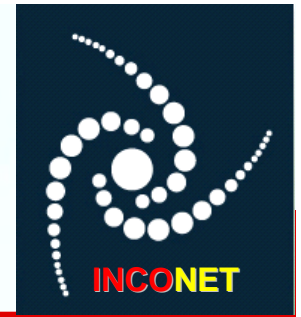


# PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

## ¿Mito o Realidad?

Juan Carlos LEON  
Gerente General

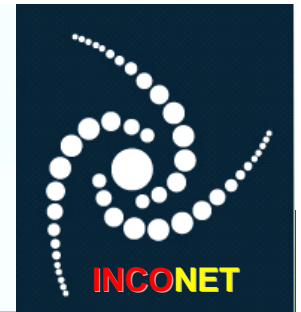
# ¿ Competitividad o Productividad ?



La verdadera competitividad se mide por la productividad. Son las mejoras en Productividad las que permiten una mayor prosperidad.

PORTER et al 2008, The Global Competitiveness Report

# Informe Competitividad



The Global Competitiveness Index 2009–2010 rankings and 2008–2009 comparisons

© 2009 World Economic Forum

Fondo Monetario Internacional

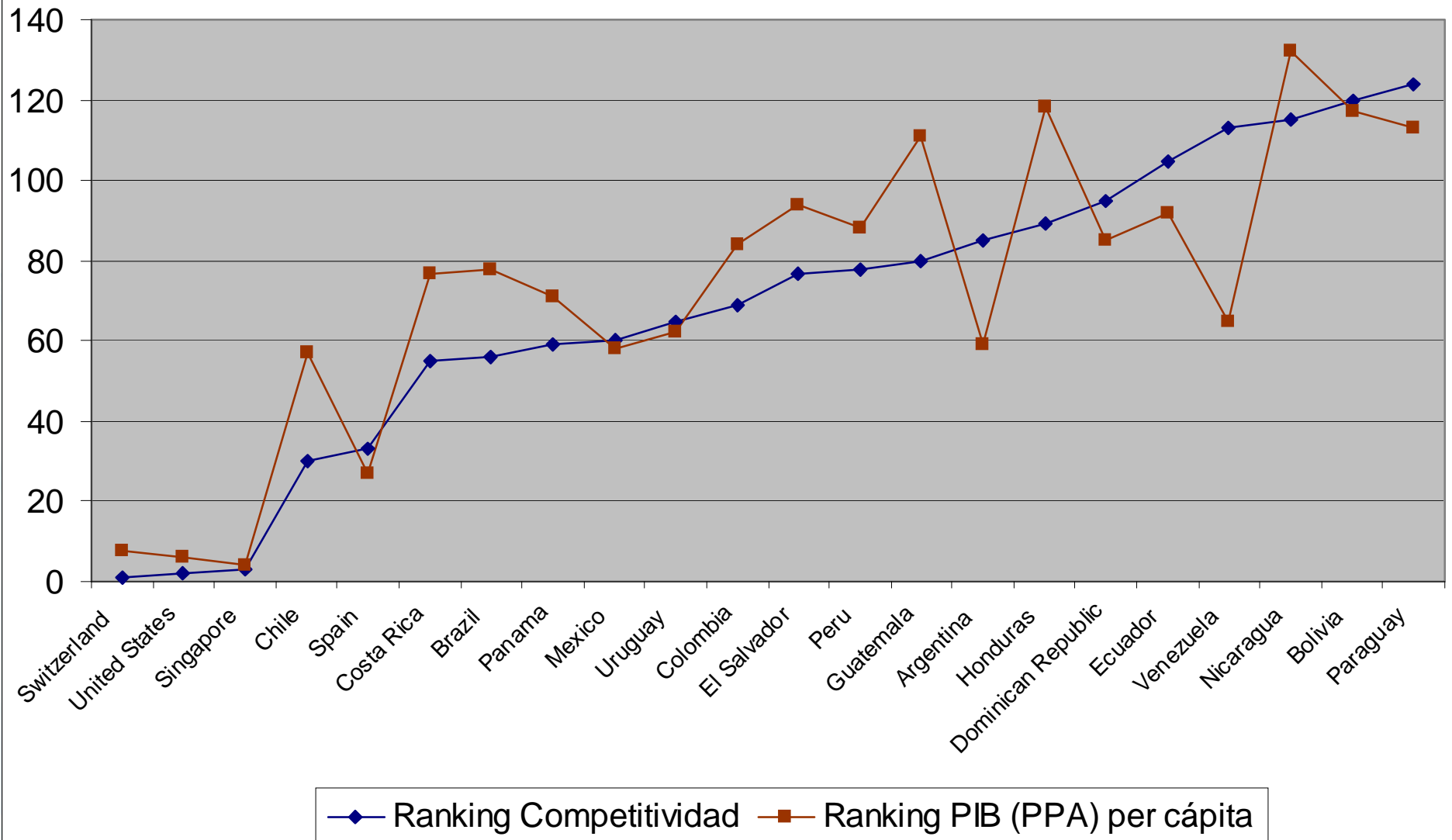
Producto Interno Bruto per cápita corregido por poder de compra

Country/Economy	GCI 2009–2010		GCI 2008–2009	PIB (PPA) per cápita	
	Rank	Score	Rank*	Rank	US\$
Switzerland	1	5,60	2	8	42.783
United States	2	5,59	1	6	46.859
Singapore	3	5,55	5	4	51.142
Chile	30	4,70	28	57	14.510
Spain	33	4,59	29	27	30.621
Costa Rica	55	4,25	59	77	10.752
Brazil	56	4,23	64	78	10.326
Panama	59	4,21	58	71	11.343
Mexico	60	4,19	60	58	14.495
Uruguay	65	4,10	75	62	13.295
Colombia	69	4,05	74	84	8.580
El Salvador	77	4,02	79	94	7.552
Peru	78	4,01	83	88	8.215
Guatemala	80	3,96	84	111	4.899
Argentina	85	3,91	88	59	14.413
Honduras	89	3,86	82	118	4.268
Dominican Republic	95	3,75	98	85	8.571
Ecuador	105	3,56	104	92	7.685
Venezuela	113	3,48	105	65	12.785
Nicaragua	115	3,44	120	132	2.688
Bolivia	120	3,42	118	117	4.330
Paraguay	124	3,35	124	113	4.778

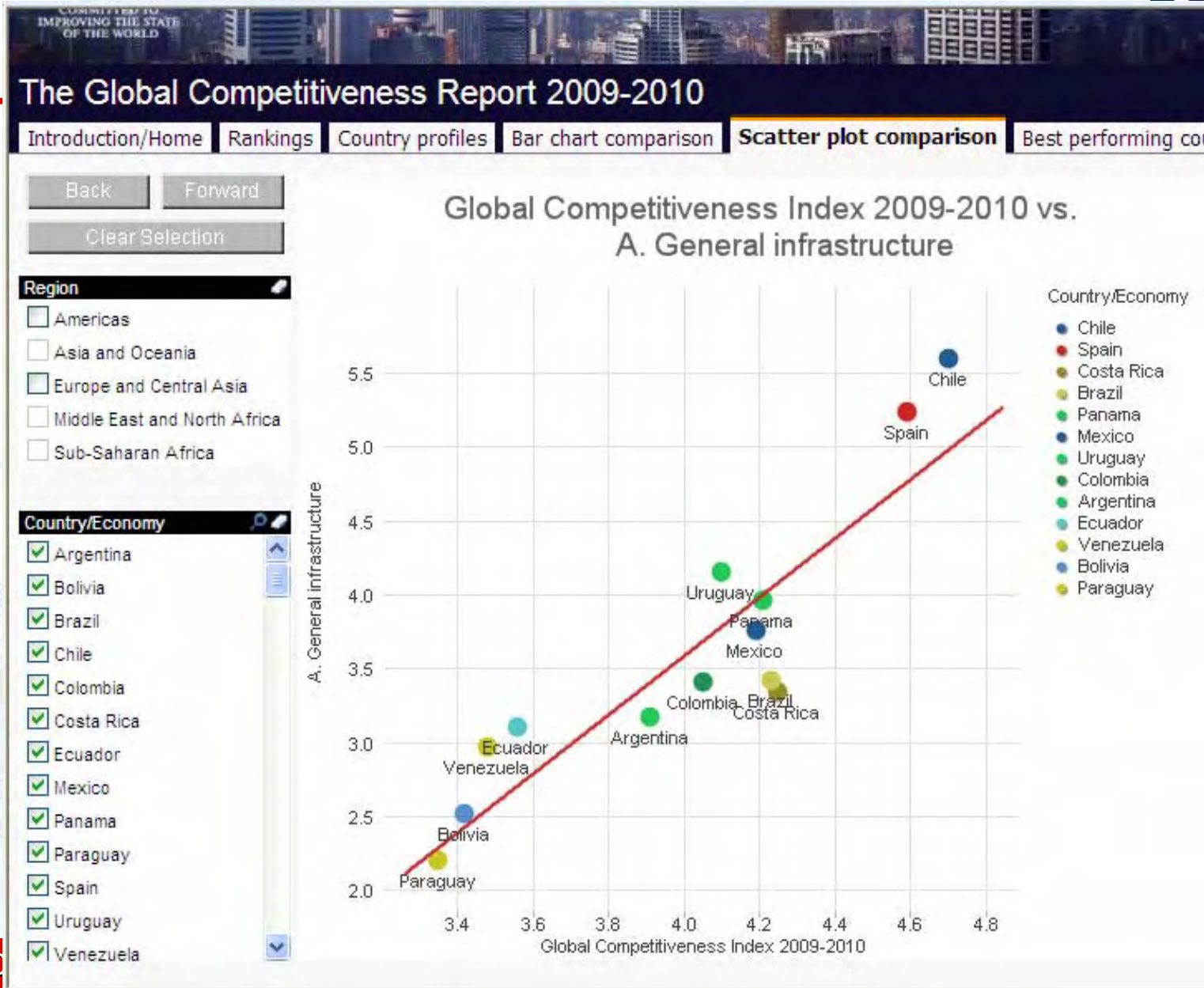
# Crecimiento y Competitividad



## Relación Ranking Competitividad vs Ranking PIB



# Impacto de la Infraestructura



# Impacto de la Innovación



## The Global Competitiveness Report 2009-2010

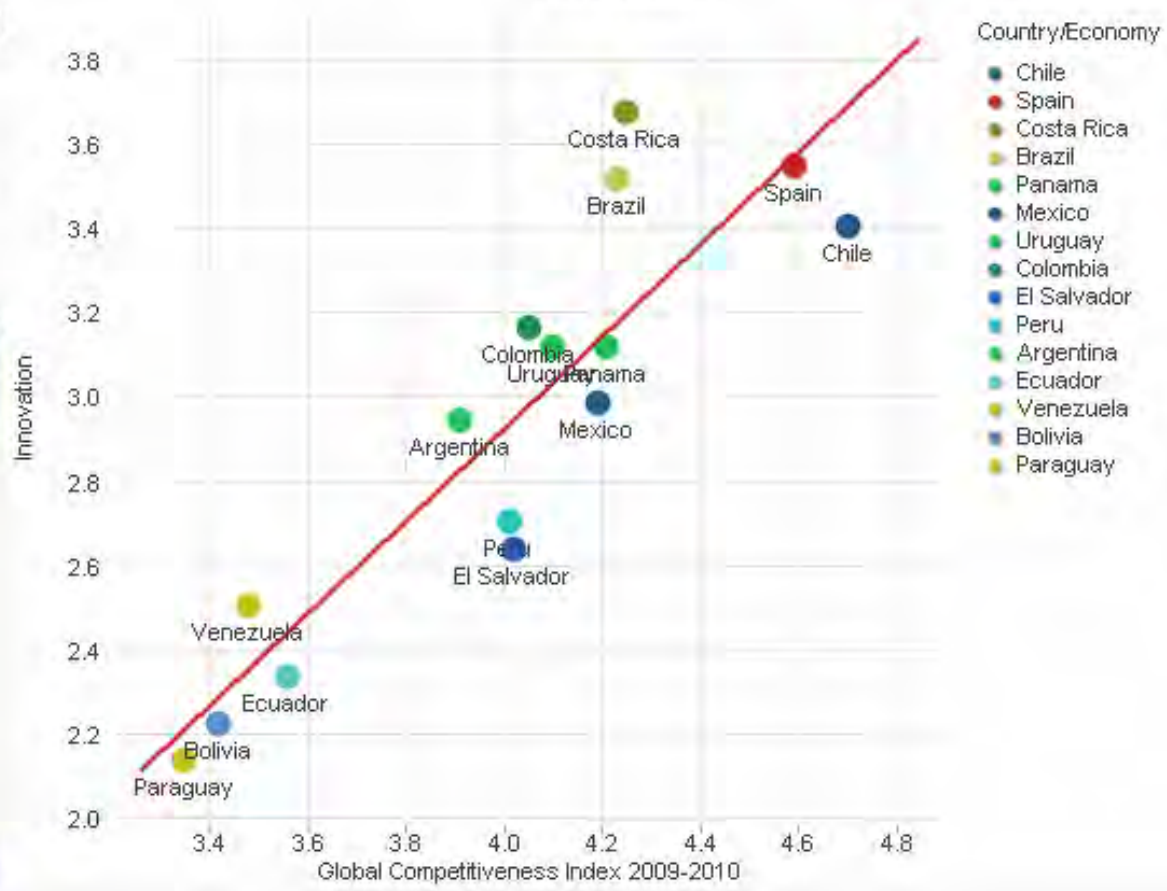
Introduction/Home | Rankings | Country profiles | Bar chart comparison | **Scatter plot comparison** | Best performing countries

