



Simulación y Optimización de Alto Impacto en Procesos de Construcción

CChC, 13/11/2006

Contenido

- Explicación de la Simulación
- Proyectos en que se ha trabajado
- Plataforma / Servicio de Simulación de Operaciones
- Conclusiones

Simulación

“Simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con el mismo con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o de evaluar nuevas estrategias para el funcionamiento del sistema real”



Simulación de Operaciones

- El modelo de simulación puede representar un sistema productivo cualquiera
 - Producción de automóviles
 - Fabricación de medicamentos
 - Operaciones de Construcción
 - Procesos químicos
 - Planta de producción en general

- El modelo puede incluir interacciones en el tiempo entre máquinas, equipos, personal y materiales; e incorporar **lógica, variabilidad, e incertidumbre**



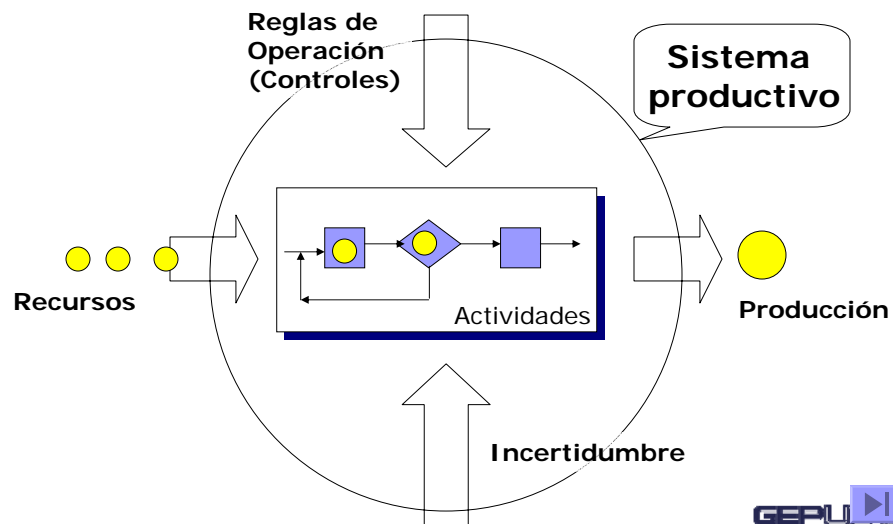
Simulación de Operaciones



- Podemos engañarnos si planificamos la producción estimando rendimientos de todo un sistema, basándonos en promedios sin considerar variabilidad
- Con la simulación es posible probar políticas de operación y entrar en un mejoramiento continuo



Simulación del Sistema Productivo



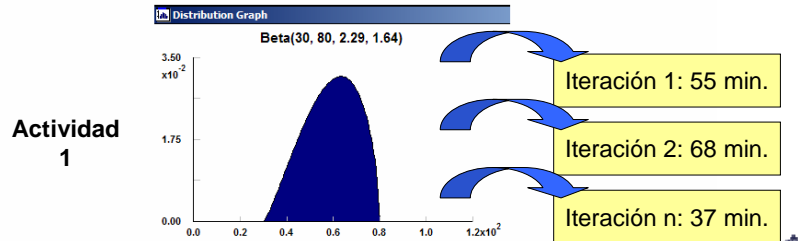
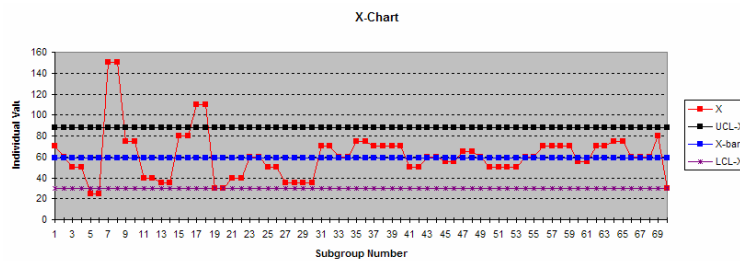
¿Para qué Simular?

- Es una metodología que permite apoyar la toma de decisiones
 - En el diseño de sistemas, antes que éste sea construido.
 - Probando políticas de operación, antes que estas sean implantadas.
- Por si misma, la Simulación, no resuelve los problemas, sino que ayuda a:
 - Identificar los problemas relevantes
 - Evaluar cuantitativamente las soluciones alternativas



¿Cómo trabaja el modelo de simulación?...

Actividades de transformación

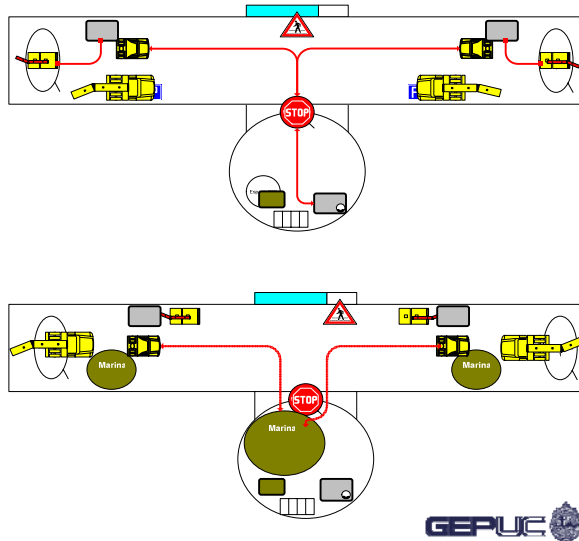


Estas distribuciones incorporan fallas y variabilidad, ya que son rescatadas desde terreno

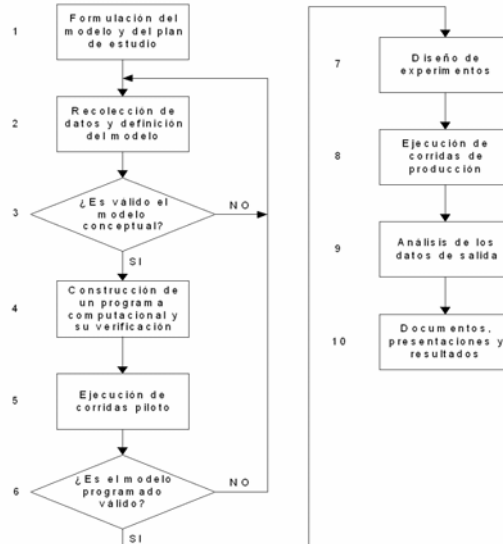
¿Cómo trabaja el modelo de simulación?...

Actividades de flujo

- Reproduce la lógica operacional de funcionamiento mediante reglas lógicas y de operación
- Calcula tiempos de espera y utilización de recursos
- Asigna prioridades en cuanto a viajes y competencia por recursos



Pasos en un Estudio de Simulación



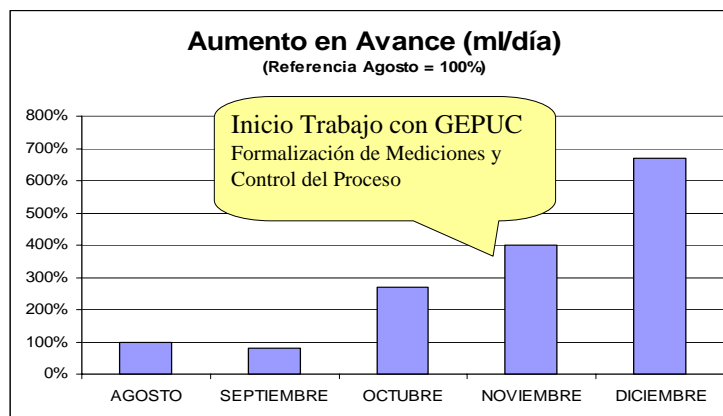
Proyectos realizados

- Construcción de Túneles del Metro
- Construcción de Túneles Mineros
- Movimientos de Materiales
- Construcción de Edificios
- Plantas de Aditivos para Hormigón
- Industria Salmonera

