, Dinamarca, Alemania, etc...



# Lean Construction en el Mundo (empresas)

## Inglaterra:



## Alemania:



## Corea del Sur:



## Estados Unidos:



# Lean Construction en el Mundo (clientes)



Inglaterra:



Estados Unidos:



# Lean Construction en el Mundo (universidades)

## Inglaterra:



University of Salford

## Estados Unidos:



San Diego State University



Stanford University



University of Berkeley



# Lean Construction en Perú



- Aunque el término se esté volviendo más común, su correcto entendimiento sigue siendo limitado
- Experiencias mayormente en empresas de edificaciones medianas y pequeñas
- Se inicia una mayor difusión académica:
  - PUCP
  - UPC
  - URP
  - UNI



# Lean Construction en Perú



- Este 15 de febrero se creó el **Capítulo Peruano del Lean Construction Institute (LCI)**
- Esto elevará el nivel de profesionalismo y la eficiencia en la construcción del país
- Se difundirá y se intercambiará investigaciones sobre la filosofía *Lean*
- Fundado con el respaldo de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)



# Lean Construction en Perú



- Seis empresas fundadoras: GyM, Marcan, Motiva, Copracsa, Coinsa y Edifica



# Lean Construction en Perú



***“La filosofía Lean propone que el cliente se lleve un producto que lo satisfaga más, le cueste menos, y el productor gane más. Todos ganan y es sostenible. SÍ SE PUEDE!!”***

César Guzmán, Gerente de Operaciones de Edifica

Jorge Luis Izquierdo, Presidente del Capítulo (Graña y Montero)

***“Hablar de Lean es hablar de productividad y calidad en toda la cadena de abastecimiento desde nuestros proveedores hasta nuestros clientes finales”***



