

Project Cost Benchmarking

Edwin Monzón

emonzon@pucp.pe

25 Febrero 2021



Edwin Monzón

emonzon@pucp.pe

- Ingeniero Civil y Master en Project Management.
- Certificado PMP, SP, RMP y PSP por PMI y AACE.
- Ha laborado en organizaciones como BHP Billiton, Rio Tinto, Bechtel, Hatch, Diavik, Oyu Tolgoi, First Quantum Minerals, Antamina y Hudbay Minerals.
- Profesor en maestrías de Project Management y Construction Management.
- Actualmente es el Project Controls Lead de Rio Tinto Canadá en Diavik Diamond Mine.

- La exposición presenta al cost benchmark como elemento fundamental para medir la predictibilidad y competitividad de proyectos, con el objetivo de mejorar la efectividad del capital de la organización.

1. Benchmarking.
2. Predictibilidad y competitividad.
3. Métricas de costo.
4. Estructura de las métricas.
5. Efectividad del capital.
6. Conclusiones.

1. Benchmarking

1. Benchmarking

**2. Predictibilidad y
competitividad**

3. Métricas de costo

4. Estructuras de las métricas

5. Efectibilidad del capital



- El Benchmarking esta relacionado con el desarrollo de comparaciones.
- Esto se realiza usualmente a través de comparaciones directas de proyectos análogos.
- Cuando se tienen proyectos idénticos, el benchmarking es bastante simple. Sin embargo, cuando los proyectos varían entonces la comparación se vuelve mas difícil.
- Afortunadamente existen técnicas estadísticas que ayudan frente a este problema. La técnica que se emplea mayormente es el **Análisis de regresión**.

- El Análisis de regresión es un método estadístico que se utiliza para cuantificar la relación entre una o más variables, y un resultado esperado.
- La relación es expresada por la ecuación algebraica:
- $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + u$

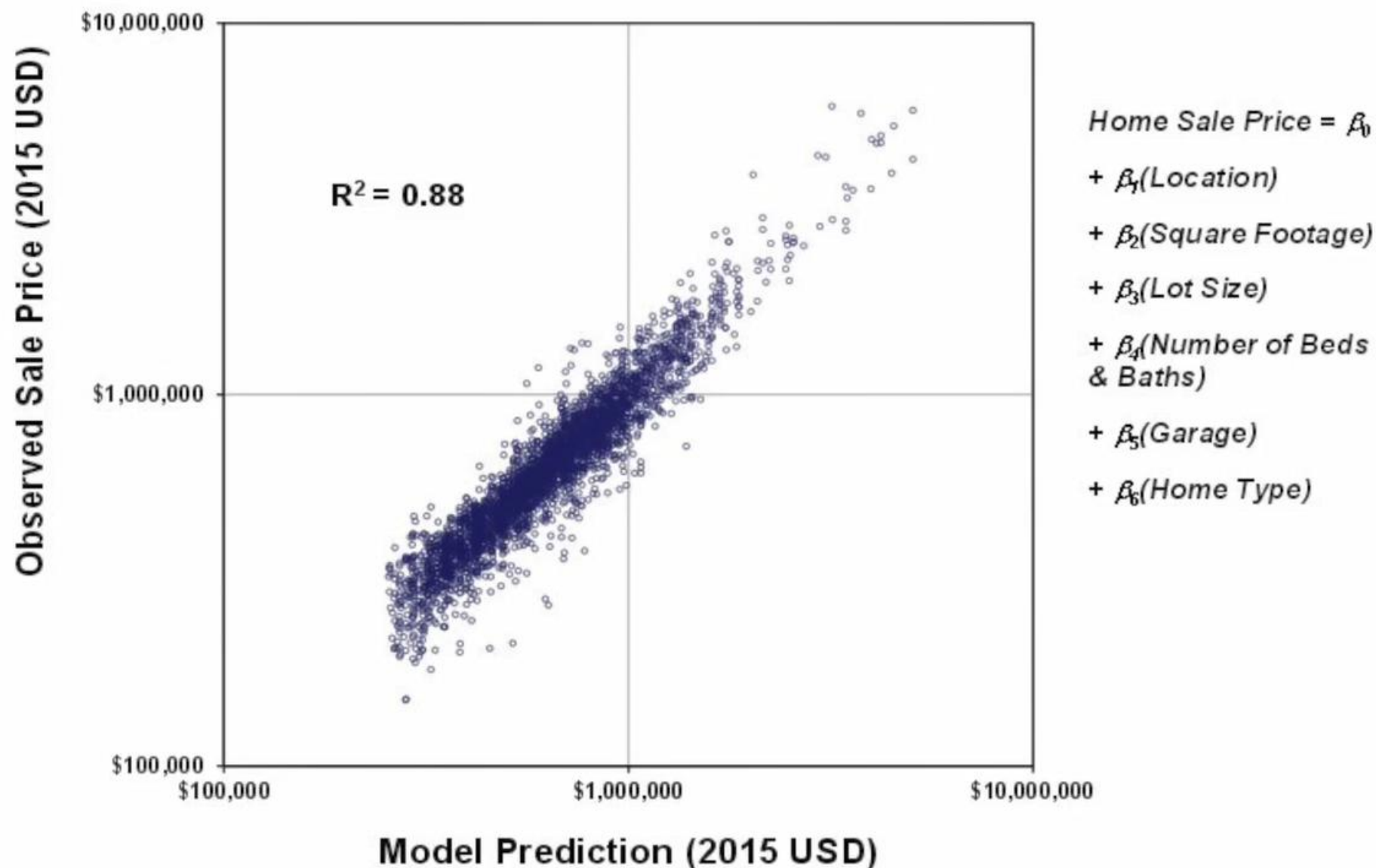
La relación entre cada variable independiente (X_n) y la variable dependiente (Y) es cuantificada por los coeficientes (β_n).