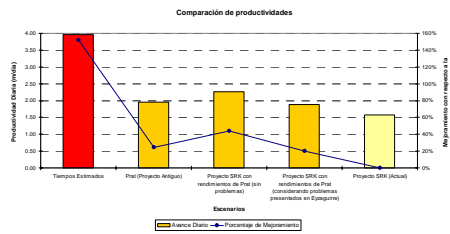
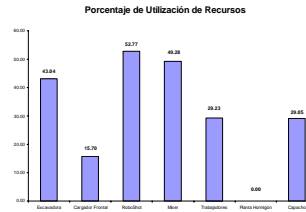
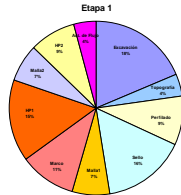


Toma de Acciones:

Evaluar los cambios midiendo el proceso



Análisis de la Situación Actual del Proyecto



Toma de Decisiones: Experimentar acciones de mejoramiento

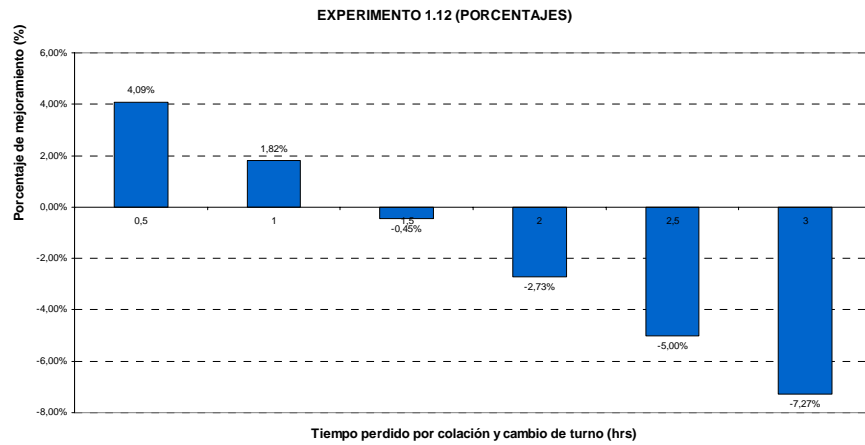
Tabla Resumen de Experimentos y Posibles Escenarios

Experimentos	Escenarios														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.- A	X														
2.- B		X									X	X			
3.- C			X								X	X	X	X	X
4.- D				X											
5.- E					X										
6.- F						X							X		
7.- G							X							X	
8.- H								X							X
9.- I									X						
10.- J										X			X		
% DE MEJORA	0%	13%	5%	-1%	-2%	7%	17%	42%	15%	4%	18%	22%	13%	25%	53%



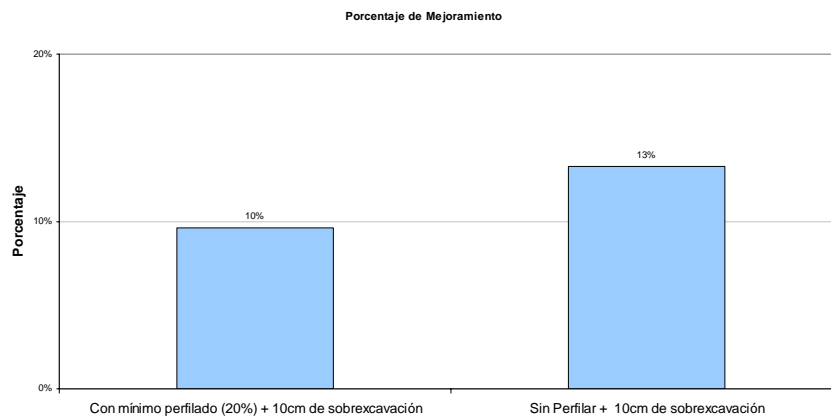
Proyectos realizados

Toma de Decisiones: Análisis Cuantitativo de variables propias del proyecto

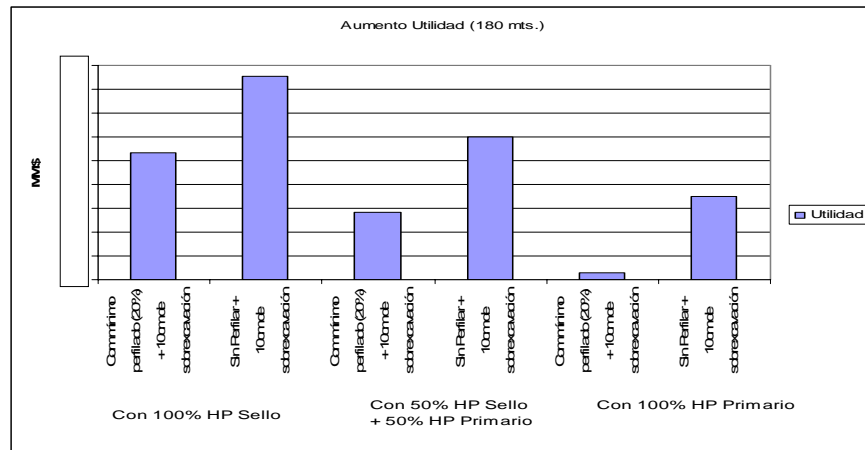


Proyectos realizados

Resultados de experimentos: Sobreexcavar es mejor que Perfilar



Resultados de experimentos: Sobreexcavando se ahorra dinero



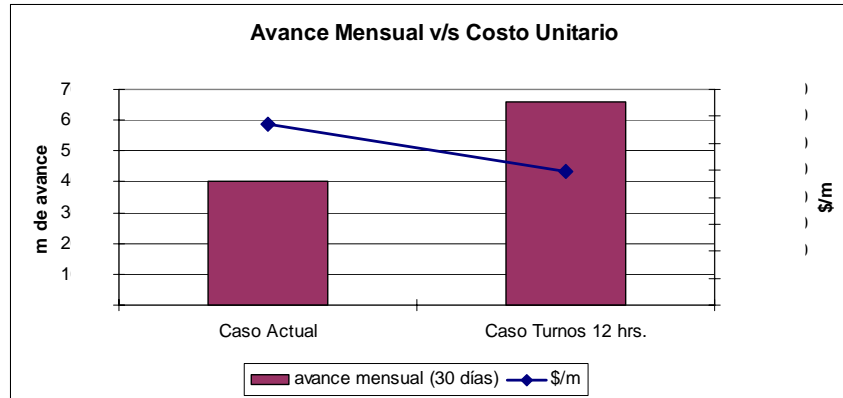
Proyecto Atacama Kozan (Mas Errázuriz)

- Construcción de túneles de desarrollo
- Tipo de proyecto: Construcción de túneles
- Equipos involucrados:
 - Jumbo
 - LHD
 - Dumper

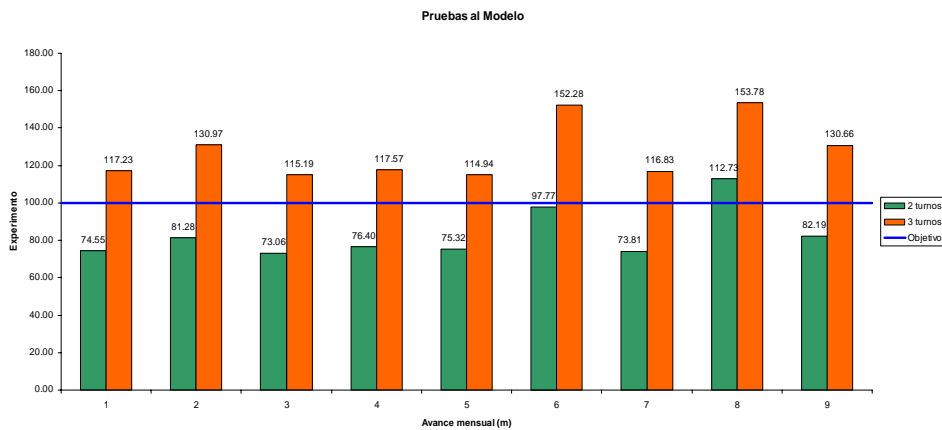


Ajuste de Turnos de trabajo

- Se debía agregar 1 conjunto más de operarios en todas las faenas, lo que encarecía la mano de obra en 33%, pero aún así el costo unitario fue menor.