Back Forward  
Clear Selection

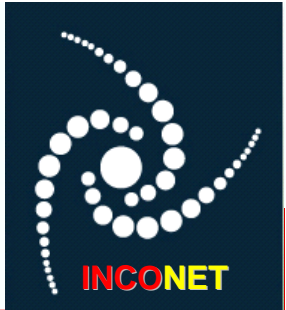
- Region**
- Americas
  - Asia and Oceania
  - Europe and Central Asia
  - Middle East and North Africa
  - Sub-Saharan Africa

- Country/Economy**
- Argentina
  - Bolivia
  - Brazil
  - Chile
  - Colombia
  - Costa Rica
  - Ecuador
  - El Salvador
  - Mexico
  - Panama
  - Paraguay
  - Peru
  - Spain

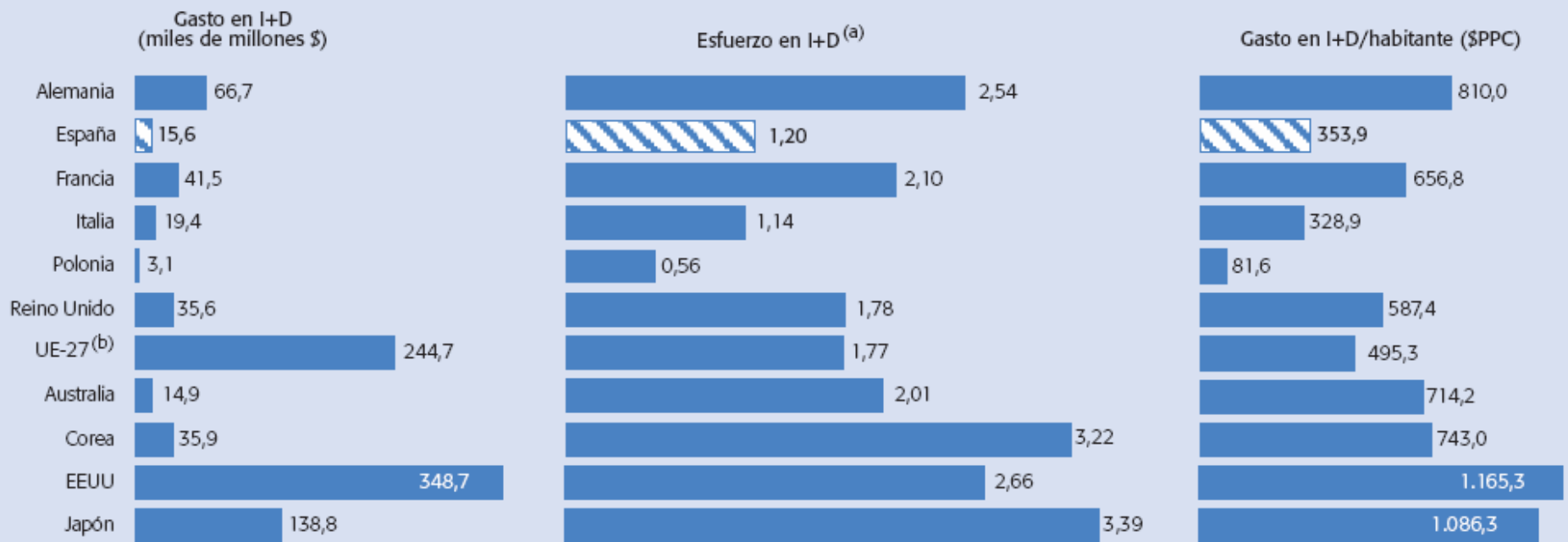
### Global Competitiveness Index 2009-2010 vs. Innovation



# I + D + i en la OCDE



**Gráfico 2.** Esfuerzo en investigación y desarrollo tecnológico (I+D) y gasto en I+D de los países de la OCDE en 2006



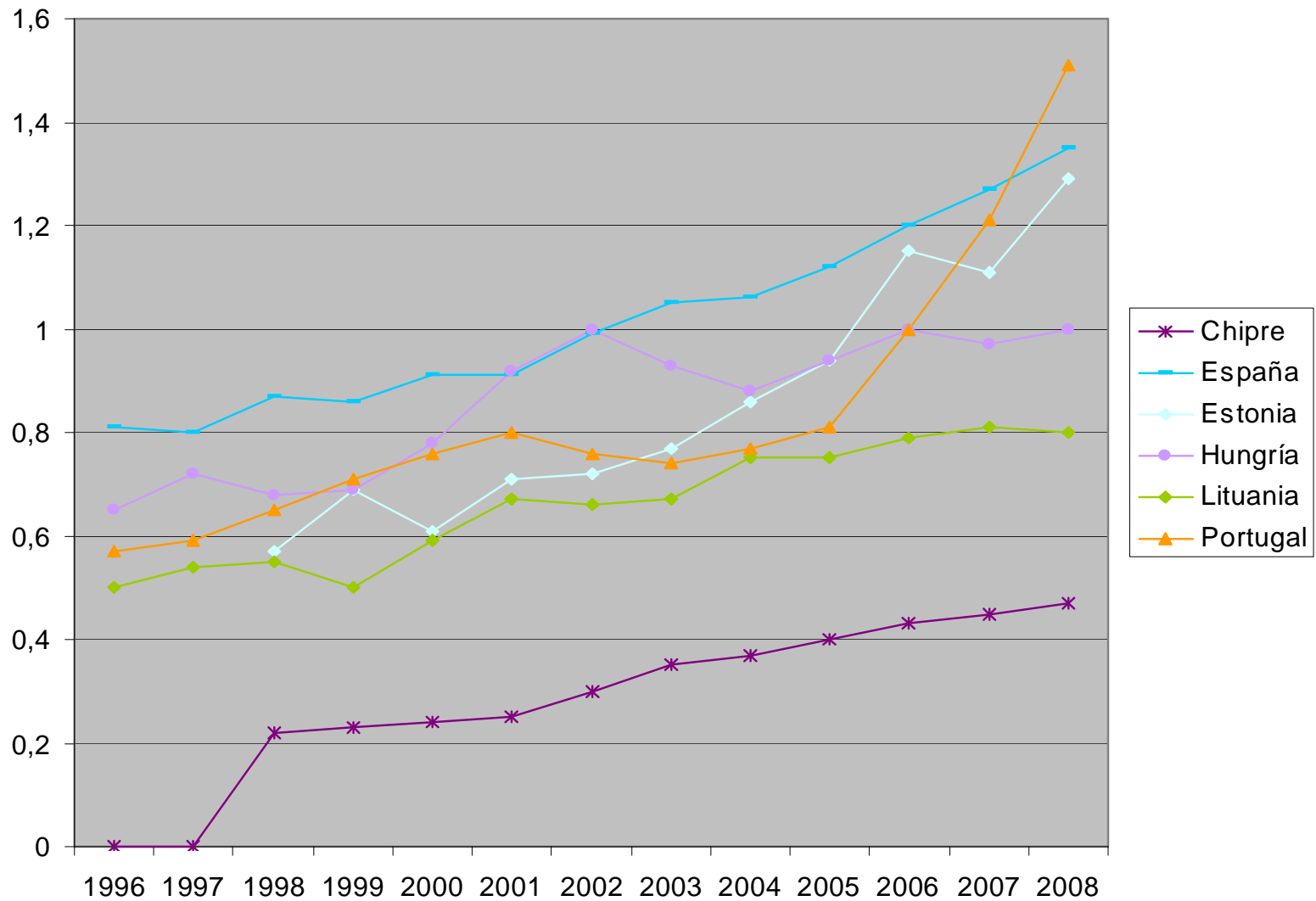
(a) Gasto en I+D en porcentaje del PIBpm.

(b) Los datos se refieren a la UE-27 aunque Bulgaria y Rumania no se incorporaron hasta el 2007.

Fuente: «Main Science & Technology Indicators. Volume 2008/2». OCDE (2008). Tabla A, segunda parte.

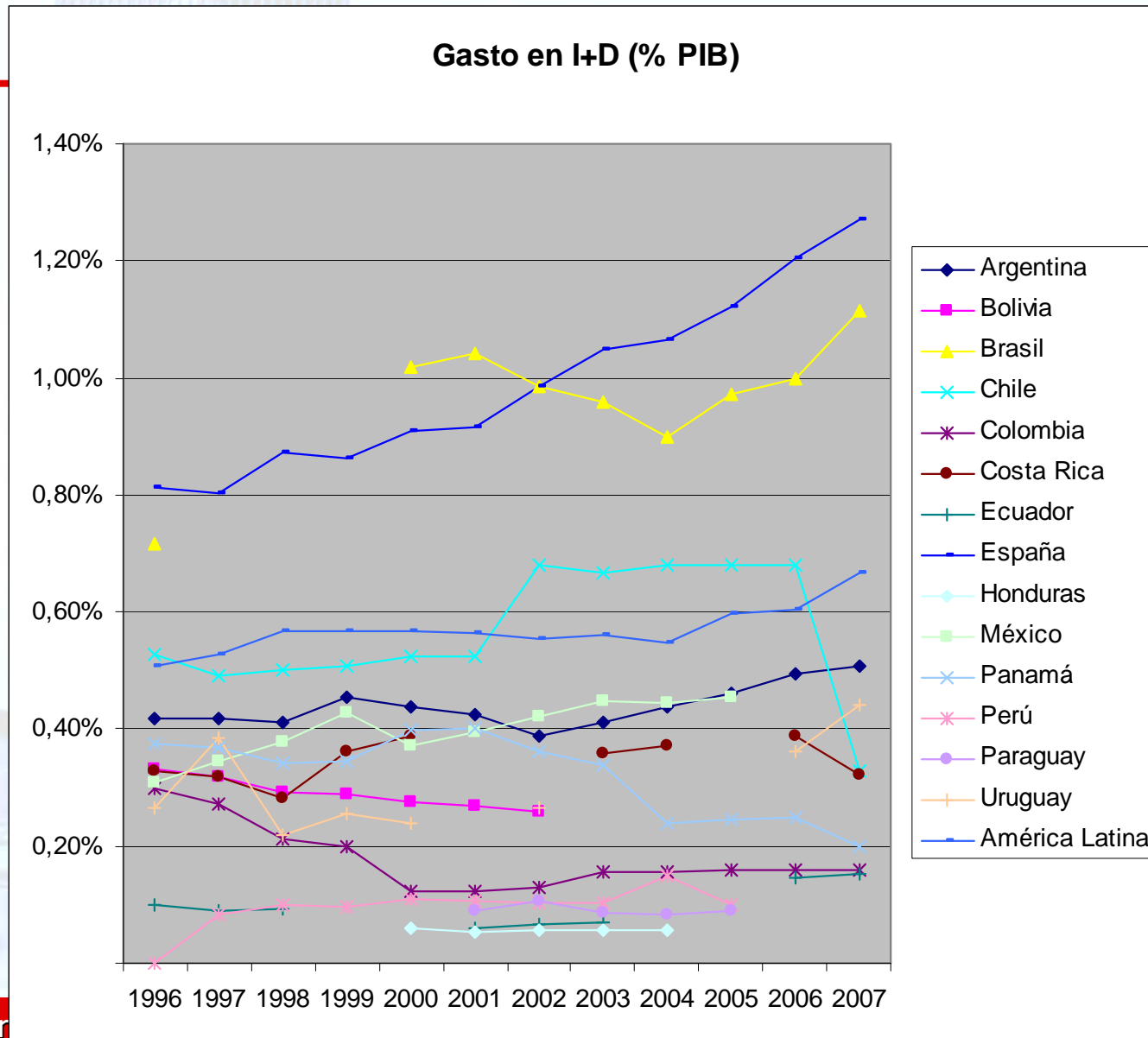
# I + D + i en Europa

Gasto en I+D (% PIB)

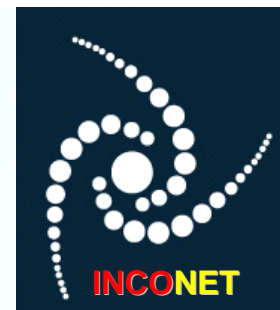




# I + D + i en Latinoamérica



# Chile baja a la mitad en su Gasto de I+D+i ...



## Gasto en I+D

- En 2007, Gasto en I+D es USD 537 MM (0,33% del PIB)
- En 2008, Gasto en I+D es USD 674 MM **(0,40% del PIB)**
  - Cifra no es completamente comparable con la publicada en 2004, por diferencias metodológicas y errores explicados previamente.
  - No hay cifras de 2009, pero podría eventualmente esperarse una ralentización en el gasto producto de la crisis financiera, dado que gasto en I+D tiende a ser procíclico.
  - En los próximos años debiésemos ver un incremento en el gasto de I+D financiado por fuentes extranjeras, impulsado por el sector astronómico y las inversiones extranjeras en ese campo.
- El sector Empresas financia un **38,9% (2007) y 43,7% (2008) del Gasto en I+D.**