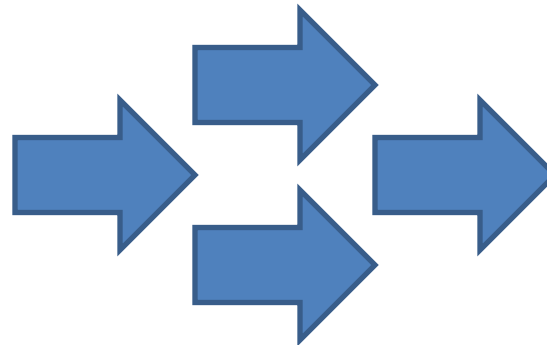


# **Enfoque Lean vs. Enfoque Tradicional**



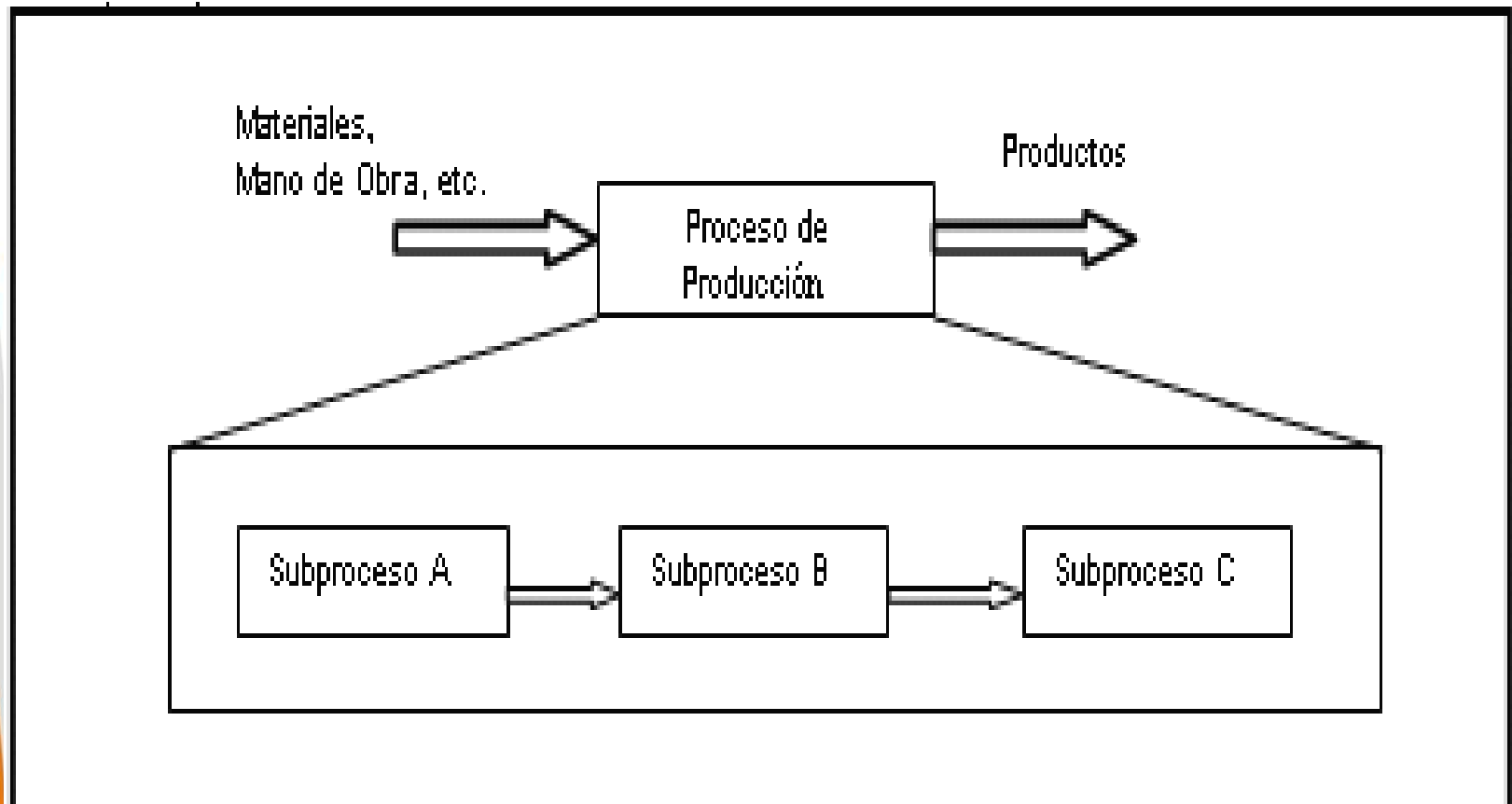
# Enfoque Tradicional

- La construcción se ha entendido como el proceso en el que las materias primas (entradas) son convertidas en productos (salidas)
- Este modelo de producción se conoce como “Modelo de Conversión de Procesos”
- Este proceso puede ser dividido en los “Subprocesos de Conversión”