Pruebas Realizadas



Proyecto Tranque de Relaves El Mauro



- Construcción del muro de partida para tranque de relaves de la minera Los Pelambres

- Tipo de proyecto: Movimiento de Tierra

- Equipos involucrados:
 - Excavadoras
 - Camiones
 - Bulldozer
 - Motoniveladoras
 - Compactadoras

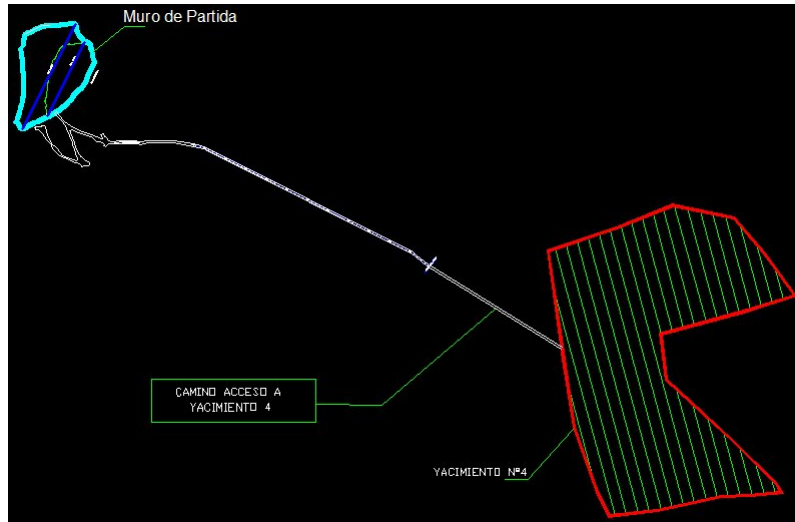


Operación que se modeló

- Las actividades consideradas son:
 - Extracción del material desde yacimiento.
 - Transporte del material.
 - Descarga
 - Extendido
 - Nivelado
 - Compactación
 - Recepción y entrega



Plano General



Planta General



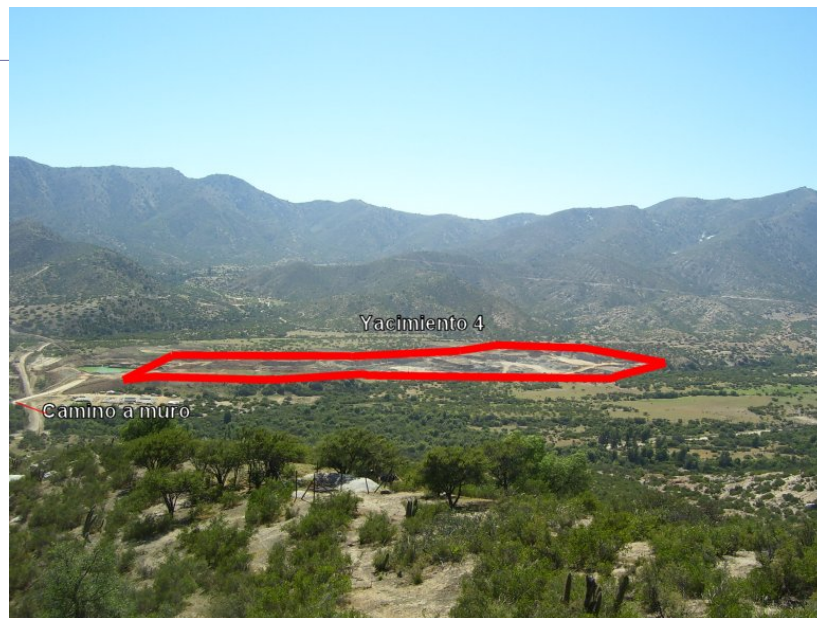
Proyectos realizados: Caso El Mauro

Muro de Partida



Proyectos realizados: Caso El Mauro

Yacimiento



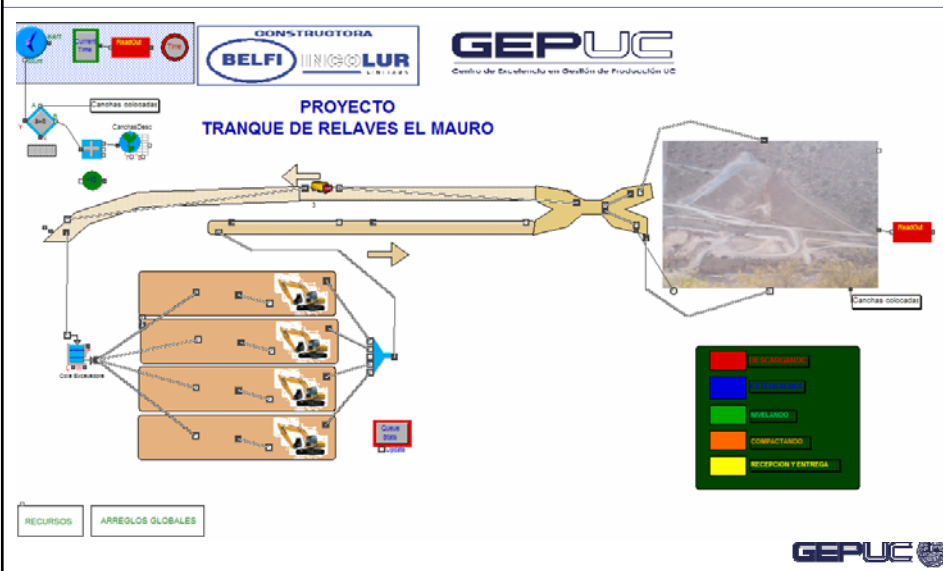
¿Para qué se modeló?

- Los objetivos de la construcción del modelo son:
 - Determinar el óptimo de equipos a utilizar.
 - Determinar el tamaño óptimo de cancha.
 - Encontrar posibles cuellos de botella.
 - Crear planes de acción.
 - Evaluar impactos de distintos cambios a implementar en el sistema.

Todo esto con el fin de optimizar la colocación y compactación de rellenos masivos.



Construcción del Modelo de Simulación



Proyectos realizados: Caso El Mauro

Parámetros de salida del modelo

- Rendimiento de la operación (en m3/día).
- Costo de la Operación (en \$/m3).
- Plazo estimado de duración (en días).
- Tiempo que demora un camión en hacer un ciclo (en minutos).
- % de utilización de todos los equipos involucrados.
- Estadísticas de las diferentes colas del sistema (cola de camiones a la entrada del muro, cola de canchas esperando por ser extendidas, niveladas, compactadas o entregadas, colas que se producen en la zona de carguío, etc).
- Gráficos de evolución en el tiempo



Proyectos realizados: Caso El Mauro

Hoja de resultados en excel

RESULTADOS DE MODELO TRANQUE DE RELAVES EL MAURO

Rendimiento:	0.0	m3/día
Plz:	0.0	\$/m3
Plazo:	0.0	días
Tiempo x Vuelta:	0.0	minutos
Vueltes x hora:	0.00	

%Utilización	
Excavadora 1	0.00
Excavadora 2	0.00
Excavadora 3	0.00
Excavadora 4	0.00
Subsolar 1	0.00
Subsolar 2	0.00
Subsolar 3	0.00
Subsolar 4	0.00
Motorvibradora 1	0.00
Motorvibradora 2	0.00
Motorvibradora 3	0.00
Motorvibradora 4	0.00
Compactadora 1	0.00
Compactadora 2	0.00
Compactadora 3	0.00
Compactadora 4	0.00

YACIMIENTO 4

	Cola de camiones esperando para cargar		Cola de camiones esperando para descargar		Tiempo Prom.
	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (minutos)	Espera Máxima (minutos)	
Excavadora 1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Excavadora 2	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Excavadora 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excavadora 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

DATOS CAMINO

Costo de camiones para entrar al muro			
Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (minutos)	Espera Máxima (minutos)
0.00	0.00	0.00	0.00

Tiempo promedio de visita x camión			
de		vueltes	
minutos	vueltes	minutos	vueltes
0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000

Vé camión cargado
Vé camión descargado

ETAPA 1	RECEPCIÓN					EXTENDIDO					NIVELADO					COMPACTACIÓN					RECEPCIÓN Y ENTREGA					
	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	
Fuente 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuente 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuente 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ETAPA 2	RECEPCIÓN					EXTENDIDO					NIVELADO					COMPACTACIÓN					RECEPCIÓN Y ENTREGA					
	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	Largo Promedio (camiones)	Largo Máximo (camiones)	Espera Promedio (horas)	Espera Máxima (horas)	Tiempo Prom. (min)	
Fuente 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuente 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fuente 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