- El análisis de regresión calcula los coeficientes (β_n) que minimiza el error (u) dentro del modelo.

Ejemplo de análisis de regresión: Precio de casa

- Los precios de casas difieren drásticamente en función de un número importante de características.
 - Por ejemplo: ubicación, tamaño, número de cuartos y baños, etc.
- Un número de características clave delimita el precio de la casa. Así que encontrar una lista de casos que cuadren perfectamente con nuestras características puede ser difícil.
- Como solución, podemos utilizar el análisis de regresión para estimar el costo de una casa en base a los factores que manejan sus precios.
 - Precio de casa = $\beta_0 + \beta_1$ (ubicación) + β_2 (área construida) + β_3 (área total del terreno) + β_4 (número de camas/baños) + β_5 (garage) + u

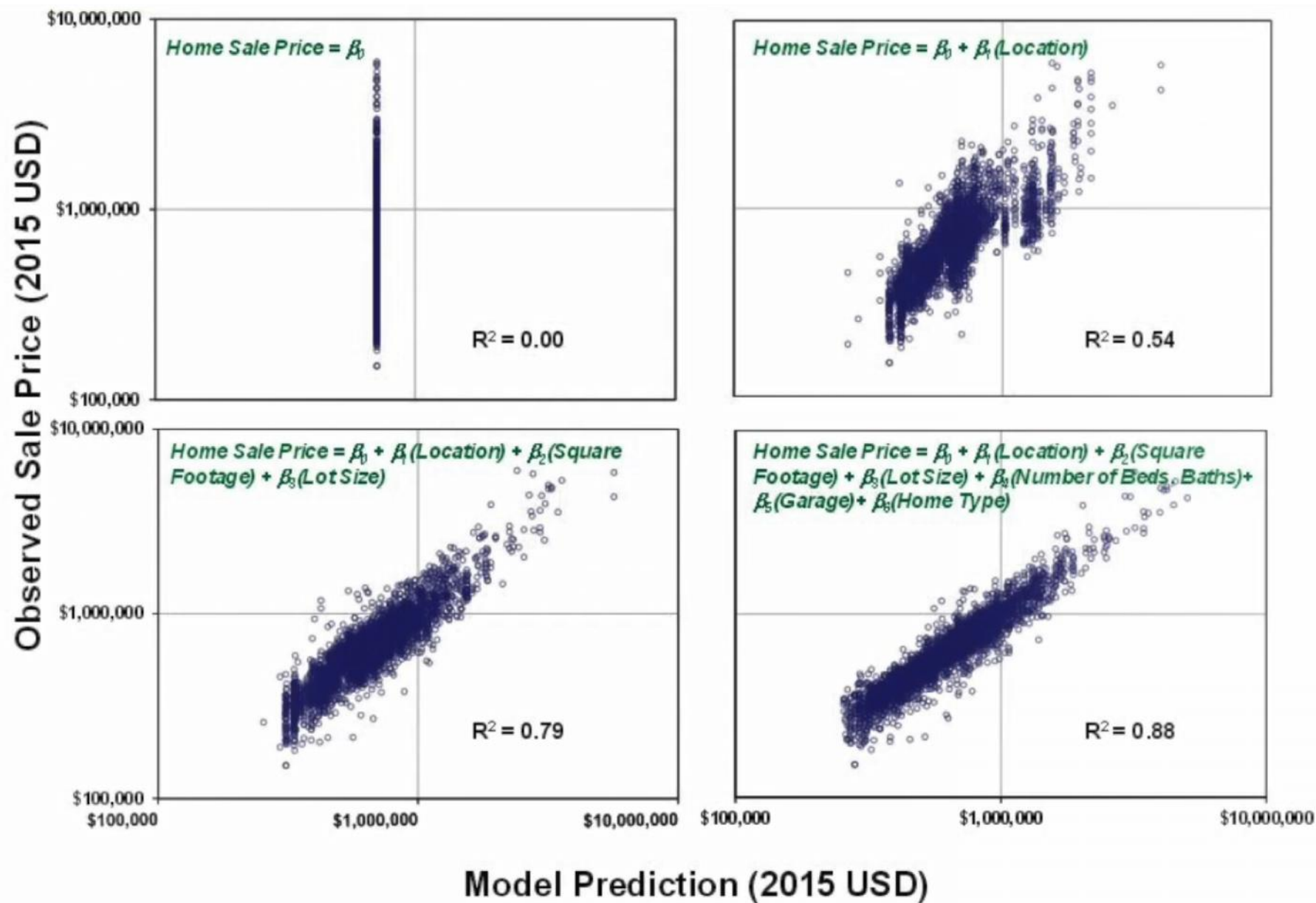
Ejemplo de análisis de regresión: Precio de casa