# Enfoque Tradicional

## Modelo de Conversión



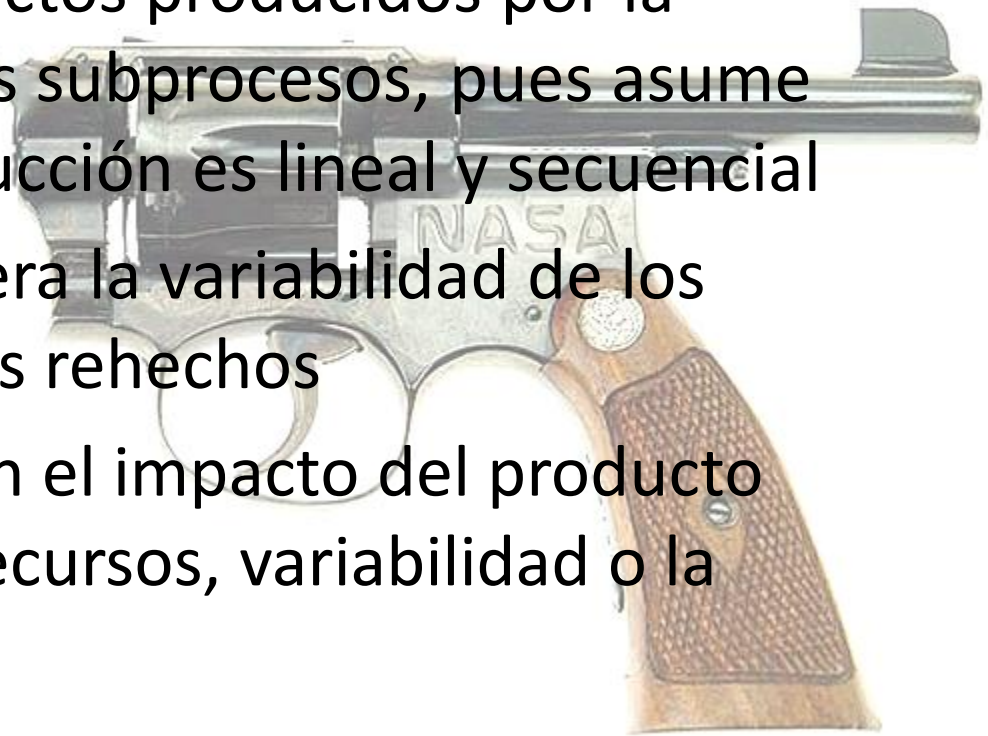


# Enfoque Tradicional

- Este enfoque no diferencia entre los subprocesos de conversión y, por esto, asume que todos agregan valor
- Sin embargo, por ejemplo:
  - Albañilería →
  - Transporte de materiales →

# Enfoque Tradicional

- Asume que el costo del proceso se reduce si se minimizan los costos de todos los subprocessos
- Sin embargo, ignora efectos producidos por la interdependencia de los subprocessos, pues asume que el sistema de producción es lineal y secuencial
- Entonces, no se considera la variabilidad de los resultados o los trabajos rehechos
- No hay preocupación en el impacto del producto final dado por: malos recursos, variabilidad o la incertidumbre



# Enfoque Lean

- Ve a la construcción como un flujo de procesos en vez que solo la conversión en sí
- El llamado “Modelo de Flujo de Procesos” está compuesto por las actividades:
  - La conversión: actividad que sí agrega valor
  - Las pérdidas: actividades que NO generan valor
- Entonces, este enfoque enfatiza en la minimización y/o eliminación de las pérdidas de un proceso
- Gran impacto en el proceso de la producción debido a que las pérdidas consumen la mayor parte del proceso

# Enfoque Lean (Ghio 2001)

- Analiza los 3 tipos de trabajos en obra:
  - Trabajo Productivo (TP): vaciar concreto
  - Trabajo Contributorio (TC): transporte de materiales
  - Trabajo No Contributorio (TNC): ir al baño