# DESAFIOS

## Incremento Productividad Sectorial



**productividad media de la  
mano de obra**

$$PMed = \left( \frac{PIB}{Ocupados} \right)$$

donde PIB corresponde al valor agregado del sector

# DESAFIOS

## Incremento Productividad Sectorial



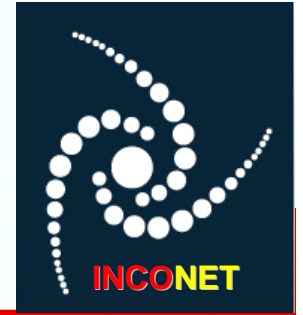
**Cuidado con comparar directamente rendimientos de la mano de obra**

$$\text{Rendimiento } X = M^2 / HH \quad \text{®}$$

# De los peores a los mejores ...?

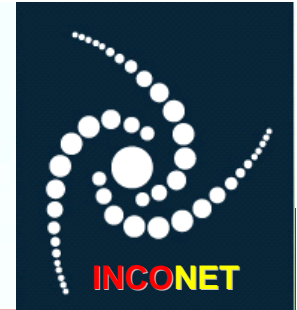
**Gráfico 1**





# Cambia nuevamente la Matriz Insumo - Producto

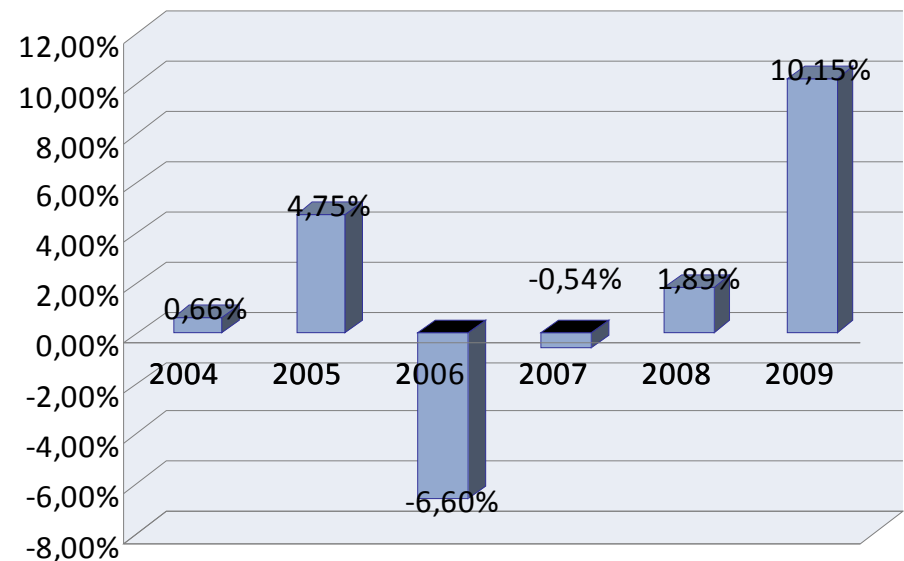
- Año Total PIB Construcción 3.991.728 millones año base 1996
- Año 2003 Total PIB Construcción 3.531.382 millones año base 2003  
12% disminuye PIB del Sector ...
- Número ocupados construcción 2003: 430.000



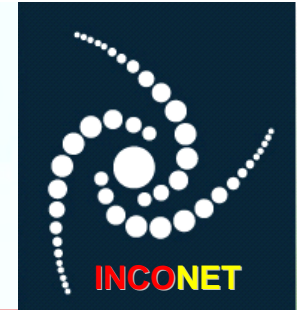
## Productividad Laboral Anual Sector Construcción



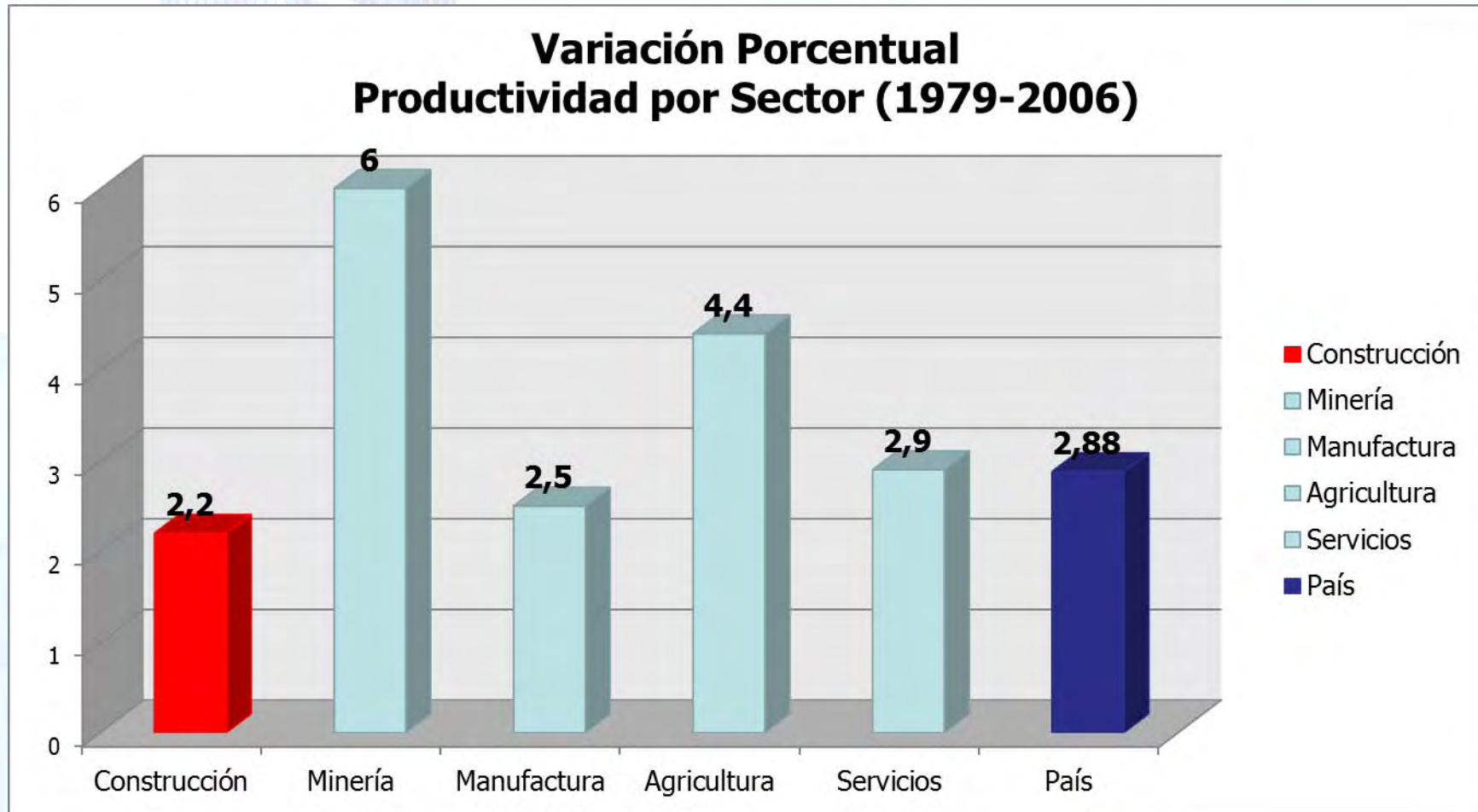
## Variación Porcentual Anual Productividad Sector Construcción



- Variación en el periodo 2004 2009 = 4,7%
- Tasa Anual 1,2%

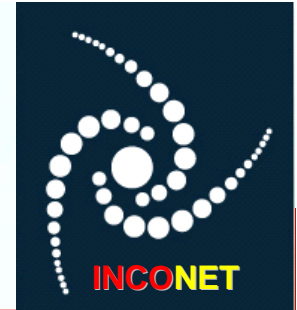


## Construcción: Industria con menor crecimiento de Productividad ...

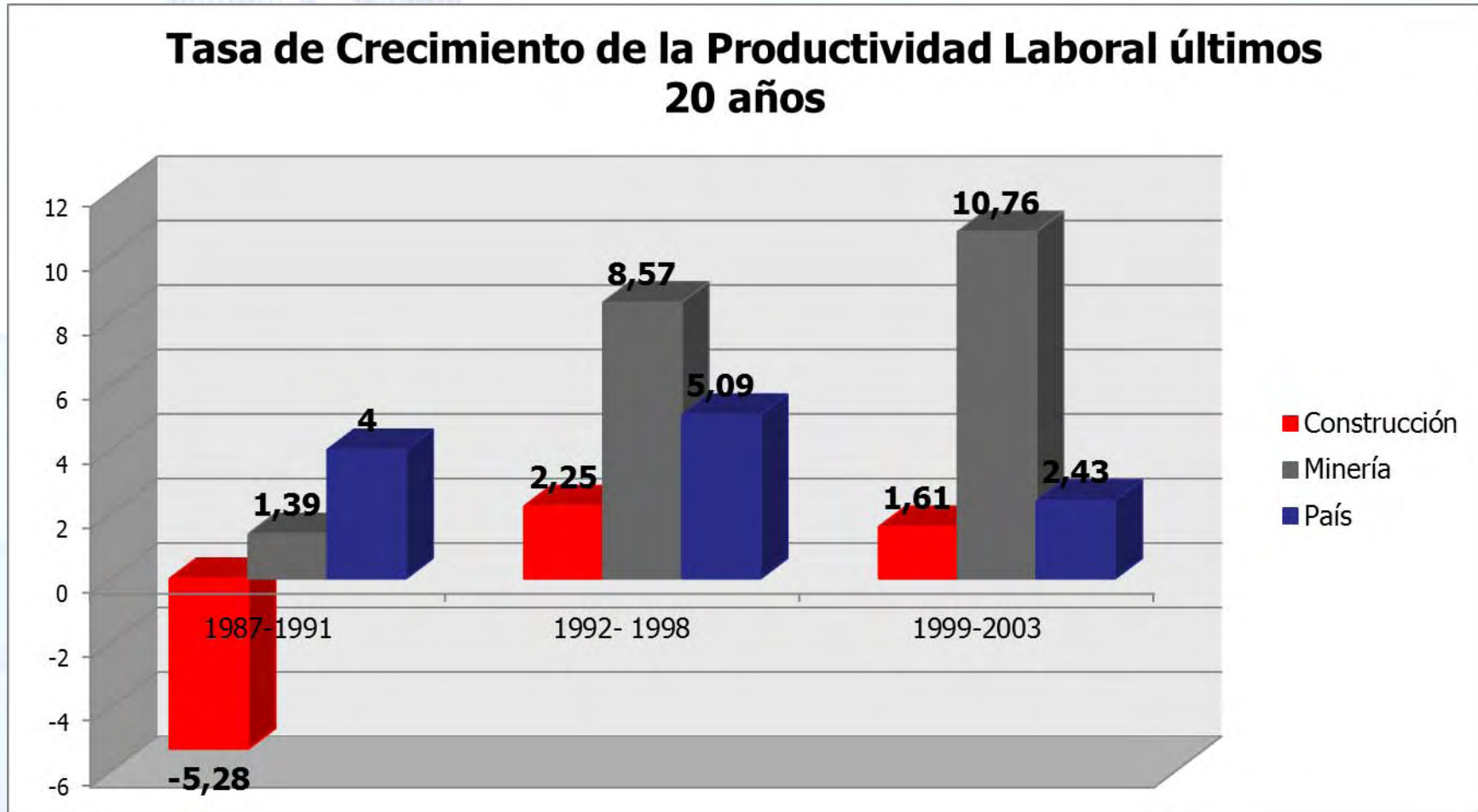


FUENTE: Indicadores Banco Mundial



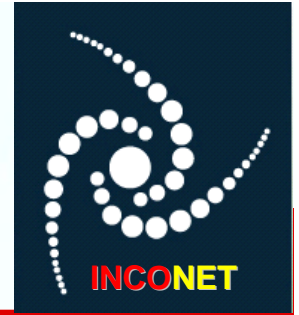


# Construcción: Niveles de Productividad en descenso ...



FUENTE: Banco Central

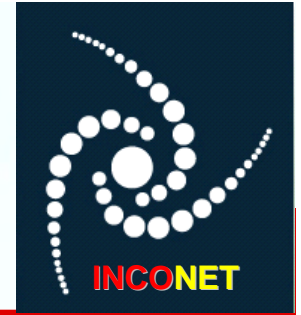
# Lo que realmente importa es la PTF ...