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

- Podemos observar en el gráfico que el modelo realiza un buen trabajo al explicar el precio de la casa.
 - Note que R^2 refleja la varianza de la variable dependiente: precio de casa.
 - R^2 es expresado como porcentaje. En este caso obtenemos un 88% de varianza en el precio de la casa.
- Note que si solo tuviéramos que controlar una sola variable, o si tomáramos el promedio de los resultados, entonces nuestro modelo estaría limitado en su capacidad para estimar el precio.

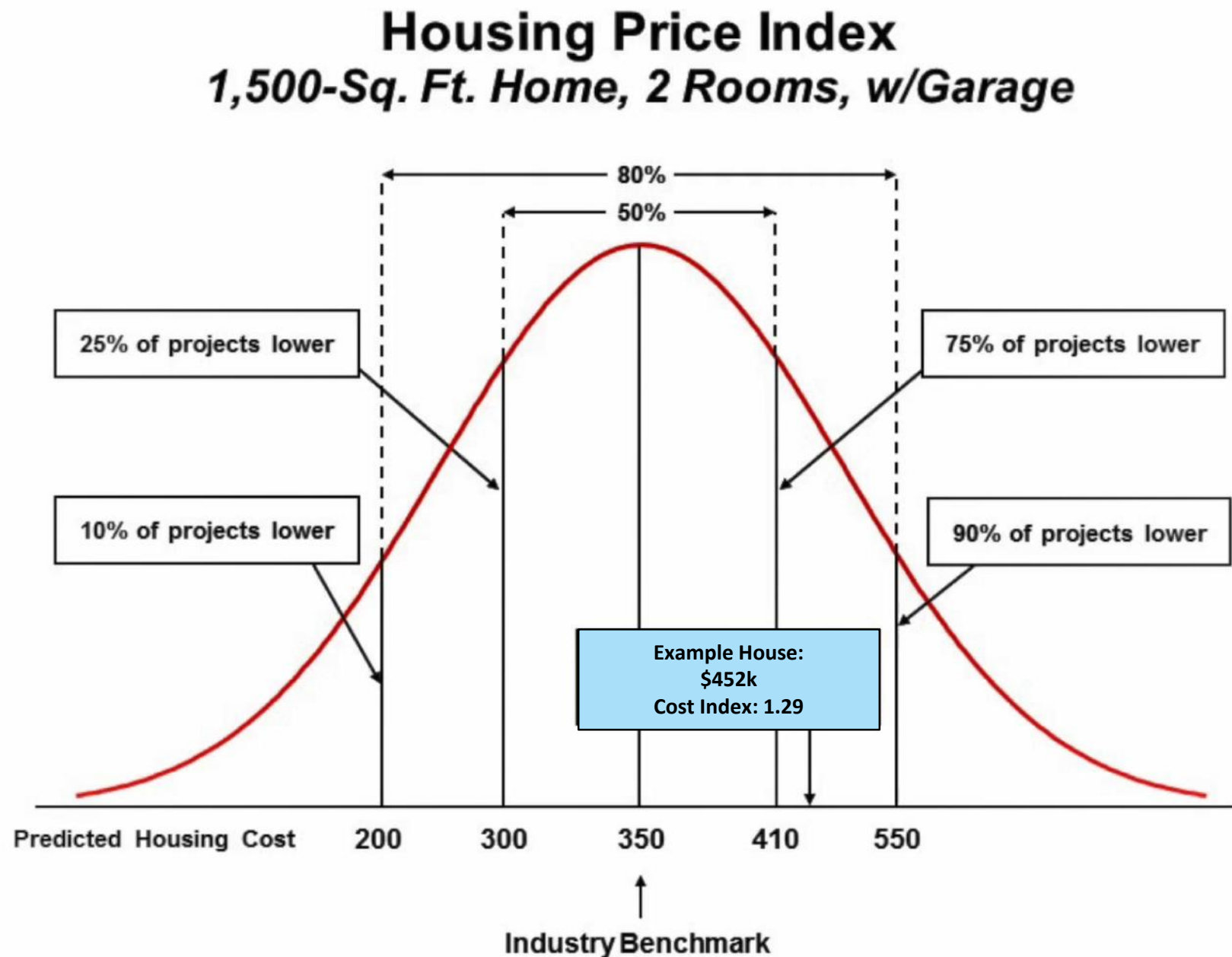
Ejemplo de análisis de regresión multivariable: Precio de casa