**TP**

**(Actividades de conversión)**



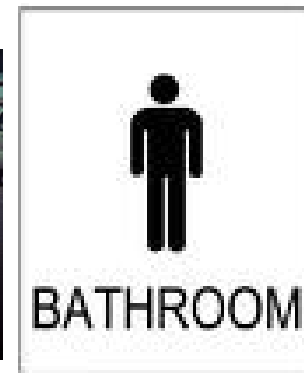
**28%**

**TC**

**(Pérdidas del proceso)**

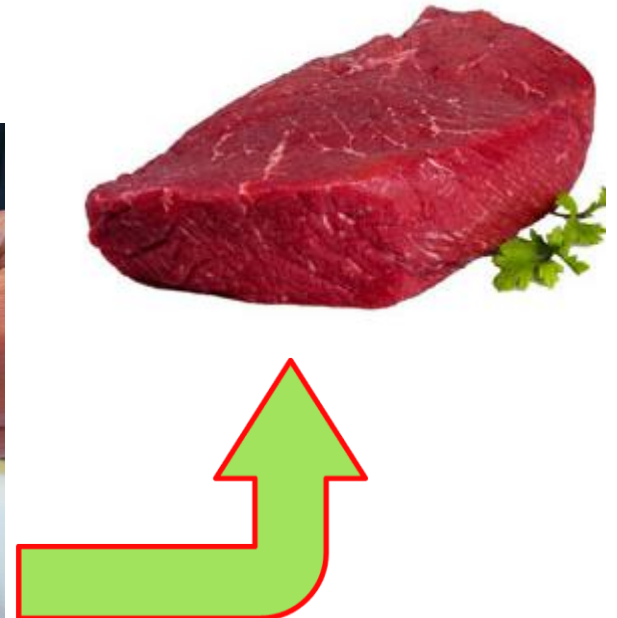


**72%**



# Enfoque Lean (Ghio 2001)

- Empresas con TP en 20% - 30%, presentan alto nivel de “grasa superficial” (sobre dotación de cuadrilla)
- Fácilmente se eleva al rango de 40% eliminando la sobre dotación general de cuadrillas productivas





# Enfoque Lean (Ghio 2001)

- Empresas con un TP del orden de 40% tienen que lidiar con lo llamado “grasa interna”
- Esta puede ser minimizada y hasta eliminada para llegar a niveles del 50% - 60%
- Labor más compleja, trabajar en la “constructabilidad”



# Comparación

## Tradicional

- Sigue el modelo de conversión
- El diseño de producto se termina y después empieza el diseño de proceso
- No todas las etapas del ciclo de vida del producto son consideradas durante el diseño
- Las actividades se llevan a cabo tan pronto como sea posible
- Se eligen los subcontratistas debido al costo

## Lean Construction

- Sigue el modelo de flujos
- Productos y procesos son diseñados conjuntamente
- Todas las etapas del ciclo de vida del producto son consideradas durante el diseño
- Las actividades se llevan a cabo al último momento responsable (last responsible moment)
- Se eligen los subcontratistas debido a su capacidad de colaboración