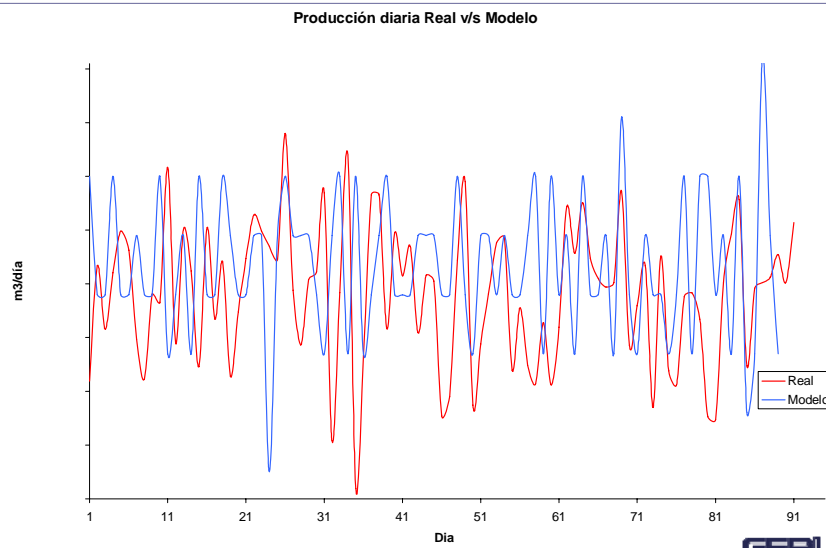


Resultados del Modelo

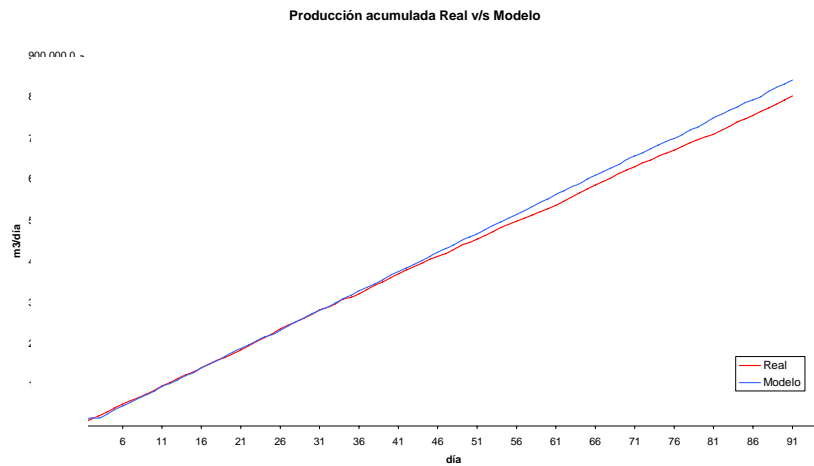
- Los resultados que se pueden obtener del modelo en general son bastante cercanos a los que se obtienen en terreno.
- Hay que considerar que algunos resultados no se pueden comparar debido a que no existe registros en terreno.



Comparación Modelo v/s Realidad



Comparación Modelo v/s Realidad



Experimentos

Con el modelo se realizaron diversos experimentos, entre ellos:

- Estudiar plan de contingencia en caso de falla de excavadora.
- Análisis de sensibilidad de equipos.
- Determinar tamaño óptimo de cacha de trabajo.
- Análisis de impacto de cambiar ciertas configuraciones.

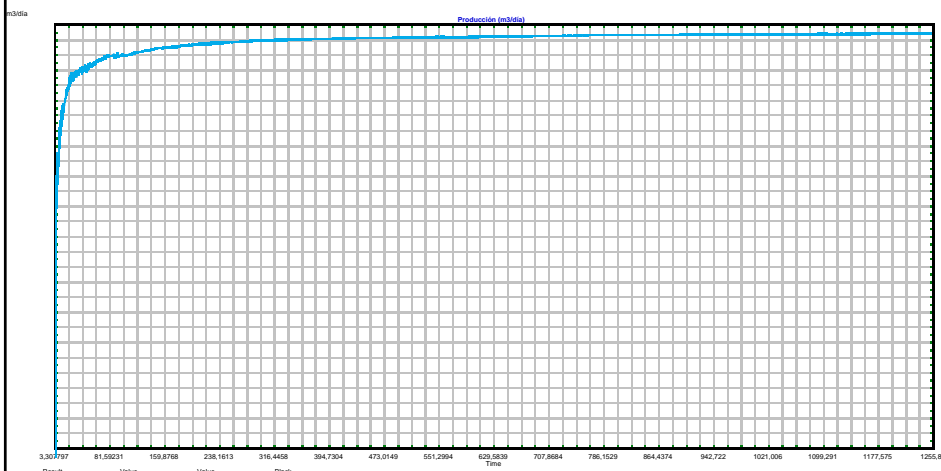


Plan de acción en caso de falla de excavadora

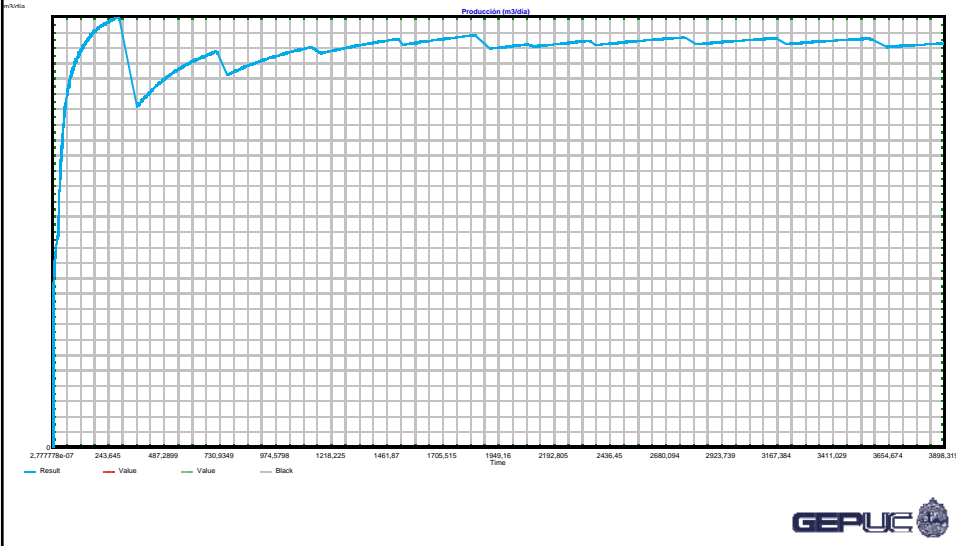
- Una posible situación es que se presente la falla de una de las excavadora del sistema.
- Se supone que la excavadora falla una vez cada 1 mes, y la falla dura entre $\frac{1}{2}$ y 3 días.
- Luego, se modelaron 3 posibles alternativas:
 - Alternativa 1: Parar el frente afectado.
 - Alternativa 2: Reemplazar la excavadora con una excavadora alternativa de la mitad de la capacidad (tiempo de traslado).
 - Alternativa 3: Direccionar los camiones hacia la excavadora 1.