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

- La regresión provee la predicción mas probable, pero también provee un rango.
- Un modelo de regresión completo nos permite aprovechar la data histórica para establecer una predicción más probable (benchmark).
- En el ejemplo, conectamos los parámetros (ubicación, área, etc) con la ecuación del modelo para calcular el precio promedio.
- En adición a la predicción promedio, estamos igualmente interesados en la distribución alrededor de la media.
- Las buenas prácticas recomiendan mostrar la distribución de probabilidad alrededor de la predicción (benchmark) para recalcar la posición relativa de un proyecto con respecto a la predicción.

Benchmark y rango



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

- Cuando se utiliza un modelo de regresión para estimar un resultado, las principales variables deben ser identificadas y probadas.
- Al igual que el ejemplo del precio de la casa, los modelos de proyectos deben considerar las principales variables para los costos y plazos de proyectos.
- Los supuestos deben ser revisados por expertos técnicos de la industria. Asimismo es necesario una revisión rigurosa para validar el componente estadístico.

2. Predictibilidad y competitividad

1. Benchmarking

**2. Predictibilidad y
competitividad**

3. Métricas de costo

4. Estructuras de las métricas

5. Efectibilidad del capital



Tipos de métricas de proyectos

- Existen métricas que miden la “**predictibilidad**” del proyecto.
 - La performance del proyecto es comparada con el estimado desarrollado durante la autorización del mismo.
 - ¿Qué tan bien el equipo satisface sus propias expectativas?
- Otras métricas miden la “**competitividad**” del proyecto.
 - La performance del proyecto es comparada con un benchmark de la industria.
 - ¿Qué tan bien el equipo se desempeña con relación al resto de la industria?

Ejemplo: Proyecto de expansión de planta

- **Historia del proyecto.**
 - Proyecto de expansión de planta de procesamiento de minerales.
 - Objetivo: Incrementar la capacidad de producción de la planta.
 - Ejecutado en USA.
 - Autorizado a inicios del 2013 y culminado a fines del 2015.
- **Información clave.**
 - Estimate Cost: \$37M USD
 - Actual Cost: \$45M USD
- Es este un buen proyecto?

¿Fue el proyecto predecible?

- **Información clave.**
 - Estimate Cost: \$37M USD en el 2013.
 - Actual Cost: \$45M USD en el 2015.
- El costo fue estimado en el 2013 pero gastado entre el 2013 y el 2015.
- Los costos del proyecto son convertidos a una misma moneda y ajustados a un mismo punto de referencia y tiempo. Esto es necesario para realizar una comparación valida del costo final del proyecto con el estimado.