# **Aplicación en EDIFICA**

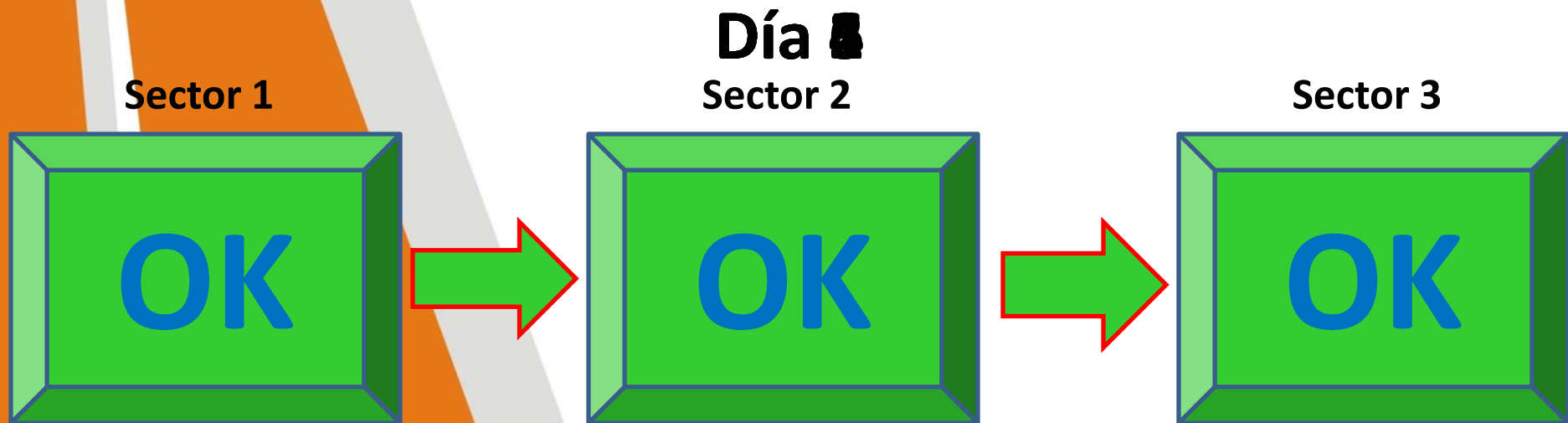
# Sectorización

- Consiste en dividir una tarea o actividad de la obra en áreas o sectores
- En cada uno de estos sectores se deberá comprender una parte pequeña de la tarea total
- Cada sector deberá comprender un metrado aproximadamente igual
- La cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en 1 día



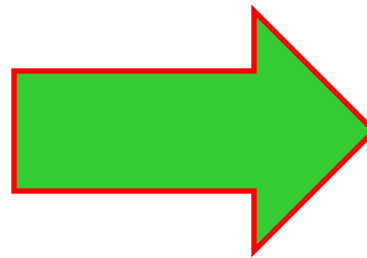
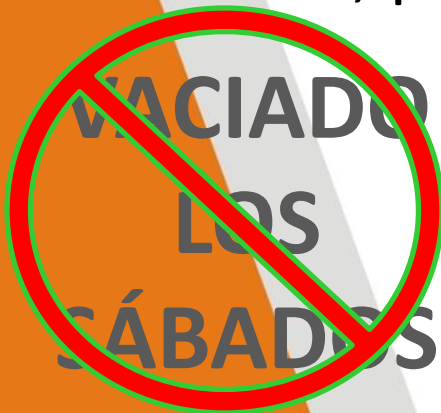
# Trenes de Trabajo

- Cada cuadrilla deberá acabar la tarea de un sector en 1 día
- El siguiente día pasarán a realizar la misma cantidad de la misma tarea en el siguiente sector
- La siguiente tarea será realizada por una nueva cuadrilla el segundo día en el primer sector



# Trenes de Trabajo

- Aplicando sectorización y los trenes de trabajo, se aumenta la productividad de la cuadrilla
- La cuadrilla realiza una misma tarea durante toda la obra, llega a perfeccionarla (se mejora la curva de aprendizaje)
- Se desarrolla de forma distinta a lo acostumbrado en obras comunes, por ejemplo:

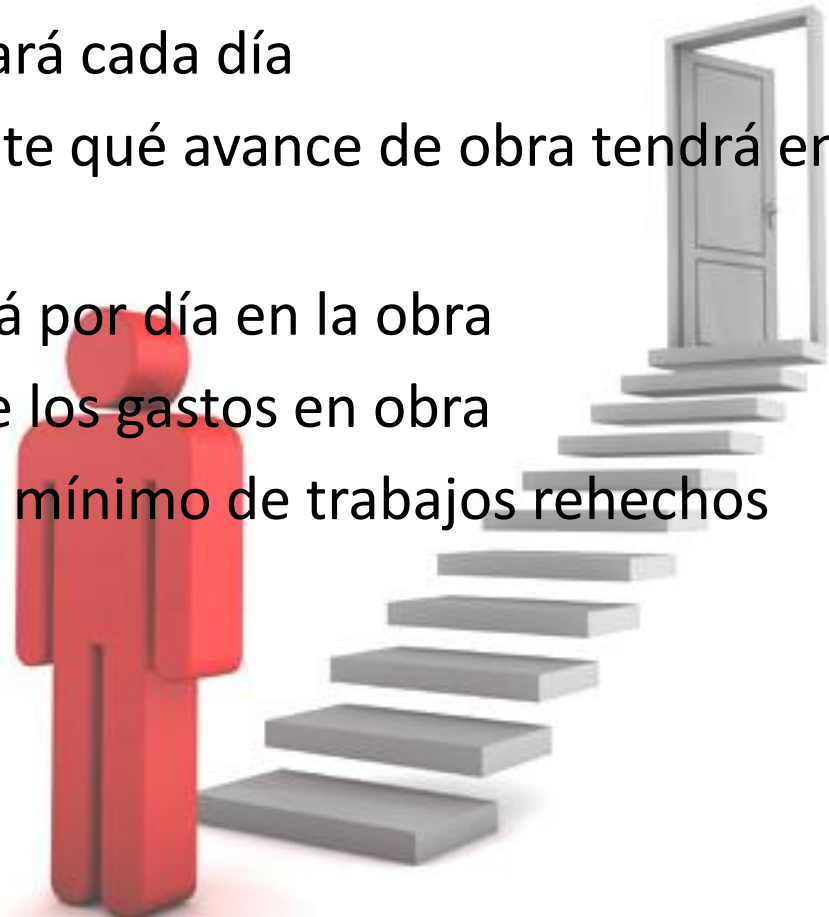


**¡VACIADO  
TODOS LOS  
DÍAS!**

# Ventajas

- El ingeniero residente podrá:
  - Saber cuánto se avanzará cada día
  - Pronosticar exactamente qué avance de obra tendrá en un día determinado
  - Saber cuánto se gastará por día en la obra
  - Tener mayor control de los gastos en obra
  - Avanzar la obra con un mínimo de trabajos rehechos

**REPARTIR EL  
TRABAJO EN  
PELDAÑOS IGUALES**





# **Caso Práctico en “Torres del Mar”**

***Tren de Trabajo de lo  
Muros Pantalla***

# Objetivo

Presentar el proceso que se llevo a cabo para elaborar **el tren de actividades** de los muros pantalla del Edificio Torres del Mar.





# Definición

- El tren de actividades es una estrategia de ejecución, en donde se establece una secuencia de partidas las cuales van conectadas (como vagones) entre sí
- El atraso de una partida hace que se atrasen todas, retrasando el sistema en su conjunto

# Vista general del proyecto

Ingreso por Calle Porta



Ingreso por Manco Capac



# Ubicación



El Edificio Torres del Mar está ubicado en el distrito de Miraflores en el cruce de las Calles Porta y Manco Capac.



# **Proyecto:**

Edificio Torres del Mar

# **Ejecutor:**

Corporación Edifica S.A.C.

## **Características del Proyecto:**

- 2 sótanos y 8 pisos
- 7,178 m<sup>2</sup> de área techada
- 1,078 m<sup>2</sup> de área de terreno



# Metodología a Aplicar

Los pasos que se llevan a cabo para elaborar un tren de actividades son:

- Listar las Actividades a realizar.
- Definir la secuencia de Actividades.
- Elaborar plantilla e ingresar los metrados correspondientes.
- Sectorizar.
- Hacer un balance de cuadrillas.

# Tren de Actividades

## Muros Pantalla:

### Listar y Secuenciar

	1	2	3	4	5	6	7	8
Perforación para Anclaje	1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H
Inyección de concreto		1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G
Excavación de Banqueta			1A	1B	1C	1D	1E	1F
Colocación de Contrafuerte			1A	1B	1C	1D	1E	1F
Perfilado de banqueteta y Pañeteo			1A	1B	1C	1D	1E	1F
Colocación de malla de acero				1A	1B	1C	1D	1E
Relleno de longitud de empalme				1A	1B	1C	1D	1E
Encofrado de Muro					1A	1B	1C	1D
Concreto de Muro					1A	1B	1C	1D
Tensado de Anclajes								1A