## Productividad Total de Factores

$$Y_i = PTF_i K_i^{\alpha_i} L_i^{1-\alpha_i}$$

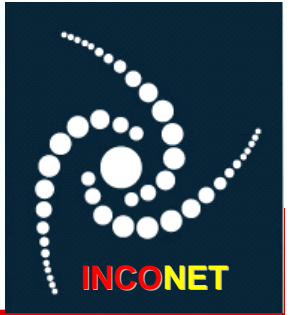
$$\frac{\Delta PTF_i}{PTF_i} = \frac{\Delta Y_i}{Y_i} - \alpha_i \frac{\Delta K_i}{K_i} - (1 - \alpha_i) \frac{\Delta L_i}{L_i}$$



## En síntesis ...

- No hay metodologías confiables para estimar stock de capital sectoriales
- Mientras más se industrializa la construcción, más PIB se perdería
- Dudas en la auto clasificación de la encuesta empleo
- Dudas respecto a la matriz insumo producto para el cálculo PIB construcción
- Mejor productividad/rendimiento laboral no implica necesariamente mayor eficiencia o resultado
- La Construcción dejó de ser un sector No Transable
- Estadísticas del Gasto en I+D+i poco confiables
- Muy difícil medir la PTF de construcción

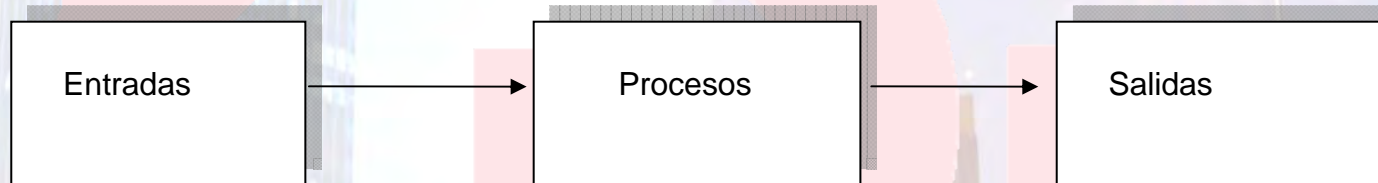
# Entonces ...



¿Y ahora  
qué ?

# Una visión integral

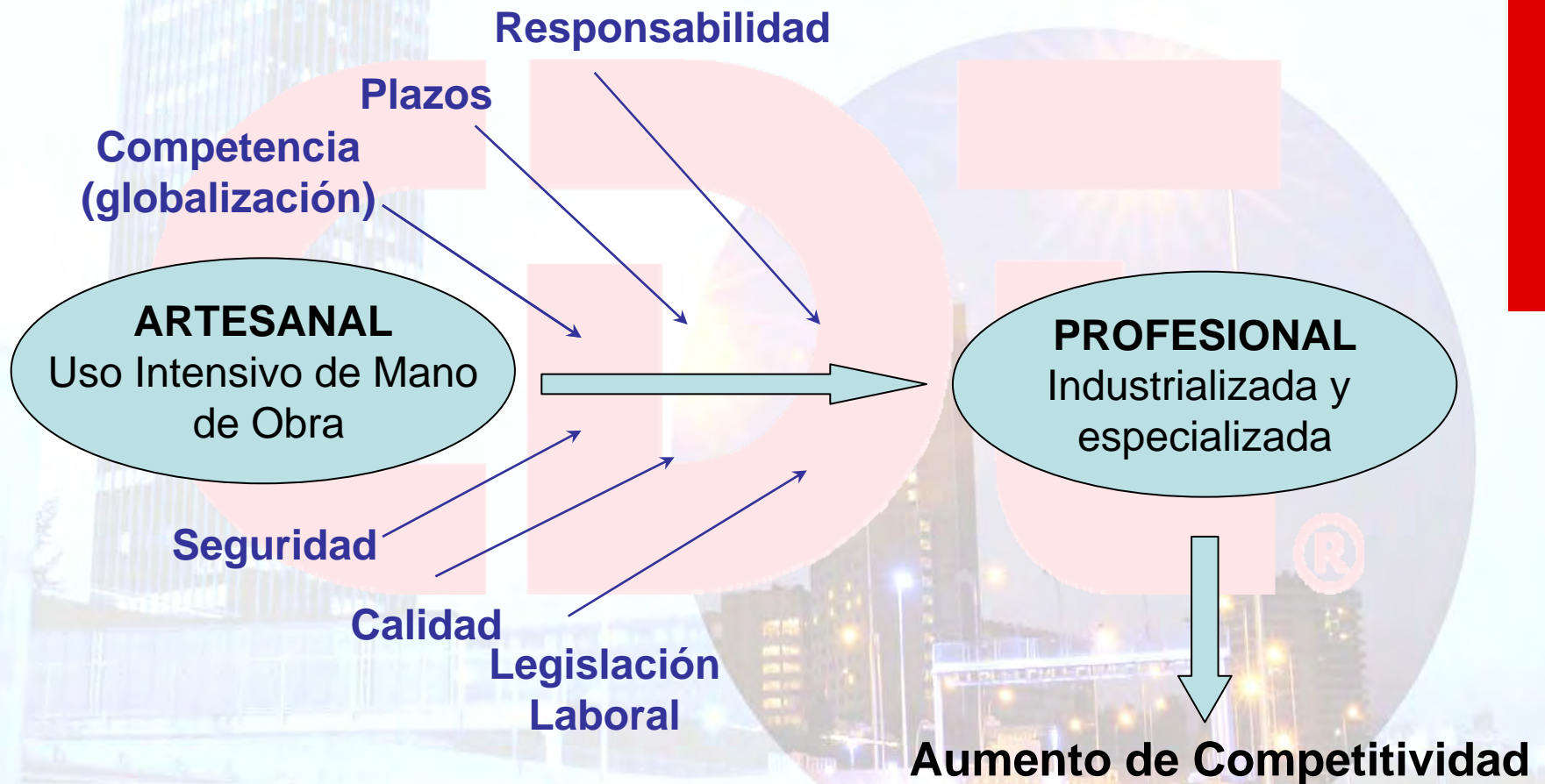
Dar más relevancia al Cluster Construcción más que un análisis sectorial



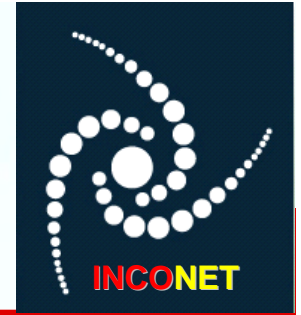
metas concretas y evaluación del desempeño



# De lo simple a lo complejo



# Interrogantes



- ¿Conocemos nuestra productividad?
- ¿Podemos comparar nuestros proyectos?
- ¿Es información confiable para la toma de decisiones?
- ¿Podemos compararnos con otras empresas y países?
- ¿Cómo mejoramos nuestra competitividad?

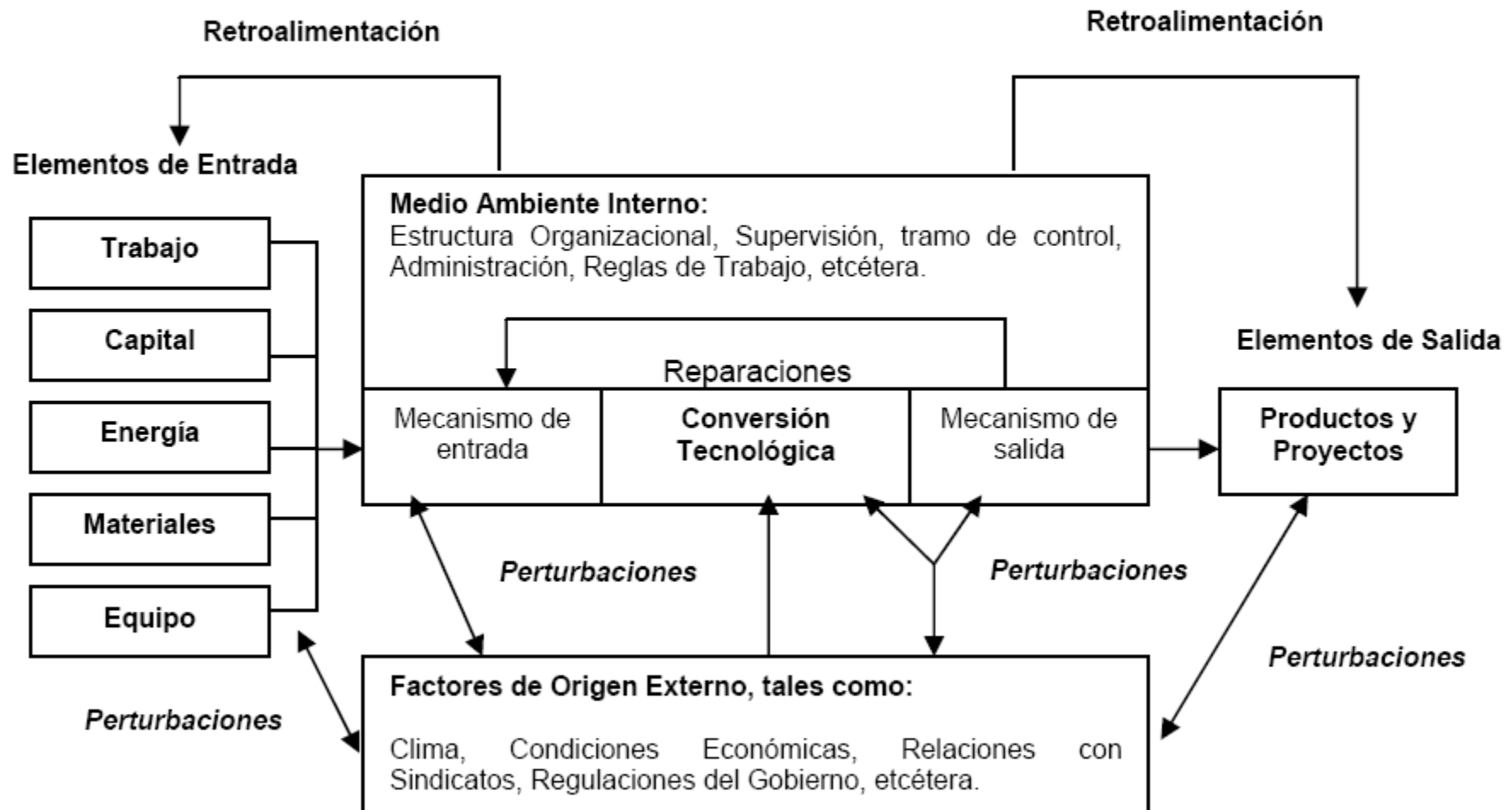


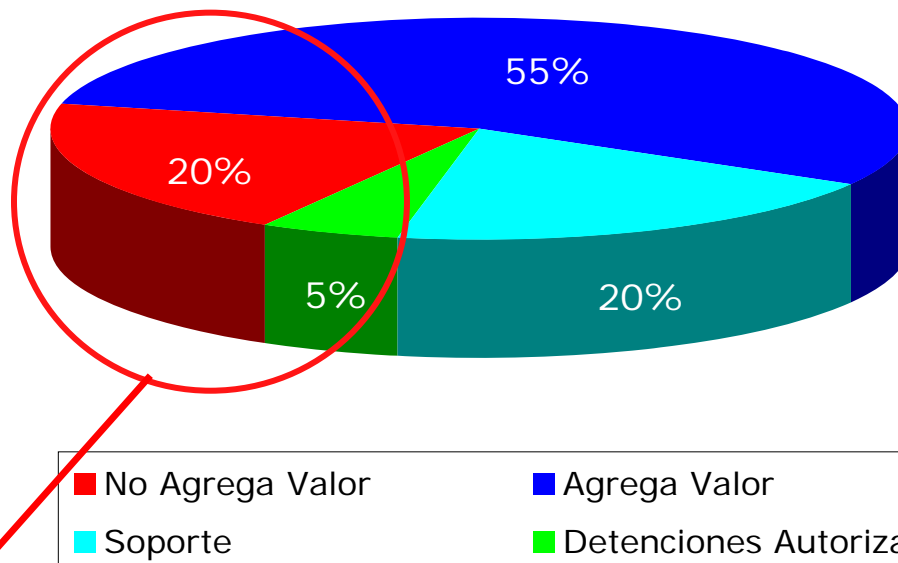
Figura 2. La construcción como un proceso de conversión abierto



## 2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



Niveles de Actividad Construcción - Minería  
2003 - 2010



Fuente Servicio CALIBRE

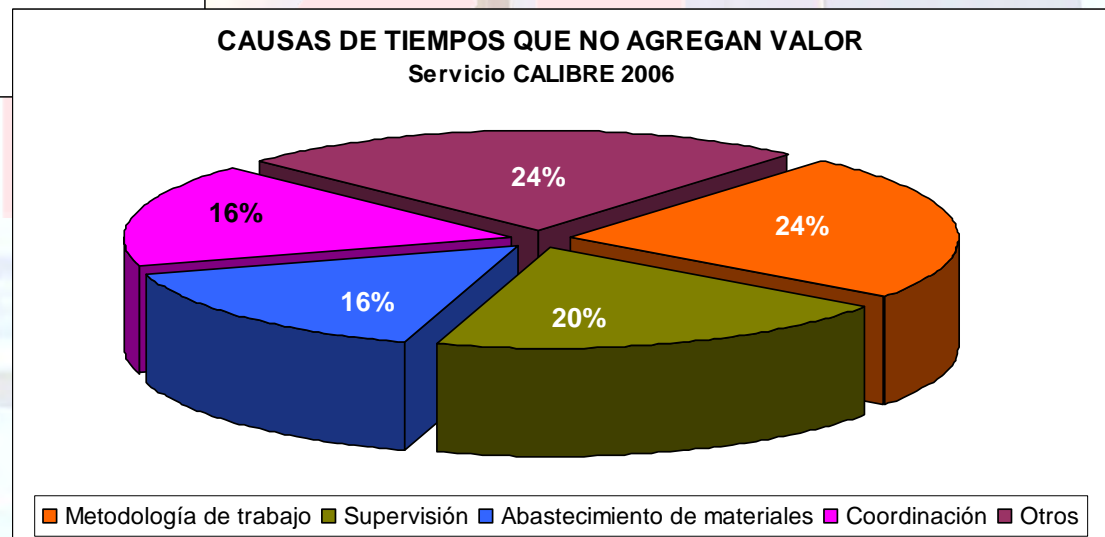
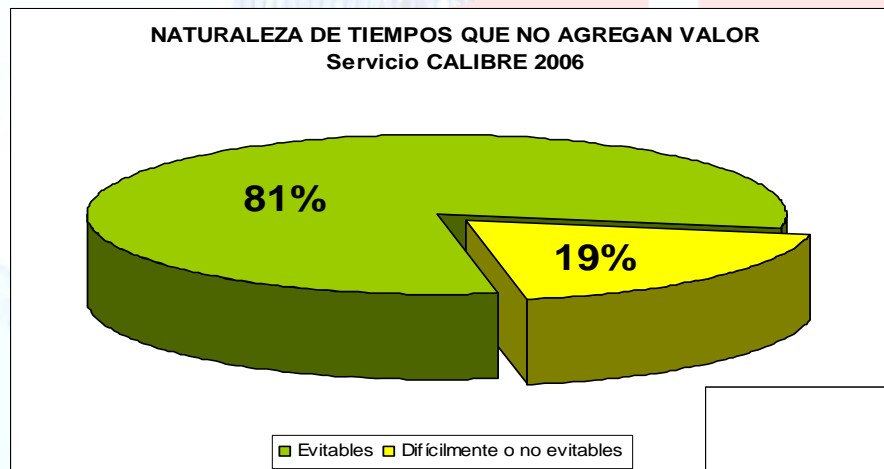
El **20%** del tiempo de recursos humanos y maquinarias en los procesos constructivos se **pierde**.