- Con el objetivo de garantizar que un proyecto compare “manzanas con manzanas” entre el Estimate Cost y el Actual Cost, debemos revisar y ajustar:

Revisión	Descripción
Costo	• Diferencias de ubicación. Principalmente diferencias en salarios y productividades. • Escalamiento. Conversión del estimado y costos reales a dólares actuales. • Costos externos fuera del control del equipo (huracanes, delizamientos).
Cronograma	• Atrasos causados por factores externos fuera del control del equipo (climas extremos, huelgas).
Desempeño operacional	• Perdidas no técnicas. • Falta de operatibilidad causada por factores externos (huracanes, huelgas)

Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

¿Fue el proyecto predecible?

- **Información clave.**
 - Estimate Cost: \$37M USD en el 2013.
 - Actual Cost: \$45M USD en el 2015.

Cost in millions of USD	Final Cost 2015	Final Cost De-escalated to Estimate date 2013	Authorization Estimate 2013
Office	12	11	10
Materials	16	15	14
Field Labor	17	15	13
Total	45	41	37

¿Fue el proyecto predecible?

- **Información clave.**
 - Estimate Cost: \$37M USD en el 2013.
 - Normalized Final Cost: \$41M USD en el 2013.
- Cost growth = (Final normalized cost – Estimated cost)/Estimated cost
- Cost growth = $(41-37)/37 = 11\%$

¿Fue el proyecto predecible?

- **Predictibilidad**
 - 11% más que el estimado del equipo desarrollado durante la autorización.
 - Este no es un resultado deseable.
- **Competitividad**
 - ¿Qué tan bien el equipo se desempeña con relación al resto de la industria?

¿Fue el proyecto competitivo?

- **Información clave.**
 - Final Cost: \$45M USD en el 2015.
 - Proyecto de expansión de planta de procesamiento de minerales.
 - Objetivo: Incrementar la capacidad de producción de la planta.
- El Proyecto pagó más o menos de lo que la industria paga?
- Para realizar esta comparación, es necesario contar con un benchmark o costo promedio de la industria.

- El benchmark de la industria esta basado en modelos estadísticos.
- Los modelos son basados en desempeño histórico de proyectos pasados.
- Se genera una predicción promedio de la industria para proyectos con similares características.
- Se provee un rango estadístico alrededor del promedio de la industria.
- Todo esto se desarrolla utilizando regresión multivariable.

¿Fue el proyecto competitivo?

- **Información clave.**
 - Final Cost: \$45M USD en el 2015.
 - Benchmark de la industria: \$49M USD en el 2015.
 - Cost index = $45/49 = 0.92$
- El costo final fue 8% menor que la industria.
- El ratio de costo final relativo con el benchmark es llamado “cost index”.