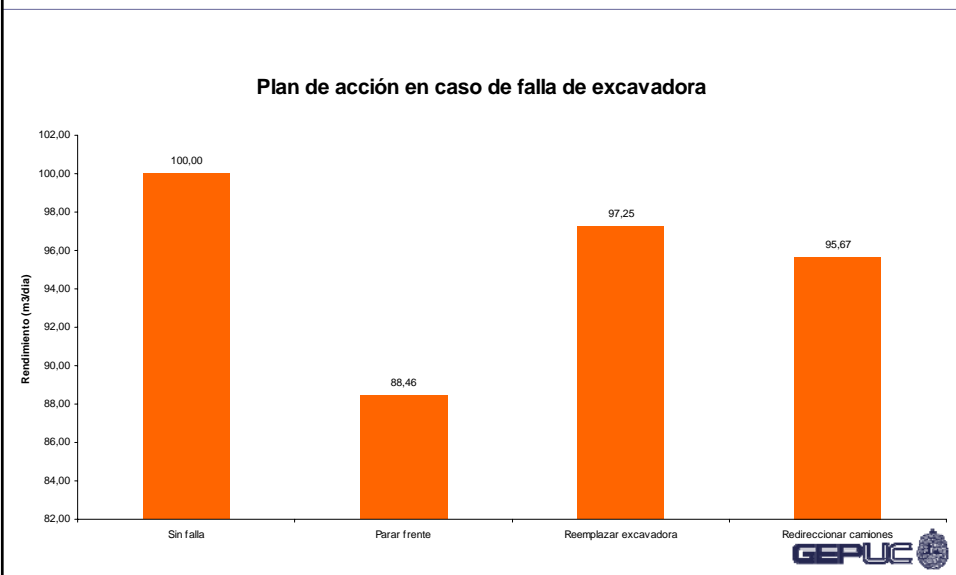
Situación sin falla



Situación con falla



Plan de acción en caso de falla de excavadora

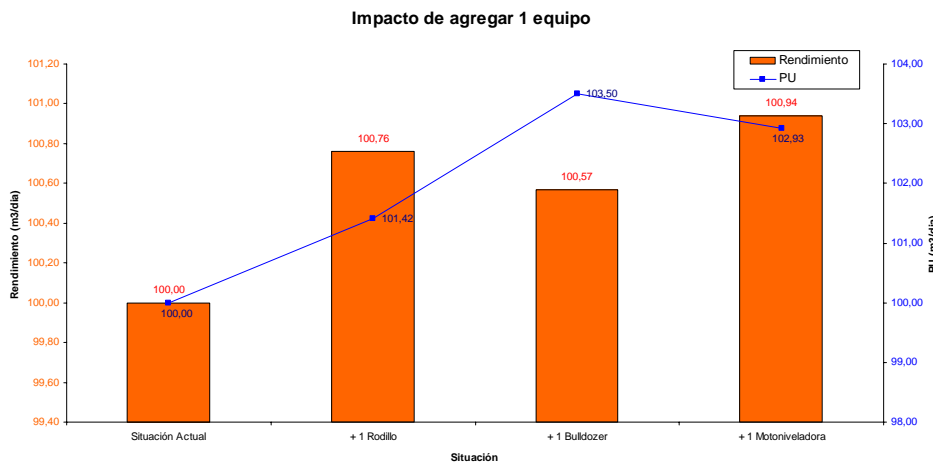


Impacto de agregar 1 equipo

- Uno de los análisis realizados fue el estudiar el impacto de agregar 1 equipo en el frente de trabajo.
- Así, se realizaron los siguientes experimentos:
 - Agregar 1 Bulldozer
 - Agregar 1 Motoniveladora
 - Agregar 1 Rodillo



Impacto de agregar 1 equipo

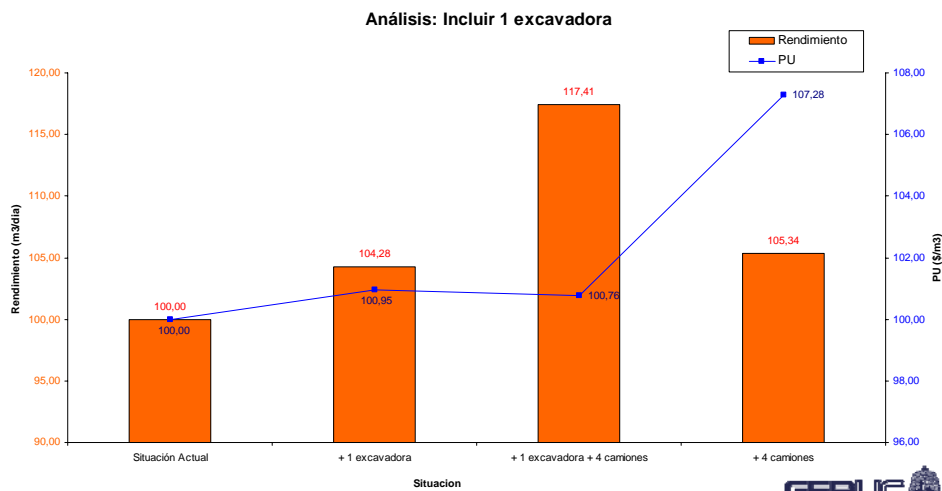


Impacto de agregar 1 excavadora al sistema

- Se pidió estudiar la incorporación al sistema de otra excavadora (de menor capacidad) junto con agregar 4 camiones.
- Se realizaron los siguientes experimentos:
 - Agregar 1 excavadora
 - Agregar 1 excavadora y 4 camiones
 - Agregar 4 camiones



Impacto de agregar 1 excavadora al sistema

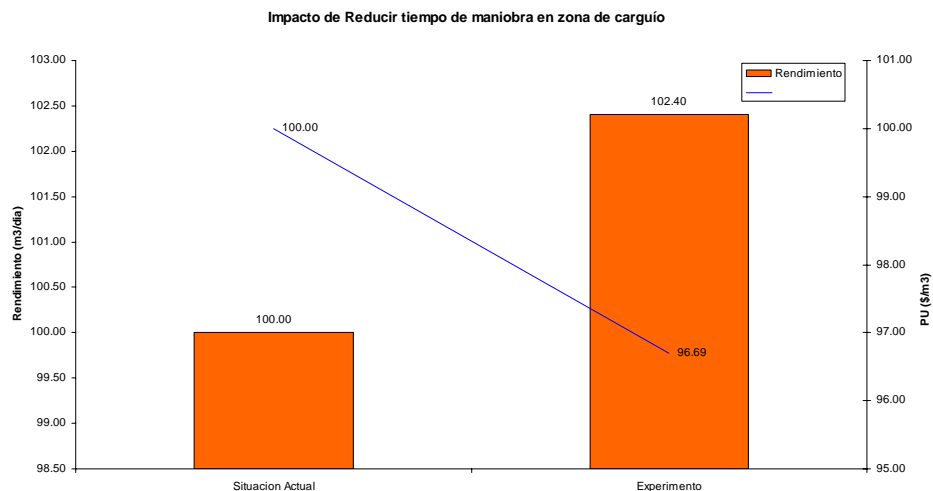


Análisis de reducir tiempo de maniobra en el carguío

- Se solicitó evaluar el impacto que tendría el disminuir el tiempo que toma un camión en acomodarse en la zona de carguío.
- Inicialmente se consideró que este tiempo se encontraba entre 18 y 30 segundos.
- Luego, se consideró que el tiempo se encuentra entre 0 y 15 segundos.



Análisis de reducir tiempo de maniobra en el carguío



En lo que estamos trabajando

Proyecto CORFO/FDI:

“SIMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE ALTO IMPACTO EN PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN”

- Creación de Modelos Generales para la utilización en proyectos por parte de las empresas constructoras.
 - En Estudios de Propuestas
 - Para el mejoramiento en Obra
- Mejorar visualización y entendimiento de los modelos creados.
- Creación de Plataforma para el fácil uso de la Simulación



FDI: Plataforma de simulación (PDS)



FDI: Plataforma de simulación (PDS)

PDS - INGRESAR MODELO

Ingresar Empresa Ingresar Proyecto Ingresar Modelo Simular Modelo Ingresar Usuario

Empresa: INCOLUR LIMITADA
Proyecto: Tranque de Relaves El Mauro
Modelo: Modelo BELFI

Datos Generales del Modelo

Nombre del Modelo: Modelo BELFI INCOLUR
Descripción: Modelo de simulación de transporte y colocación de rellenos masivos proyecto "Tranque de Relaves El Mauro"

Modelo: Examinar...
Archivo Excel: Examinar...