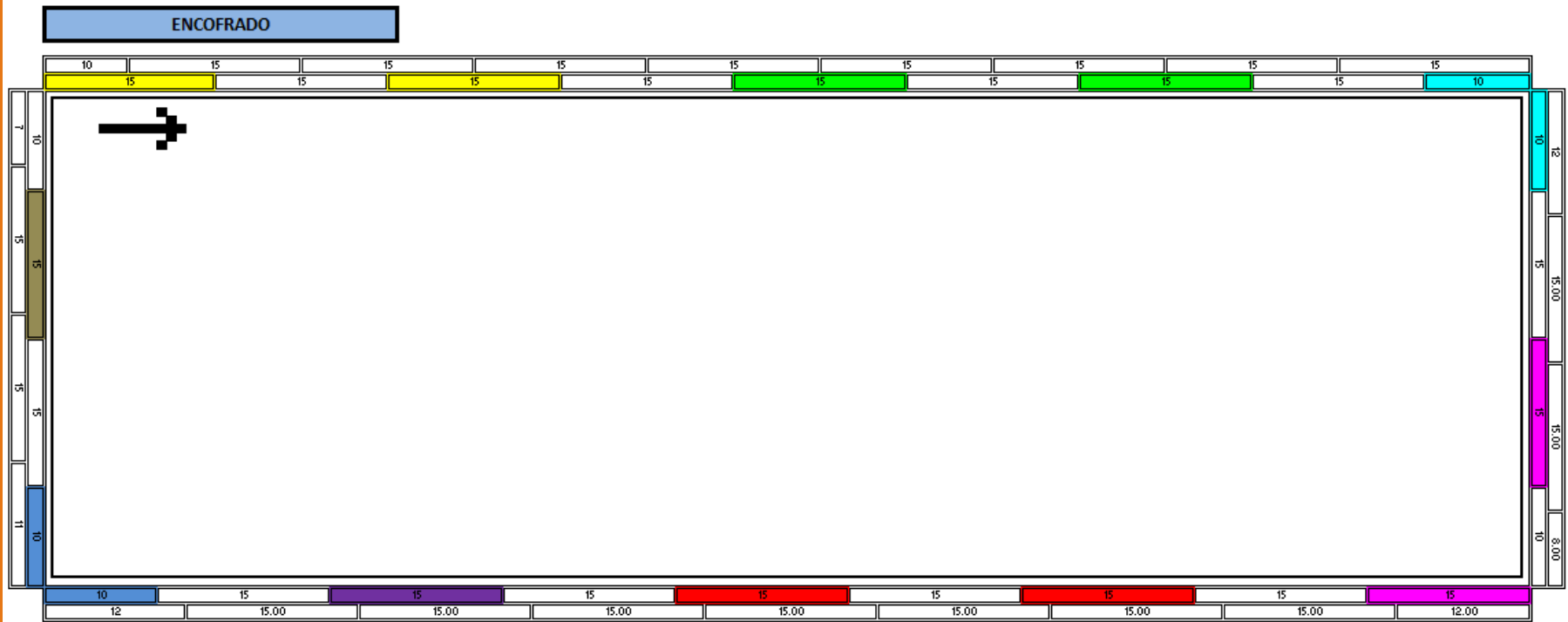


## Muros Pantalla: Listar y Secuenciar

[illegible]