- + 750.000 HH
- + 160 Proyectos
- + 50 Empresas

## 2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



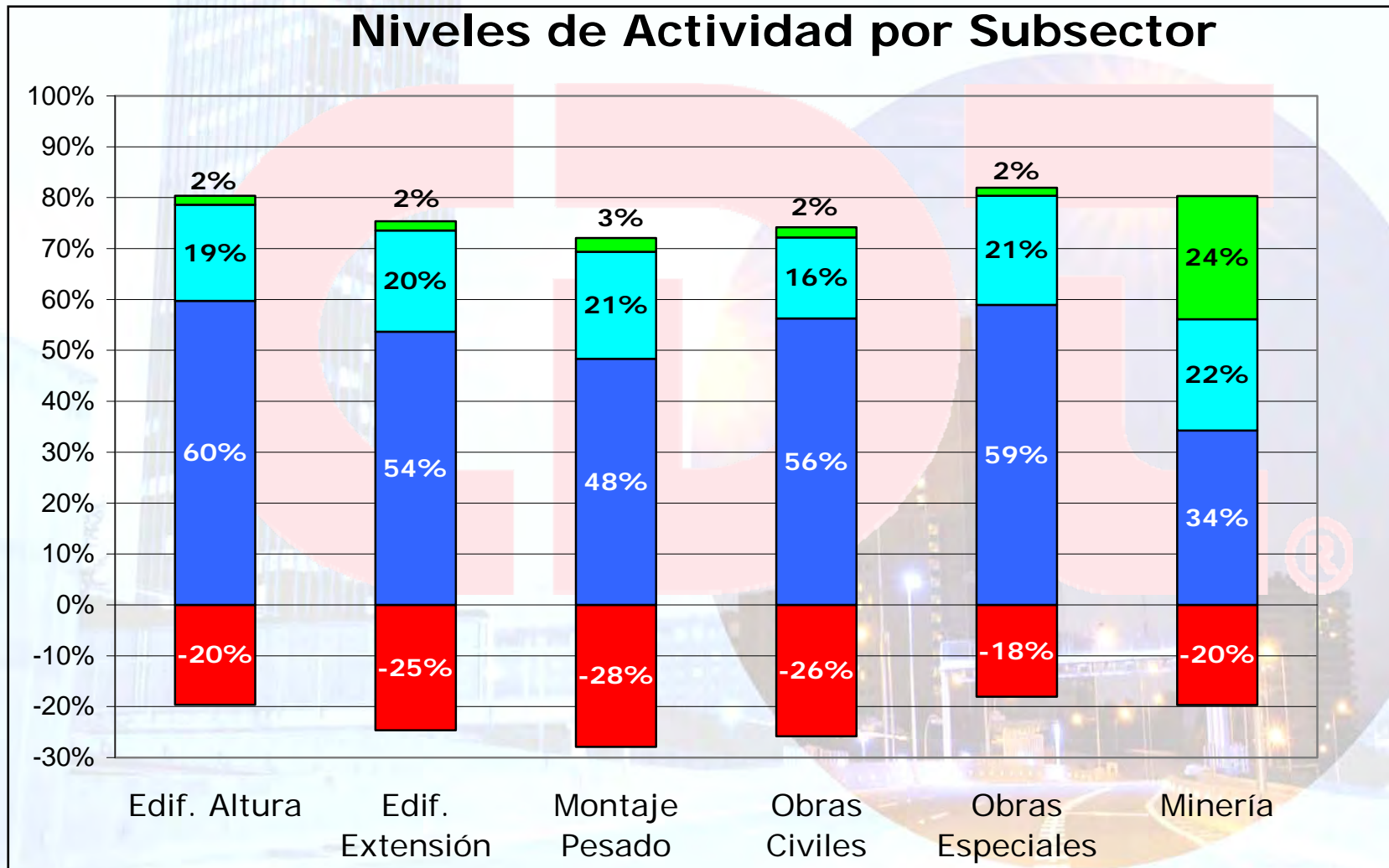
### Causales de Pérdida de Tiempo



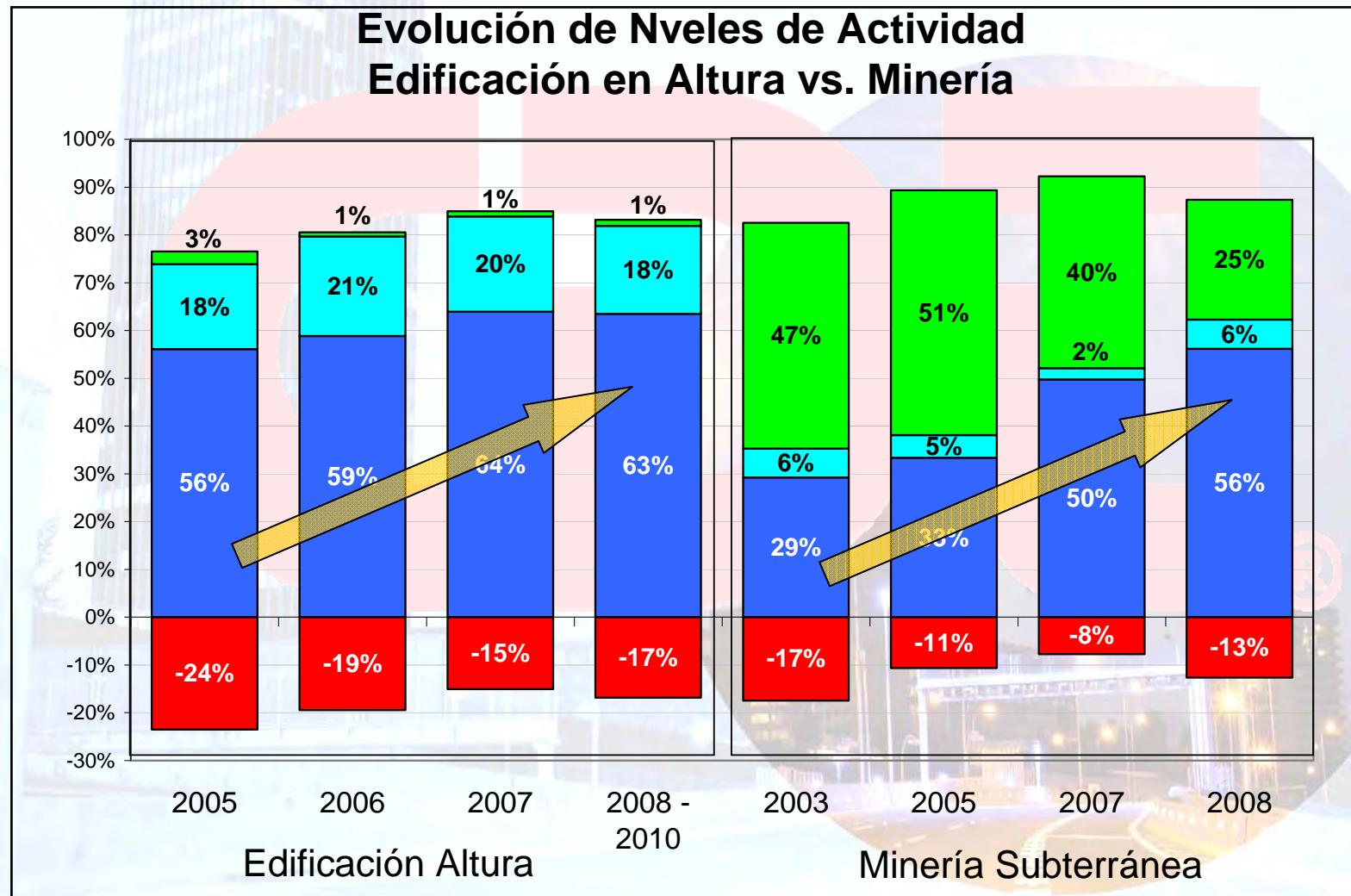
## 2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



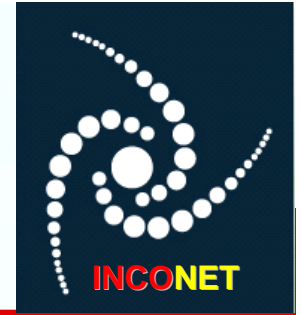
### Niveles de Actividad por Subsector



## 2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



## 2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



### Sabía que...

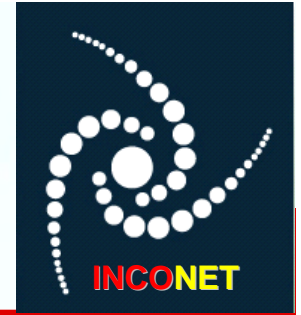
- Puede perderse el 30% de material circulante en una obra por falencias de gestión y control.
- Pueden darse diferencias de más de 40% en los rendimientos de una misma faena dependiendo de la metodología constructiva utilizada.

### 3. DESARROLLO Del SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



- Un commodity ...
- Evolución tecnológica del sector
  - Equipos y maquinaria de última generación
  - Disponibilidad de TICS para control y planificación
  - Limitaciones tecnológicas debido al tamaño del mercado
  - Estándares elevados por parte de los mandantes
  - Debilidades de personal calificado
  - Trabas a la innovación; cláusulas contractuales, distribución de riesgos e incerteza de replicabilidad

### 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



- Mejora en la Productividad: Vía Disminución de Pérdidas → Lean Construction
  - Principios Lean:
    - Control de cuatro variables:
      1. Pérdidas en los procesos o actividades que no agregan valor.
      2. El Valor de las actividades y de los flujos.
      3. Los Tiempos de Ciclo, buscando la optimización de los mismos.
      4. La variabilidad de los procesos, la cual se debe minimizar.