Estado: La simulación ha finalizado, los resultados han sido actualizados.
Fecha de Ingreso: 04/11/2006 - 11:25:17
Fecha de Actualización: 00/00/0000 - 00:00:00
Archivo MOXI: Modelo BELFI Version 10.0 sin FI.MOXI
Archivo XLS: HojaMaestra.xls

Ingresar Modelo Eliminar Modelo

Ingresar Tablas del Modelo

Ingresar Tabla: EQUIPOS POR FRENTE DATOS ENTRADA
Nombre de la Tabla: EQUIPOS POR FRENTE

Tipo de Tabla: Datos de Entrada Resultados

Rango: Columna Fila
Posición Inicial: C 27
Posición Final: C 30

Ingresar Modificar Eliminar Ver Datos

Configurar Grafico Ver Consolidado

FDI: Plataforma de simulación (PDS)

PDS - SIMULAR MODELO

Ingresar Empresa Ingresar Proyecto Ingresar Modelo Simular Modelo Ingresar Usuario

Empresa: INCOLUR LIMITADA
Proyecto: Tranque de Relaves El Mauro
Modelo: Modelo BELFI

Estado: La simulación ha finalizado, los resultados han sido actualizados.
Fecha de Ingreso: 04/11/2006 - 11:25:17
Fecha de Actualización: 00/00/0000 - 00:00:00

Observaciones: Modelo BELFI

Tabla: NUMERO CAMIONES ver por tabla
Experimento: - No hay experimentos en el modelo - ver por experimento

Ingresar Nuevo Experimento:
Descripción del Experimento:

Agregar Modificar Eliminar

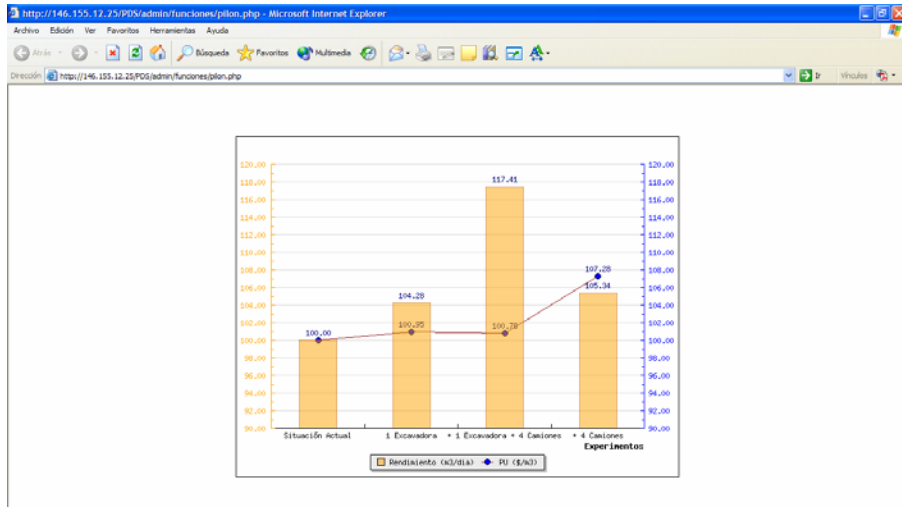
Simular Resultados Crear Grafico

Ingresar Empresa Ingresar Proyecto Ingresar Modelo Simular Modelo Ingresar Usuario

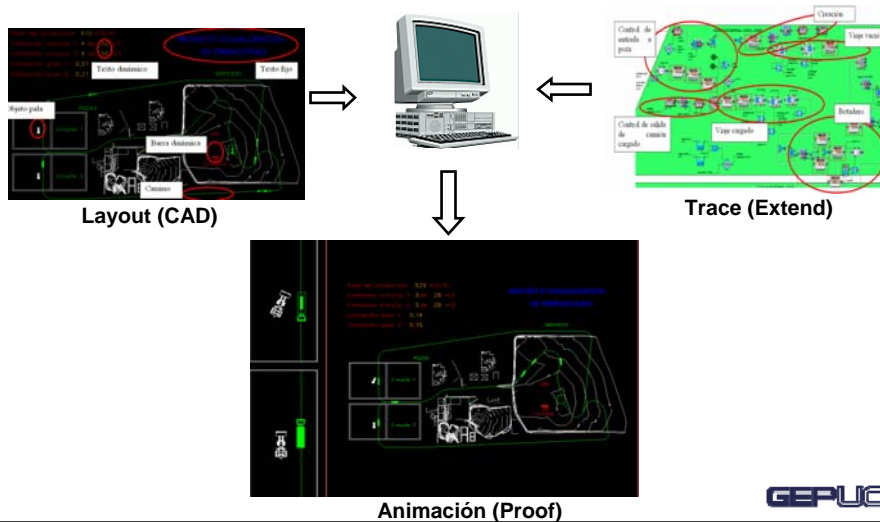
* campos obligatorios.

cerrar sesión

FDI: Plataforma de simulación (PDS)



Visualización 2D



Visualización 3D (en desarrollo)



Conclusiones

- Hay una tarea importante realizada, pero mucho por hacer.
- Las oportunidades de mejoramiento son inmensas.
- La agenda la construyen en gran parte las empresas.
- Es fundamental el liderazgo de la administración superior para hacer efectivo el cambio.



Simulación y Optimización de Alto Impacto en Procesos de Construcción

CChC, 13/11/2006



QUIENES SOMOS

Centro de Excelencia en Gestión de Producción

Quienes Somos

GEPUC nace de la iniciativa de un grupo de académicos de la facultad de ingeniería y comienza a operar en los inicios del 2000 como un programa de investigación de la Universidad Católica.

Enmarcados en el enfoque Lean Production el programa impulsa iniciativas de innovación con empresas socias de la Cámara Chilena de la Construcción, formando grupos de trabajo colaborativo y formulando proyectos de largo plazo

Hoy, GEPUC cuenta hoy con más de 15 empresas socias, y ha desarrollado e implementado diversas acciones de mejoramiento en más de 250 proyectos con sobre 30 empresas.

GEPUC

Nuestra Misión

El Centro de Excelencia en Gestión de Producción tiene como misión llevar a cabo acciones sistemáticas de investigación, desarrollo e implementación de mejoramientos en las empresas.



GEPUC

Quienes Somos



GEPUC

Áreas de Trabajo

Planificación Estratégica

Planificación y Control de Proyectos

Desarrollo de Indicadores y Medición del Desempeño

Tecnologías de la Información

Gestión de la Innovación

Gestión de Subcontratistas y Proveedores

Supply Chain Management

**Integración de los Sistemas de Gestión
(JIT - TQM ISO 9000)**

Gestión de Mantenimiento

GEPUC

QUIENES PARTICIPAN

Centro de Excelencia en Gestión de Producción

GEPUC



GEPUC







ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN
Centro de Excelencia en Gestión de Producción

GEPUC

Relaciones Empresas-Universidad-CChC

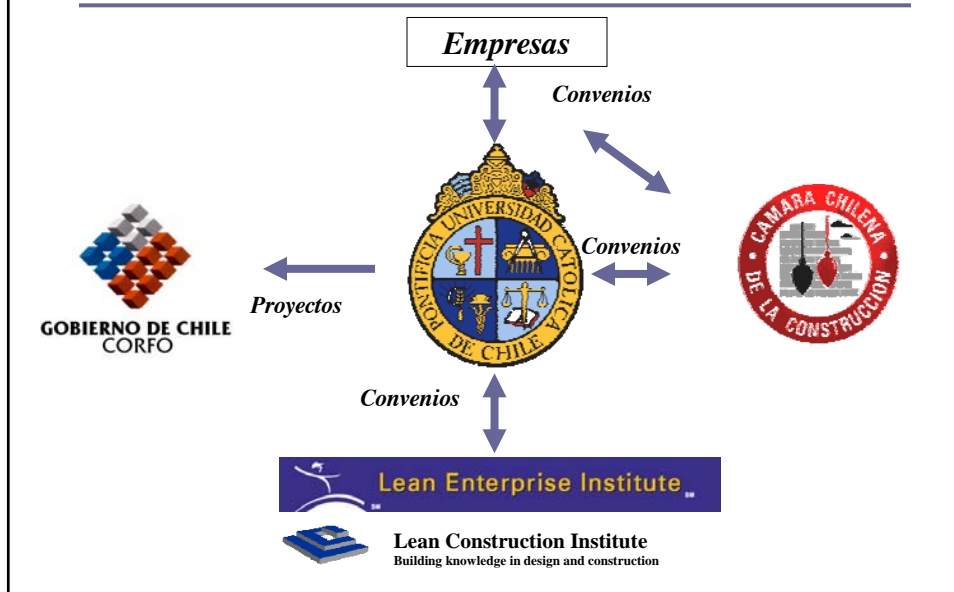
***El Centro de Excelencia en Gestión de Producción
desarrolla una interacción que beneficia al sector***



GEPUC

Estrategias de Implementación

Mecanismos de Interacción



Trabajando Cerca de los Proyectos



GEPUC

El Trabajo Realizado

Edificación en Altura



Edificación en Extensión



Montaje Industrial Pesado



Construcción Industrial Liviano



Obras Civiles



GEPUC

Estrategias de Implementación

Procesos y Estrategias Claves

Capacitación para la acción. Se capacita al personal de las empresas para realizar las intervenciones de mejoramiento y medición en las empresas.