## Muros Pantalla: Elaborar Plantilla

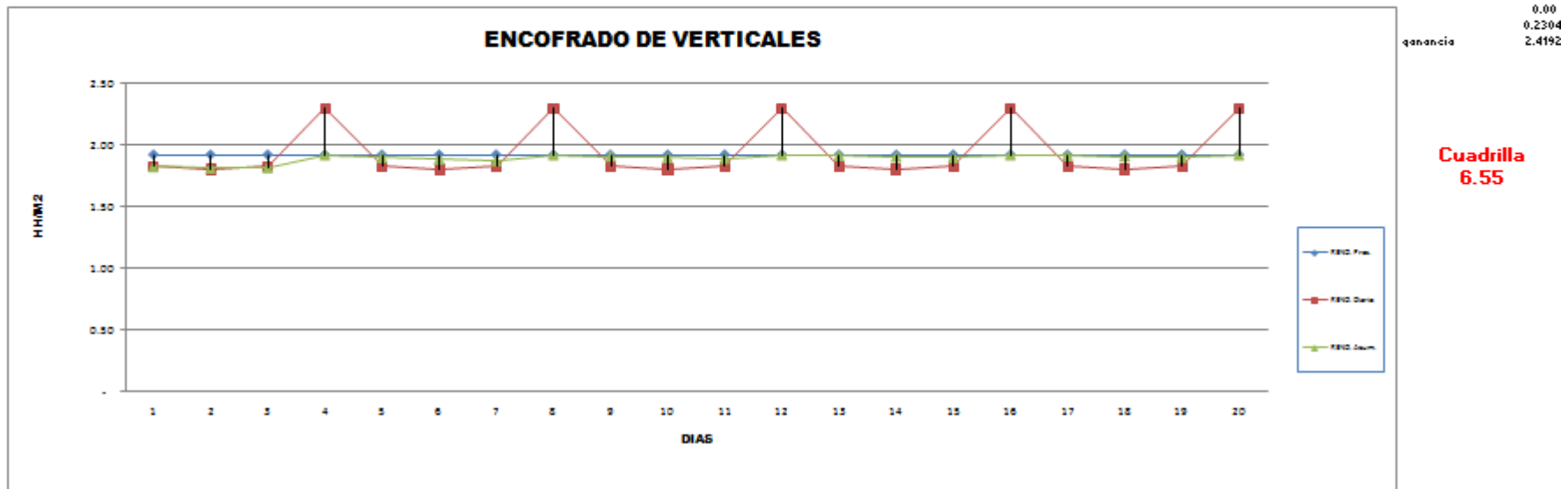


# Tren de Actividades

## Muros Pantalla: Balancear Cuadrillas

$$\text{Rend.} = \frac{\text{Recursos}}{\text{Producción}} \rightarrow \frac{\text{HH}}{\text{m}^2}$$

ENCOFRADO DE MUROS PANTALLA																				
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
HH	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68	55.68
HH Acum.	55.68	111.36	167.04	222.72	278.40	334.08	389.76	445.44	501.12	556.80	612.48	668.16	723.84	779.52	835.20	890.88	946.56	1,002.24	1,057.92	1,113.60
PROD.	30.50	30.89	30.46	24.18	30.50	30.89	30.46	24.18	30.50	30.89	30.46	24.18	30.50	30.89	30.46	24.18	30.50	30.89	30.46	24.18
PROD. Acum.	30.50	61.39	91.84	116.02	146.52	177.41	207.87	232.05	262.55	293.43	323.89	348.07	378.57	403.46	433.91	464.10	494.59	525.48	555.94	580.12
REND. Prom.	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
REND. Diario	1.83	1.80	1.83	2.30	1.83	1.80	1.83	2.30	1.83	1.80	1.83	2.30	1.83	1.80	1.83	2.30	1.83	1.80	1.83	2.30
REND. Acum.	1.83	1.81	1.82	1.92	1.90	1.88	1.88	1.92	1.91	1.90	1.89	1.92	1.91	1.90	1.90	1.92	1.91	1.91	1.90	1.92



# Tren de Actividades

## Conclusiones:

- Los Trenes de Trabajo ayudan a optimizar la producción de los trabajadores mediante el trabajo repetitivo.
- La sectorización ayuda a tener un mayor control sobre las partidas. (producción, programación, calidad)
- Reducción de tiempo del proceso.



# **Tren de Actividades** **Video**



# Perforación de Anclajes





# Inyección de Anclajes





# Excavación, Contrafuerte y Perfilado





# Colocación de Acero





# Encofrado y Concreto de Muro





# Tensado de Anclajes





# **Final de la Primera Presentación**

# IGLC 2011



- Congreso anual desde 1993 del “*International Group for Lean Construction*”
- Este año se realizará el mes de julio en Lima
- Organizado por GyM y la PUCP

**¡ESTÁN TODOS**  
**INVITADOS!**