### 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad

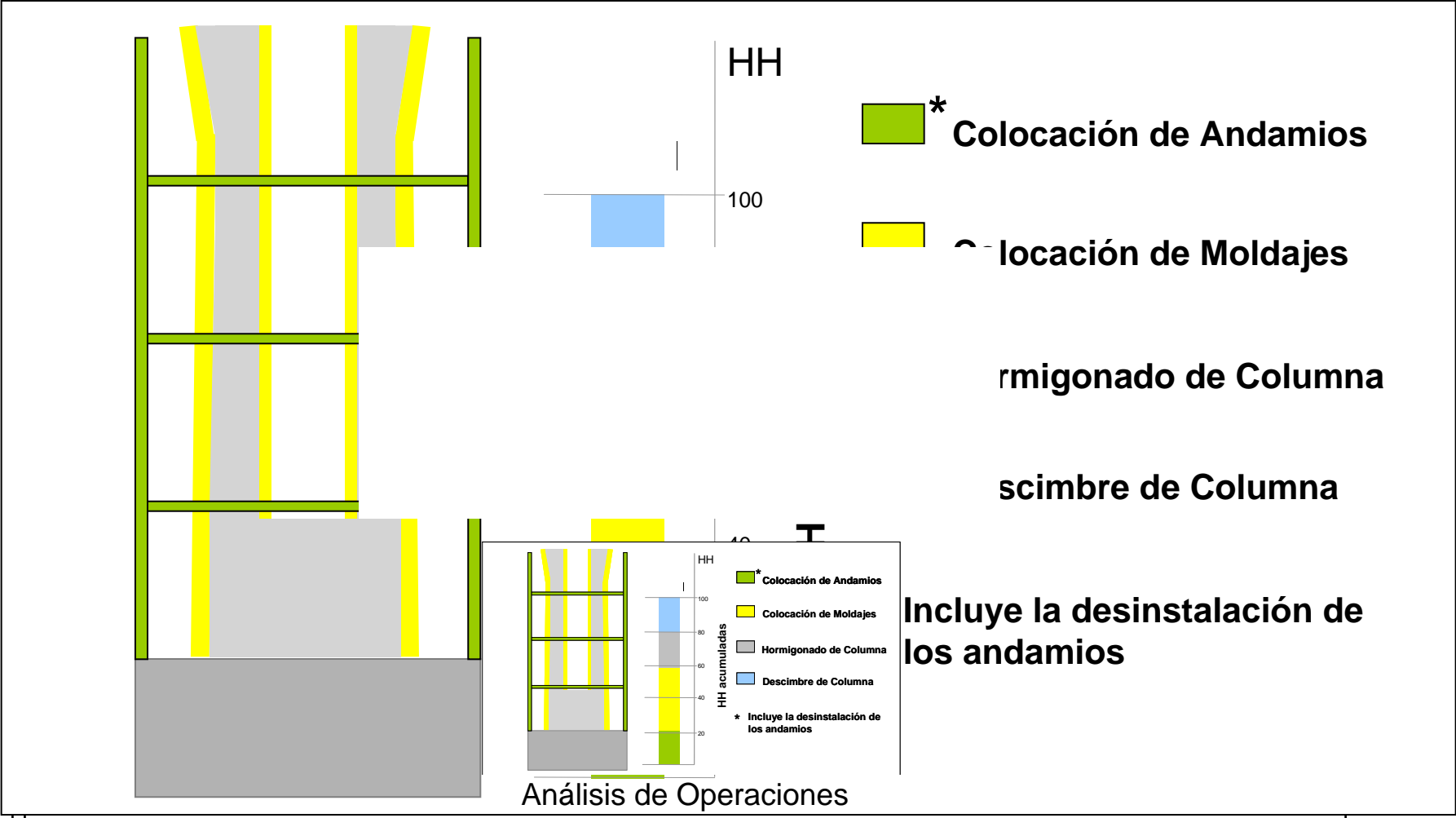


- Herramientas para atacar Variables

Herramientas	Variable de Control Lean
Muestreo del Trabajo Control y Mejoramiento de Procesos	Valor, Pérdidas
Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica	Tiempos de Ciclo Pérdidas
Planificación de Corto Plazo en base a Compromisos	Variabilidad, Pérdidas



# Herramientas de Muestreo del trabajo, Control y Mejoramiento de procesos



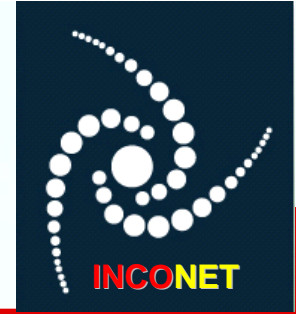
Rendimientos

Niveles de  
Actividad

Benchmarking  
Causas de  
Perdidas  
Buenas Prácticas

Mejoramiento Rentabilidad del Proyecto

### 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



#### Planificación de Corto Plazo en Base a Compromisos

##### El Problema

- Grandes pérdidas de tiempo asociado a falta de materiales e insumos en el frente de trabajo.
- Bajo rendimiento por mala planificación de actividades, y coordinación entre especialidades involucradas.
- Los problemas se iban solucionando a medida de aparecen. No hay anticipación.
- La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
- No se mide el desempeño obtenido.
- No se analizan errores en la planificación ni las causas de ocurrencia.

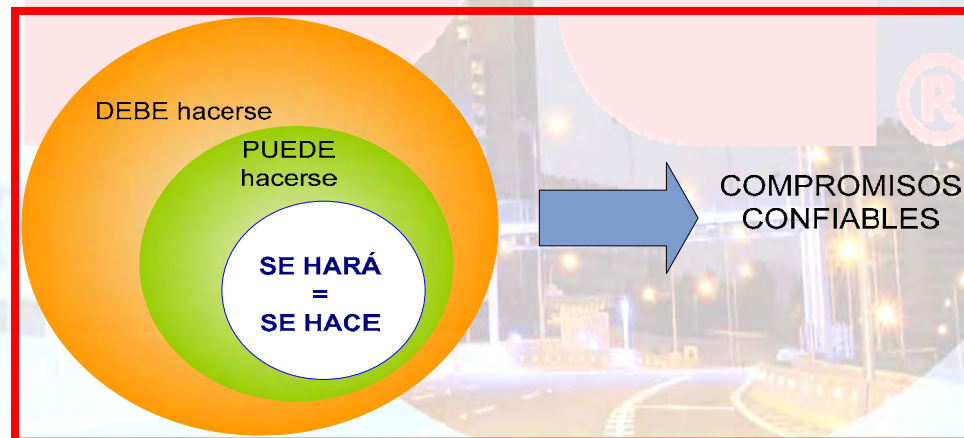
# 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



## Planificación de Corto Plazo en Base a Compromisos

### La Solución

- Aplicación de filosofía Lean.
- Enfoque en la Prevención de Problemas.
- Filosofía *Last Planner*: Enfocarse en actividades que pueden hacerse, analizando sus restricciones y liberándolas con suficiente anticipación.

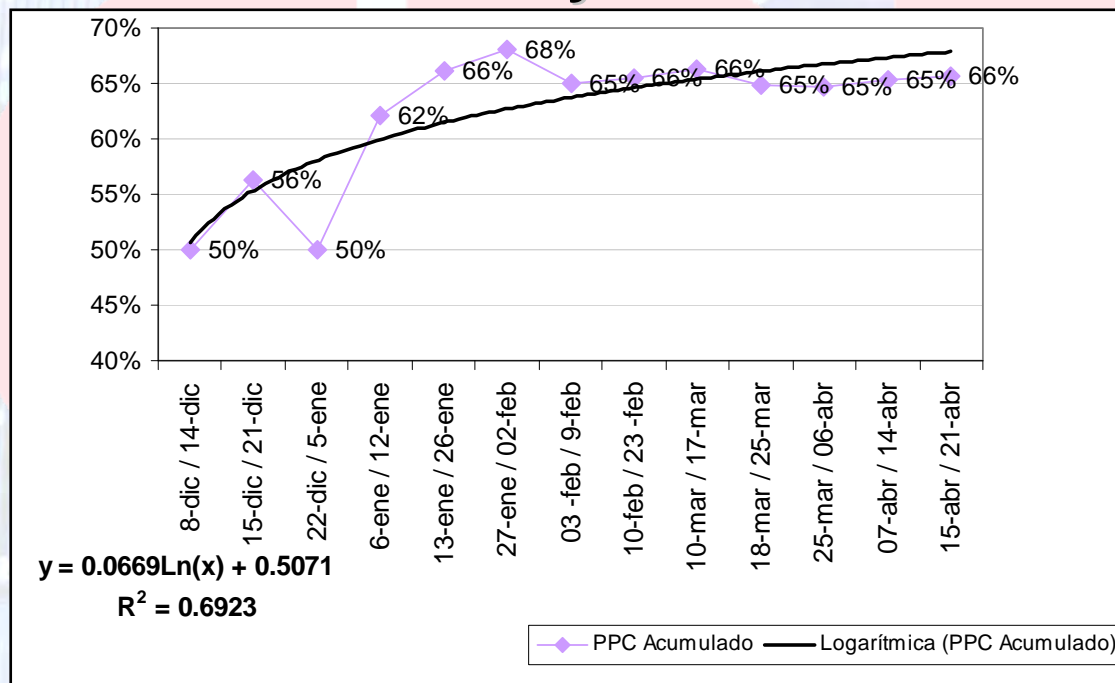


### 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



#### Planificación de Corto Plazo en Base a Compromisos

#### Algunos resultados disminuyendo la variabilidad



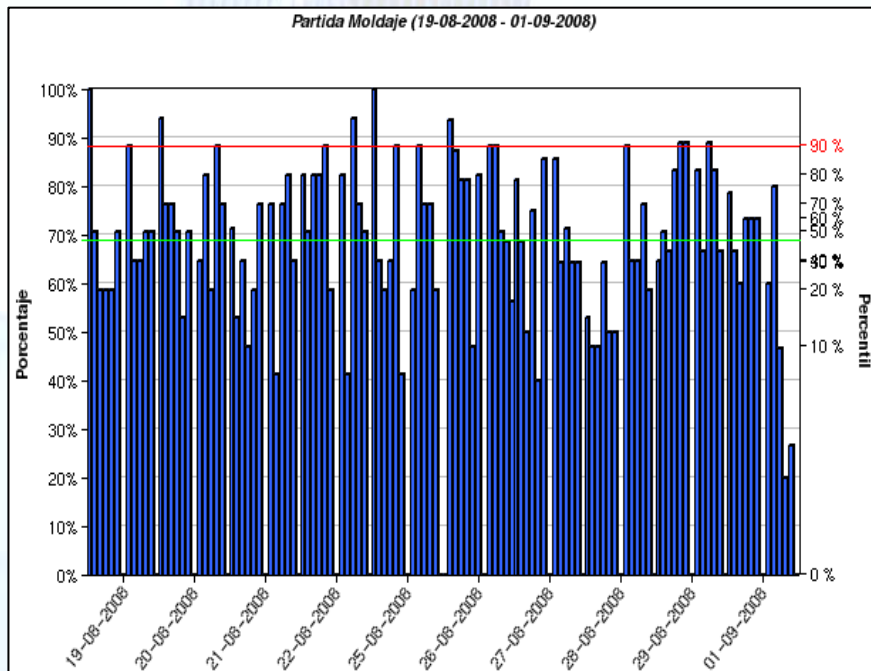
Fuente Servicio CALIBRE

**Aumento del Cumplimiento de actividades planificadas (17%),  
manteniendo el plazo del proyecto, sin inyección adicional de recursos.**

# 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



## Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica

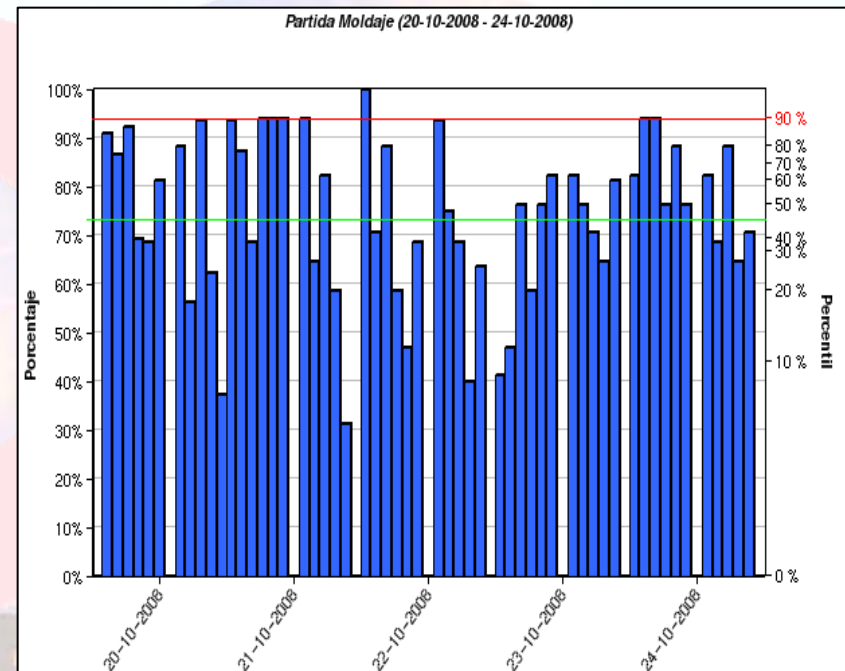


El promedio de utilización de la Partida corresponde a un 69%

Percentil 90 = 88% ocupación de cuadrilla

**18 Trabajadores**

Corporación de Desarrollo Tecnológico



El promedio de utilización promedio de la Partida corresponde a un 73%

Percentil 90 = 94% ocupación de cuadrilla

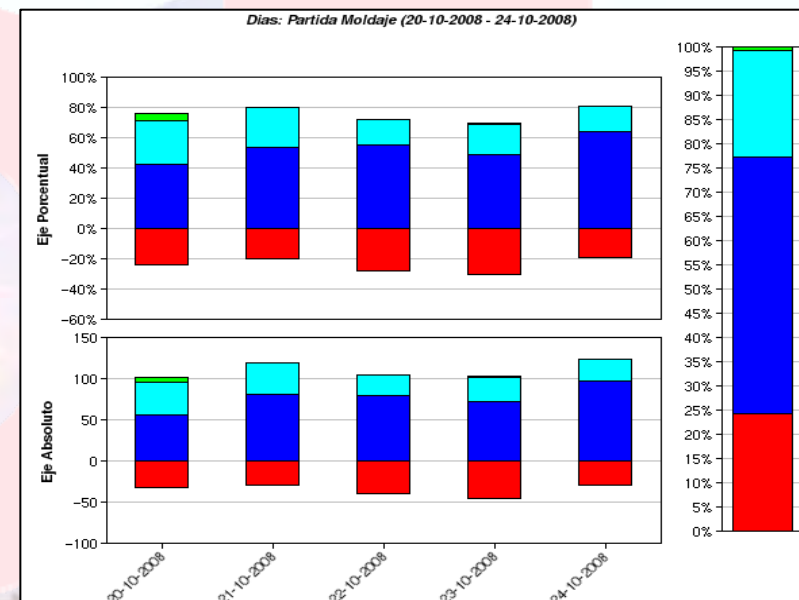
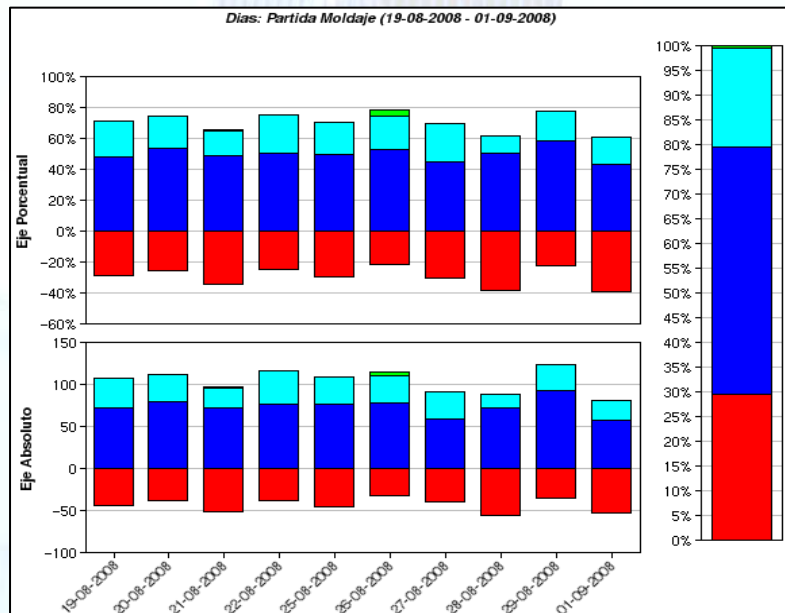
**17 Trabajadores**