Estrategias de Implementación

Procesos y Estrategias Claves

Investigación Aplicada. Las actividades de implementación son apoyadas por un equipo de investigadores: profesores, profesionales y estudiantes de postgrado.

- *Recolectan información*
- *Analizan y recomiendan*
- *Desarrollan metodologías o herramientas*
- *Ayudan a entender los procesos internos de las empresas.*

Estrategias de Implementación

Procesos y Estrategias Claves

Enfoque Colaborativo. Las empresas tiene variadas instancias para compartir sus éxitos y fracasos con las empresas de su grupo de trabajo.

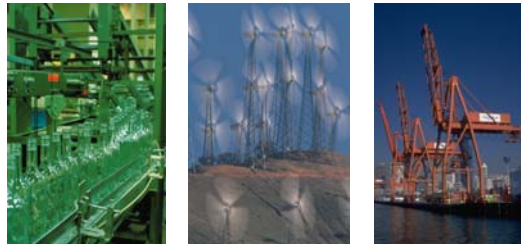
- *Plenarios abiertos, reuniones periódicas, capacitación conjunta*
- *Aprendizaje mutuo e interactivo → avance más rápido*
- *Sentido de equipo → aprendizaje reemplaza a la frustración*
- *Sana competencia*
- *Reformulación de las relaciones*

Estrategias de Implementación

Procesos y Estrategias Claves

Visión Estratégica.

- *Alianzas de largo plazo*
- *Proyectos con visión estratégica*



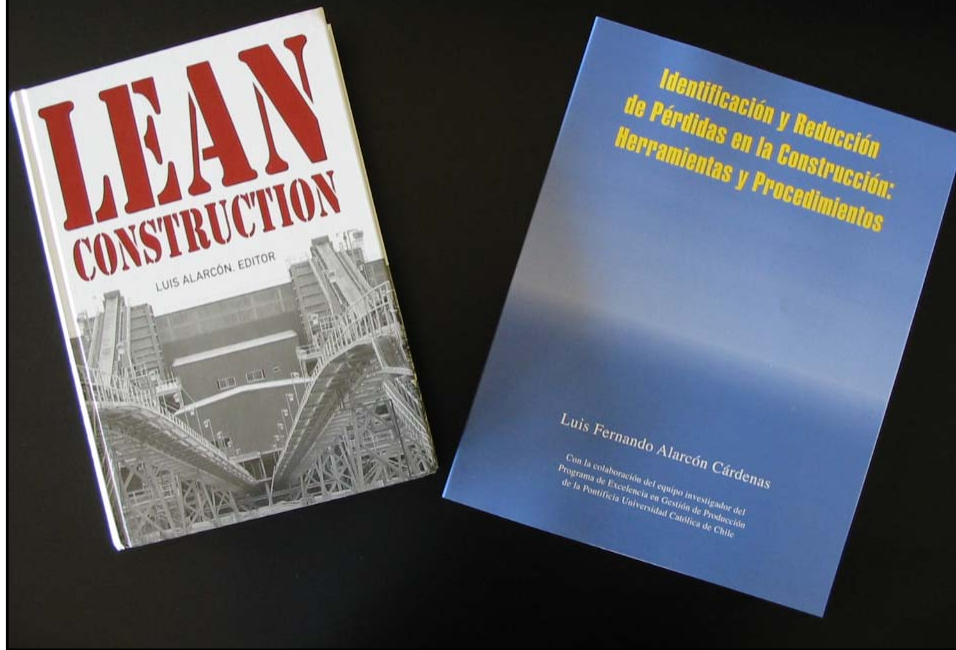
GEPUC

EL TRABAJO REALIZADO

Centro de Excelencia en Gestión de Producción

GEPUC

Lean Construction: bases para implementación



Modelo Tradicional

ENTRADAS:
Materiales
Equipos
Mano de Obra
Insumos

PRODUCCIÓN

SALIDAS:
Edificios
Caminos
Túneles
Etc.

Materias Primas

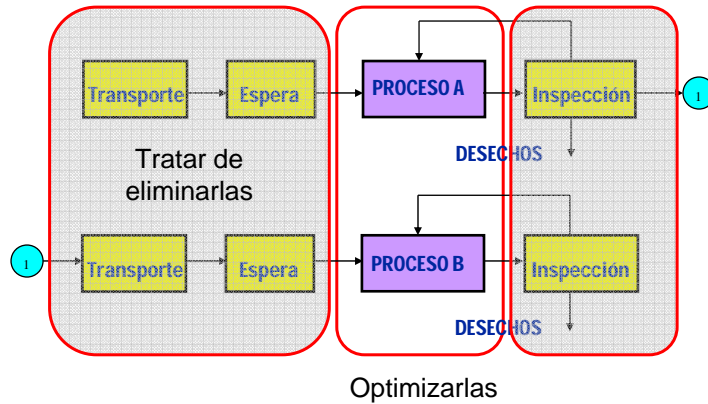
PROCESO DE PRODUCCION

Producto Final

SUBPROCESO A

SUBPROCESO B

Visión Lean *La Producción como Flujo*

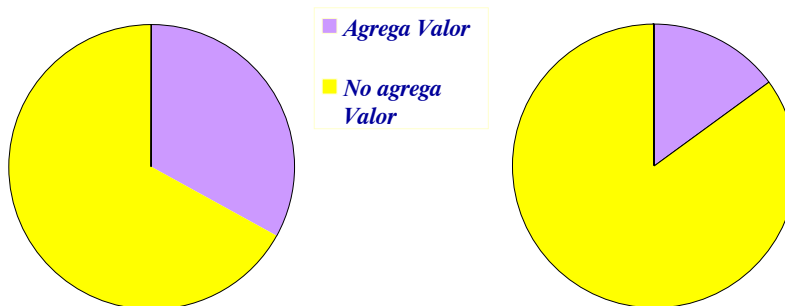


Diferenciar entre actividades que agregan valor (más oscuras en la figura) y las actividades que no agregan valor

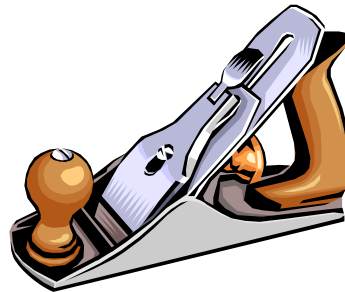
¿Qué proporción constituyen las actividades que agregan valor en la Construcción?

Proporción de Tiempo

Proporción de Pasos



Metodologías de Identificación y Reducción de Pérdidas



GEPUC

Un caso de Edificación en Altura

Total trabajadores: 122 Trabajadores, no incluye subcontratos.

Supervisores desarrollan mediciones

El equipo de obra toma acciones

- Se regularizó el uso del montacarga.
- Se dispuso de una persona más en bodega.

Situación Inicial marcada por esperas

Resultados:

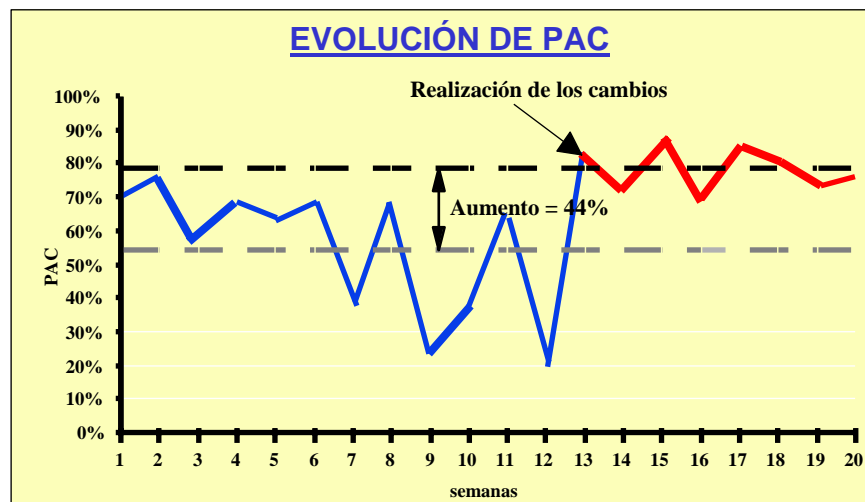
Reducción de un 52 % de HH Perdidas.

Reducción de un 14 % de HH Desviadas.

Obtención de Compromisos

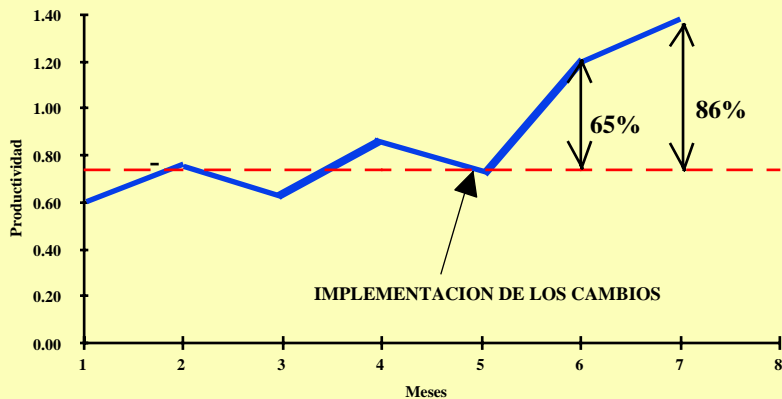


Sistemas de Mejoramiento de Planificación y Control de Producción



Sistemas de Mejoramiento de Planificación y Control de Producción

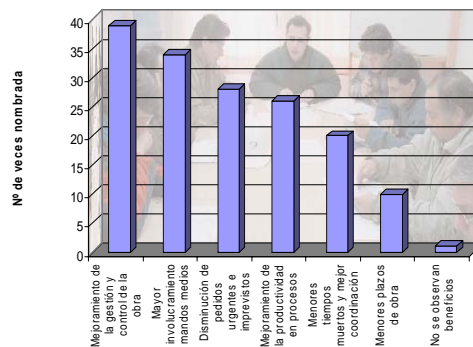
Evolución de Indicador Global de Productividad



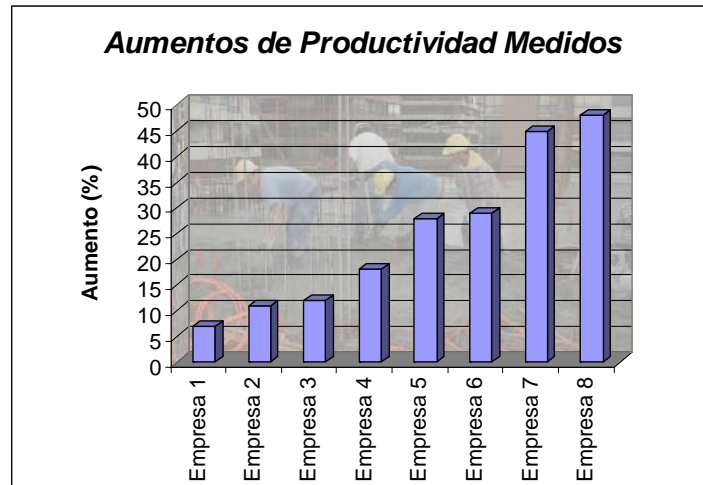
Resultados e Impactos : Mejor manejo y transparencia en el control de la Obra

- *Mejoramiento en la Gestión y control*
- *Mayor involucramiento de mandos medios*
- *Disminución de pedidos urgentes e imprevistos*
- *Mayor Productividad*
- *Menores Plazos de Obras*

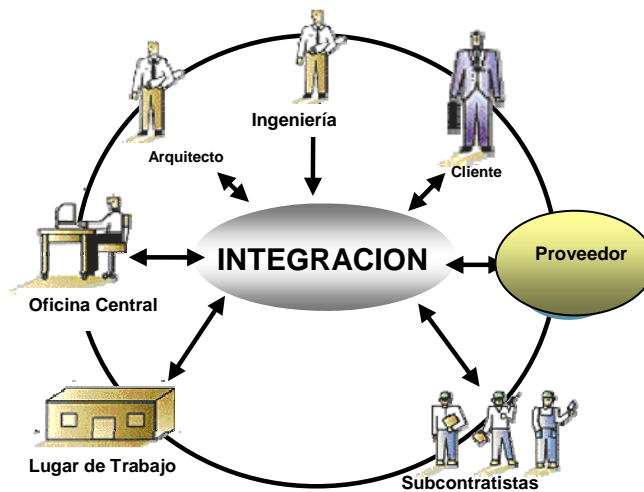
Mejoramientos Percibidos por Profesionales de Obra



Resultados e Impactos : Mejoramientos en Productividad



Tecnología de Información Integración en la Industria de la Construcción



Modelos 3D



Análisis de interferencias

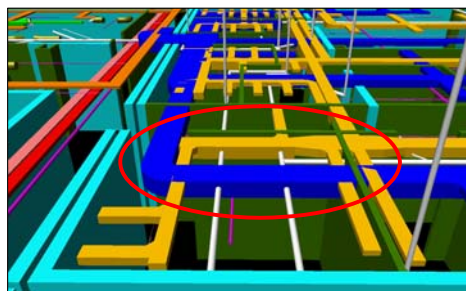


Capacidad de visualización

GEPUC

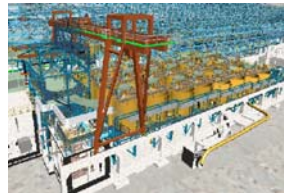
➤ Visualización 3 D: Caso Clínica Dávila (LyD)

- ✓ Duración del Proyecto: 510 días
- ✓ Costo Presupuestado: 479.150 UF (US\$ 16, 500 millones)
- ✓ Se estimó un ahorro de 40% de plazo comparado a proyecto similar

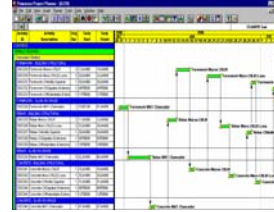


- ✓ 287 incongruencias en planos: Interferencias entre elementos
- ✓ Ahorro del 50% en costo de producción y reducción del 75% en tiempo necesario para resolver interferencias

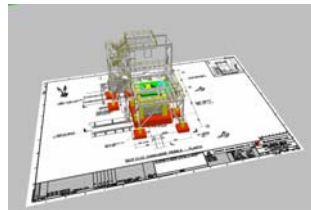
Tecnologías de Visualización CAD 4D



3D CAD



PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN



4D CAD (SIMULACION DE CONSTRUCCIÓN)

GEPUC



En todos estos años (2000-2006)

EL Lado Blando... La Organización

- *Estrategias de Implementación*
- *Organización para mejoramiento*
- *Obtención de Compromisos Confiables*
- *Sistemas de incentivo para el mejoramiento en las empresas y proyectos*
- *Sistemas integrados de gestión: calidad, productividad, seguridad,*
- *Desarrollo organizacional para Lean Construction*

2000-2006

Difusión, Capacitación y Coaching

- *Cursos y talleres de implementación en centenares de proyectos*
- *Plenarios de Implementación Colaborativa*
- *Seminarios internacionales*
- *Misiones tecnológicas*
- *Cursos semi presenciales*
- *Diplomados de formación*

RESULTADOS A NIVEL EMPRESA

Nivel de Implementación y desempeño en plazos y costos (16 proyectos en una empresa)

Año	Cumplimiento de Plazo	Cumplimiento de Presupuesto
2003	43 % (3/7)	29% (2/7)
2004	71 % (5/7)	71% (5/7)
2005	100 % (2/2)	100% (2/2)

GEPUC

Conclusiones

- Hay una tarea importante realizada, pero mucho por hacer.
- Las oportunidades de mejoramiento son inmensas.
- La agenda la construyen en gran parte las empresas.
- Es fundamental el liderazgo de la administración superior para hacer efectivo el cambio.

GEPUC



Centro de Excelencia en Gestión de Producción UC