# 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



## Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica



### MEC 01 Partida Moldaje

- Agrega Valor 50%
- Soporte 20 %
- Detención Autorizada 1%
- No Agrega Valor 29%

### SEC 01 Partida Moldaje

- Agrega Valor 53%
- Soporte 22%
- Detención Autorizada 1%
- No Agrega Valor 24%

### 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



#### Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica

- Ajuste en un ciclo de hormigonado
- Ajuste de cuadrilla en la partida de moldaje
- Mejorar la actividad y productividad de la partida de moldaje también tiene un efecto positivo en el resto de las partidas

Reducción de trabajadores

Moldaje	Nº Trabajadores
1ra Medición	18
2da Medición	17

Un aumento en promedio del 11% en la productividad

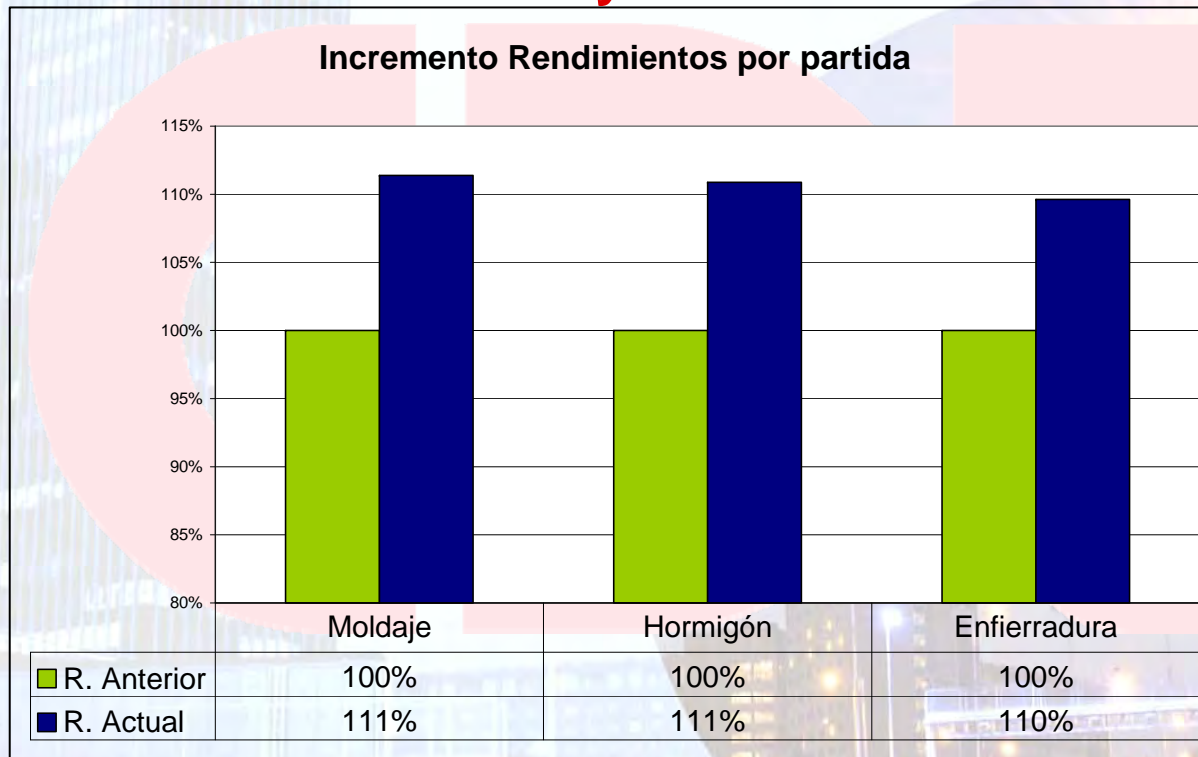
Partidas	Rendimiento Anterior	Rendimiento Posterior	Aumento
Moldaje	2.02	2.25	11.4%
Hormigón	0.46	0.51	10.9%
Enfierradura	29.12	31.92	9.6%



# 3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



## Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica

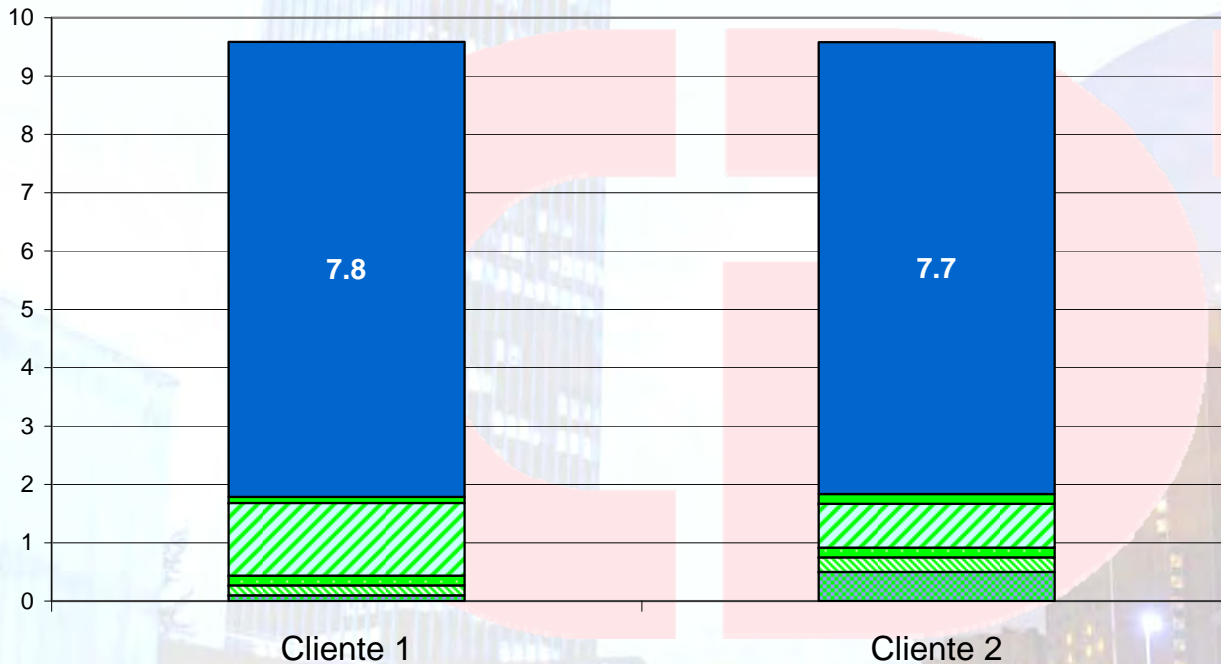


Partidas	Rendimiento Anterior	Rendimiento Posterior	Aumento
Moldaje	2.02	2.25	11.4%
Hormigón	0.46	0.51	10.9%
Enfierradura	29.12	31.92	9.6%



# 4. Productividad de la Mano de la Seguridad: Evaluación del Uso del Tiempo

Conocemos dónde se gastan las HH ?



Efecto en presupuestos

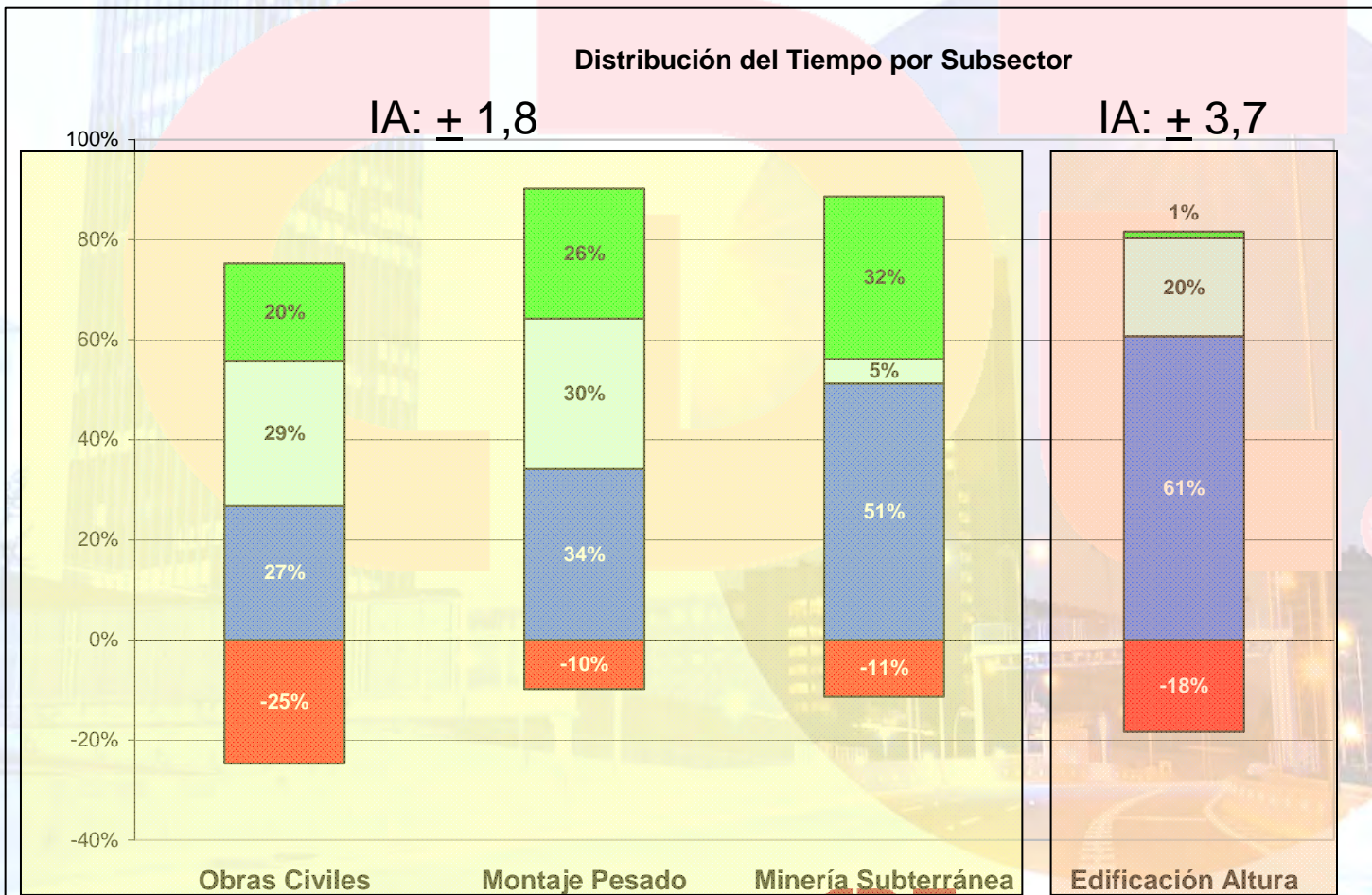
- Aplicación de Factores:  
1.2 y 1.3 x presupuesto

- Charlas integral semanal
- Charlas diaria
- AST
- Permisos Trabajos seguro PTS/ART
- Paralizaciones Incidentes/Accidentes
- Tiempo Efectivo en el frente

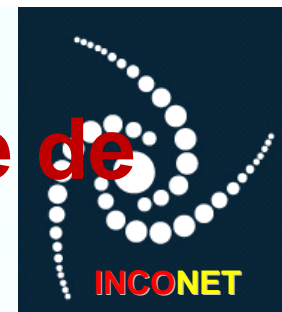
# 4. Productividad de la Mano de la Seguridad: Evaluación del Uso del Tiempo



## Relación Tiempo en PRR vs Índices de Accidentabilidad



## 5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista

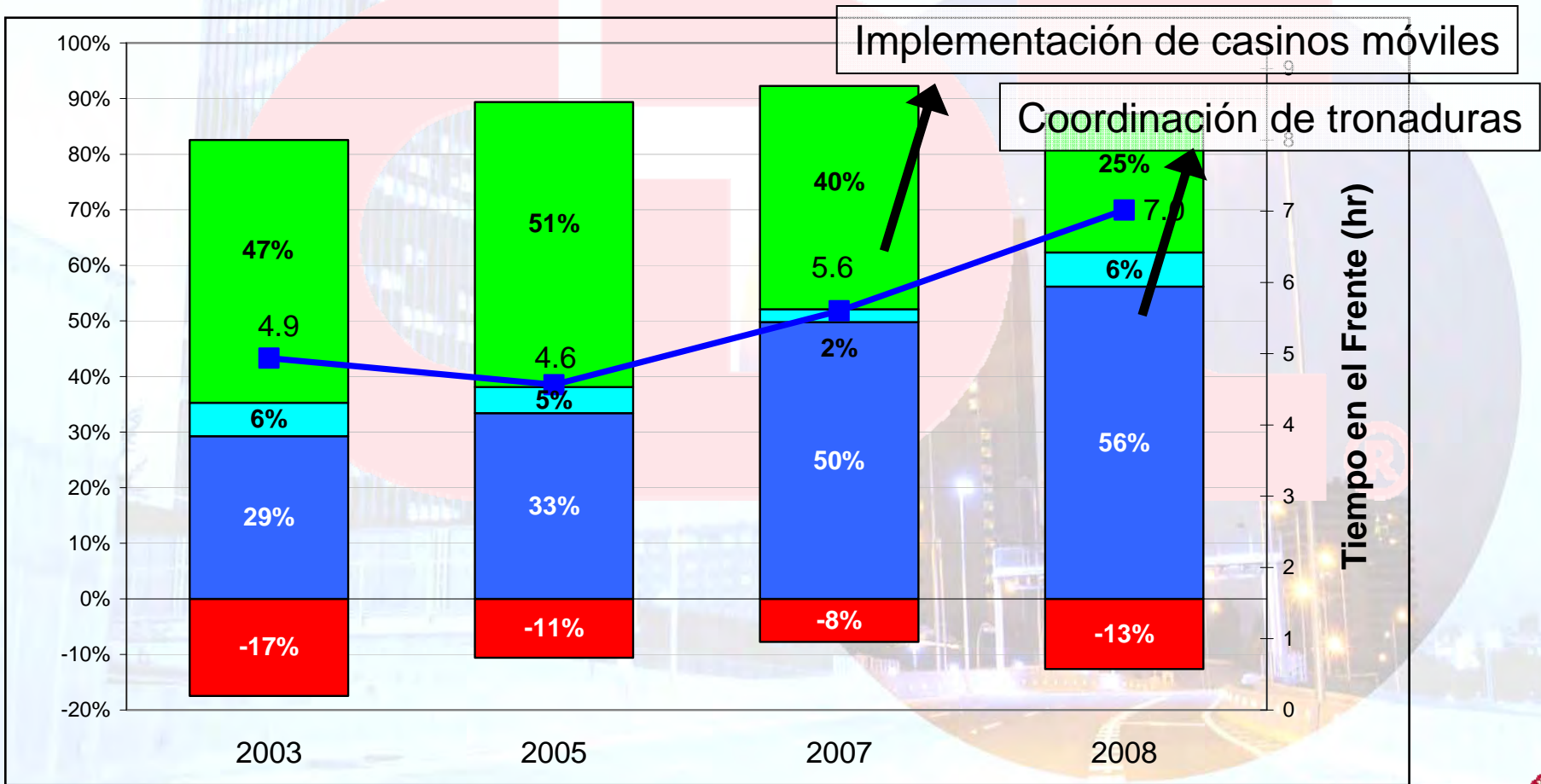


- Factores que inciden en el desempeño
  - Modificaciones del proyecto e indefiniciones
  - Coordinación y Planificación del Abastecimiento de Recursos
  - Oportuna Disposición de ART y PTS
  - Coordinación de actividades dependientes del mandante; ejem, Tronaduras y evacuaciones
  - Uso de detenciones autorizadas para labores de seguridad y planificación.
  - Participación temprana del Contratista y especialidades

# 5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista



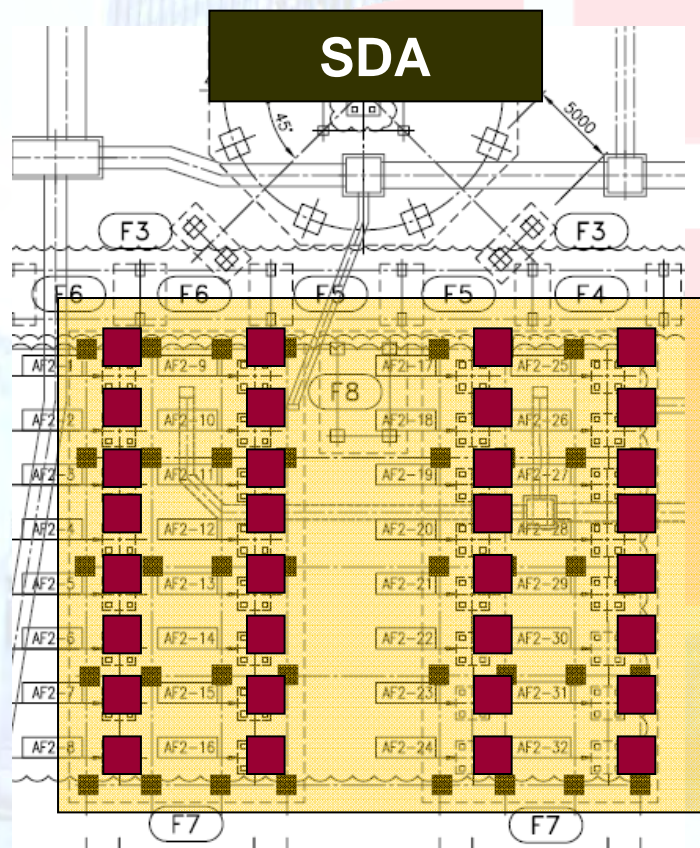
Evolución Niveles de Actividad, Desarrollo Túneles Minería Subterránea



# 5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista



## Problemas Fuera de Alcance Contrato – Central Termoeléctrica



Modificación en las fundaciones:

- Retiro de relleno instalados
- Remoción de Fundaciones
- Nuevas Fundaciones

→ Trabajos Rehechos

→ Problemas de secuencia de actividades (Falta de Cacha)

**Simbología:**

- Fundaciones originales (40 un)
- Relleno existente
- Fundaciones Faltantes (32 un)

# 5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista



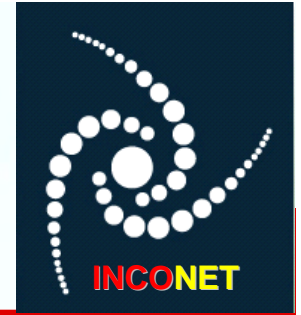
## Problemas Fuera de Alcance Contrato – Central Termoeléctrica



Concepto	Partida	
	Calderería	Estructuras
	Virolas y mantos	Colocación de estructuras
Cambio Ingeniería	177	65
Resto de la jornada	156	100
<b>TOTAL</b>	<b>333</b>	<b>166</b>

**242 HH en uso  
deficiente en 5 días  
de medición**

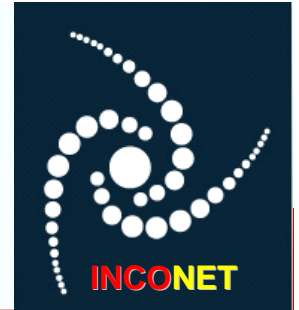
## 6. Desempeño de Contratistas en función al país y el proyecto



- Factores que inciden en el desempeño
  - Factor Legislación del país
  - Factor RRHH (rendimientos y costos)
  - Factor sindicales
  - Factor Cliente
  - Factor Proyecto (número de frentes, logística de transporte interior y exterior mina, etc.)
  - Factor Climático / Geográfico
  - Factor operación (Cuadrilla multitarea, capacitación operador, etc.)



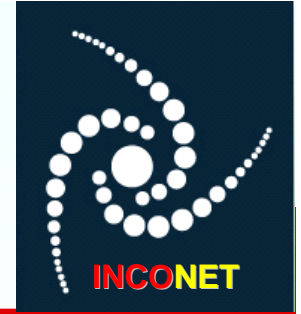
## 6. Desempeño de Contratistas en función al país y el proyecto



- Factores que inciden en el desempeño

FACTORES QUE AFECTAN RENDIMIENTO	Factor (%)	
	Rango Inferior	Rango superior
Seguridad	-5	-40
Altura Geográfica	-5	-20
Mandante	0	-10
Interferencias (Ingeniería, Suministros del Mandante)	0	-40
Accesibilidad	0	-10
Clima	0	-25
<b>Totales</b>	<b>-10</b>	<b>-145</b>

## 6. Desempeño de Contratistas en función al país y el proyecto



- Plazos de Construcción

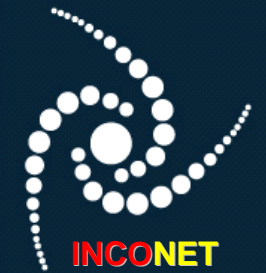
Existe una percepción que en Chile los plazos son cada vez menores y con proyectos incompletos.

- Mall Plaza Norte, 20000 m<sup>2</sup>, 7 meses
- Hospitales de 100.000 m<sup>2</sup> en 3 años
- Colegios de 3.000 m<sup>2</sup> en 6 meses
- Planta de Tratamiento de Aguas La Farfana, record mundial en 20 meses

## MAJOR CONSTRUCTION MILESTONES

PER APPROVED JULY 2006 LOGIC UPDATE

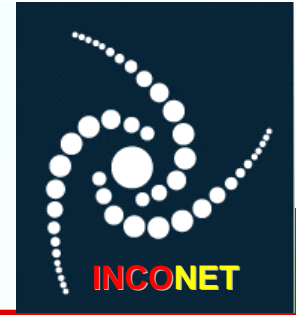
2005		
Start Mass Excavation	Jul 28, 2005	<b>Achieved</b>
Start Foundation Work	Nov 07, 2005	<b>Achieved</b>
2006		
Start Steel Erection	Apr 04, 2006	<b>Achieved</b>
Start Slab on Decks	Jun 20, 2006	<b>Achieved</b>
Top Out Structural Steel	Aug 21, 2006	<b>Achieved</b>
<b>Start Building Rough-Ins</b>	<b>Sep 20, 2006</b>	
<b>Start Precast Erection</b>	<b>Nov 15, 2006</b>	
<b>Complete Slab on Decks</b>	<b>Nov 27, 2006</b>	
2007		
<b>Start Fourth Floor Rough-Ins</b>	<b>Feb 7, 2007</b>	
<b>Start First Floor Finishes</b>	<b>May 9, 2007</b>	
<b>Building Dry-In (Except Hoists)</b>	<b>May 29, 2007</b>	
<b>Start Fourth Floor Finishes</b>	<b>Aug 8, 2007</b>	
<b>Building Permanent Power</b>	<b>Sep 10, 2007</b>	
<b>Equipment Start-Ups &amp; Pretest</b>	<b>Nov 13, 2007</b>	
2008		
<b>Start System Commissioning</b>	<b>Apr 7, 2008</b>	
<b>Complete Seventh Floor Finishes</b>	<b>Apr 8, 2008</b>	
<b>Start Integrated System Testing</b>	<b>Jun 30, 2008</b>	
<b>Target Construction Completion</b>	<b>Aug 18, 2008</b>	
2009		
<b>Required Substantial Completion</b>	<b>Jan 06, 2009</b>	
<b>Hospital in Operation</b>	<b>Mar 26, 2009</b>	



- Se construye con ingeniería 100% detalle
- Plataforma BiM
- Arquitectura funcional
- Costo de mano de obra 4 o más veces superior
- Ultra especializada
- Evaluación y distribución de riesgos adecuada

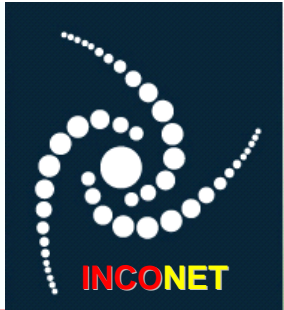


## 7. NUEVOS DESAFIOS PARA MEJORAR NUESTRA PRODUCTIVIDAD



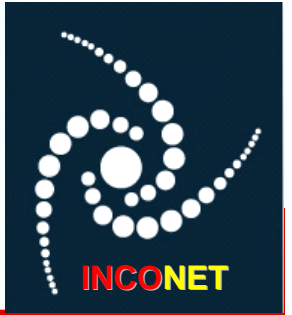
### Implementar un Sistema de Medición de Productividad Regional

- Set de Indicadores Macroeconómicos
- KPI de procesos y rendimientos.
- Recopilación y procesamiento estandarizado
- Benchmarking nacional e internacional
- Programa de Buenas Prácticas



*"... To manage you must measure , if you don't you are only practicing..."*

Jan Leschley - SKB



***“Si algo no se puede medir  
... no se puede controlar  
Si no se puede controlar,  
...no se puede mejorar”***