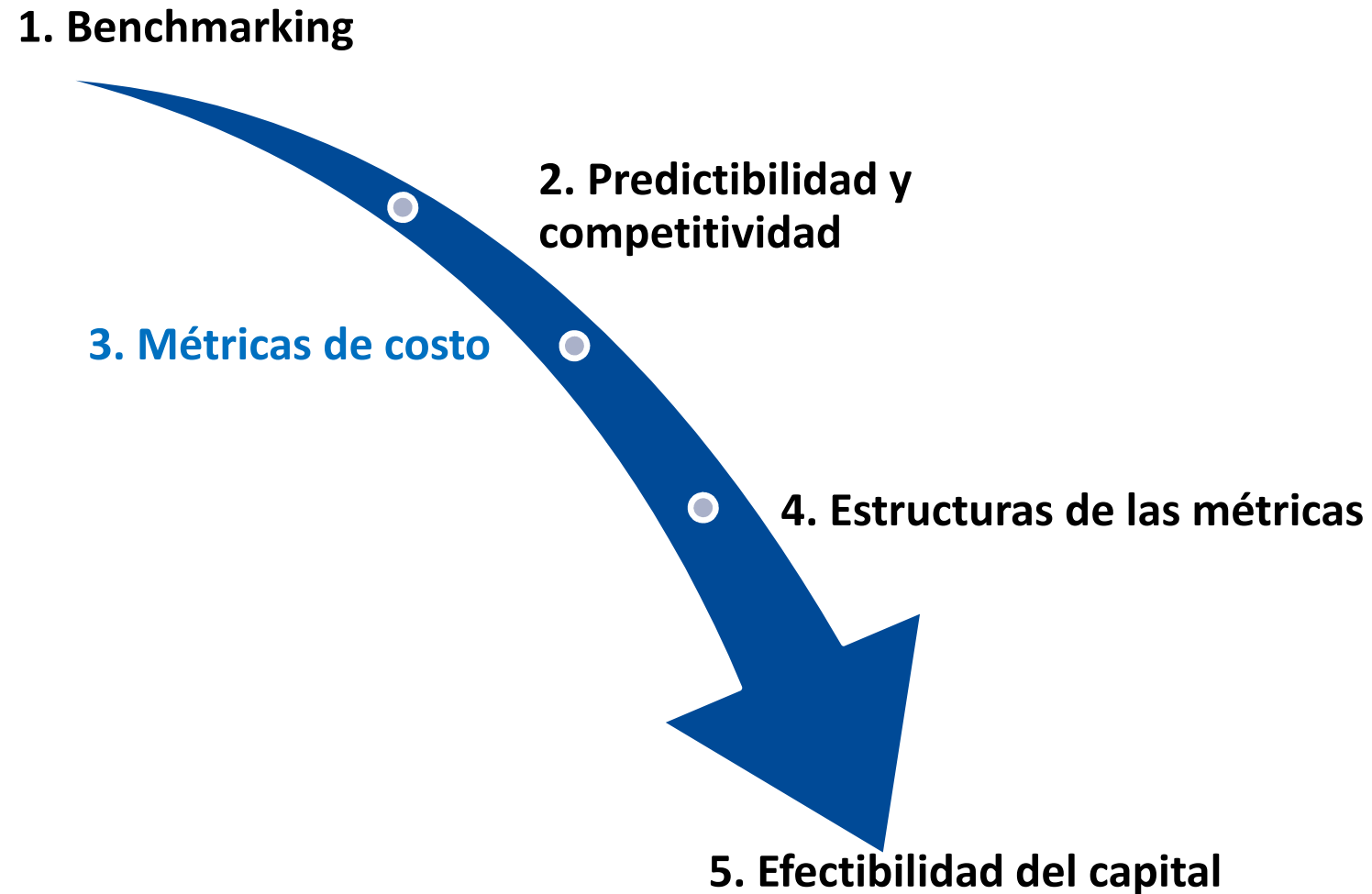
¿Fue este un buen proyecto?

- **Predictibilidad**
 - 11% más que el estimado del equipo desarrollado durante la autorización.
 - Este es un resultado no deseado.
- **Competitividad**
 - El Proyecto gastó 8% menos que la industria.
 - Es un resultado bastante deseado.

- Hemos conversado acerca de 2 tipos de métricas: predictibilidad y competitividad.
- Predictibilidad.
 - Es el desempeño del proyecto comparado con el estimado del equipo desarrollado durante la autorización.
 - Expresado en porcentaje.
 - Ejemplos: Cost Growth y Schedule Slip.
- Competitividad.
 - Es el desempeño del proyecto comparado con el benchmark de la industria.
 - Expresado como ratio.
 - Ejemplos: Cost Competitiveness (Cost Index), Schedule Competitiveness (Schedule Index) y Operability Index.

3. Métricas de costo





Métricas de costo

Métrica	Uso
Summary Cost Metrics	• Para evaluaciones de costos resumen de alto nivel. • Ratios de costo desarrollados utilizando categorías resumen de costos.
Detailed and Unit Cost Metrics	• Para estimaciones basadas en cantidades y evaluaciones de cuentas por disciplinas. • Lista extensa de métricas.
Predictability Cost Metrics	• Para evaluaciones de incremento de costo en ambos niveles del proyecto y sistemas. • Las base de datos es comprable con la de Summary Cost Metrics
Regional Cost Metrics	• Cuantificación de diferencias regionales en costos de proyectos utilizando las métricas detalladas basadas en cantidades a través del enfoque bottom-up.

Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Cost Accounts

Office Costs



- Detailed Engineering*
- Project Management*

Total Office Cost (TOC)

Field Costs



- Construction Management
- Construction Labor
- Other Construction-Related

Total Field Labor (TFL)

- Equipment
- Bulk Materials

Total Field Material (TFM)

Total Field Cost (TFC)

Total Project Cost = Total Office Costs + Total Field Costs**

*These differ from the *Summary Cost Metrics Report* because they include expenditures during FEL

**Startup and special costs are not included in Total Project Cost

Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Características de proyectos en métricas

Characteristics	Criteria Categories
Project Size (2019 \$MM)	≤1, >1 to 5, >5 to 25, >25 to 50, >50 to 100, >100 to 250, >250 to 500, >500 to 1,000, or >1,000
World Location	United States, Europe/Canada/Australia, or Other
Percentage New Technology	None, >0 to ≤100%
Project Type	Greenfield, Add-on, Expansion, Colocated, or Revamp
Process Type	By Major IPA Process Code Groups
FEL Index at Authorization	By FEL Index Rating
Contract Type	By Owner Performed, Fixed Price, Reimbursable
Percent of VIPs Used	0; 0 to 20%; 20 to 40%; 40 to 60%; >60%
Plant Managed	Project Managed by Plant: Yes or No
Cost/Piece of Equipment (2019 \$MM)	≤0.02, >0.02 to 0.1, >0.1 to 0.25, >0.25 to 0.5, or >0.5 MM
U.S. Location	Texas, Louisiana, Northeast, South & Southeast, South Central, Midwest, Mountain and Southwest, or West Coast and Alaska
Global Region	Europe, Australia, Canada, South America, Asia (excluding Middle East), Africa, Middle East
Construction Completion Year	3-Year Moving Average, 2010 to Present
Is Equipment Included?	Project Does or Does Not Include Equipment

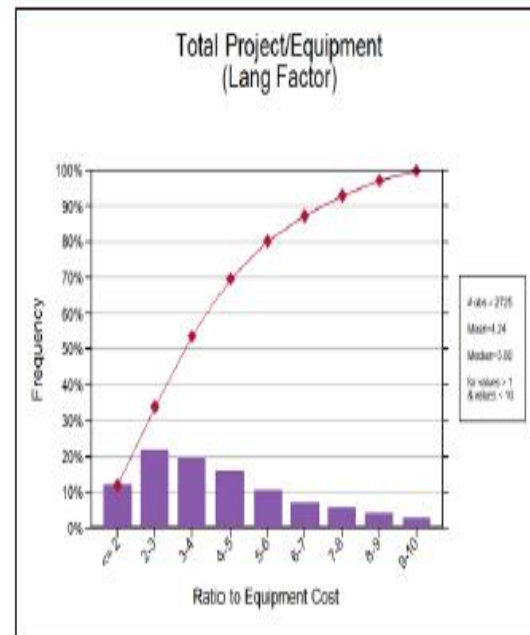
Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Formatos de Métricas

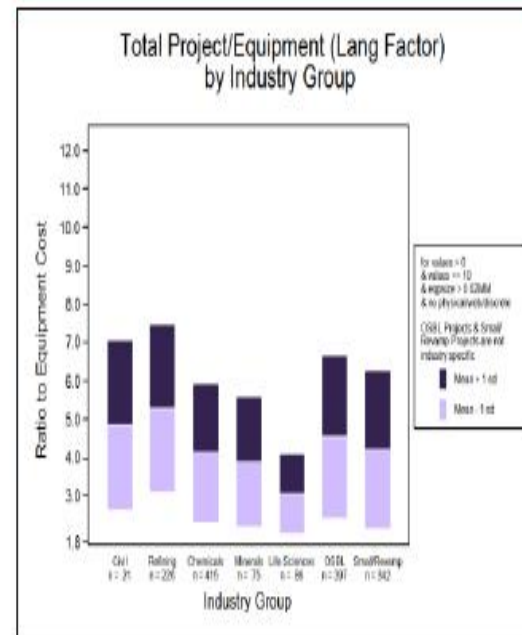
Tables

METRIC:	TOTAL PROJECT \$ / TOTAL EQUIPMENT \$							
Accounts:	Total Project Costs = all project costs excluding special and start-up costs Total Equipment Costs = all engineered equipment costs including electrical and							
Project Characteristics	Number Records	Average Value	Median (50%) Value	Standard Deviation	10 Percent			
			% of avg	Value % of avg	Value % of avg			
Overall:								
Total in dataset	3266	9.906	4.362	44%	37.526	379%	1.994	-80%
This report period	268	4.238	3.891	92%	2.064	49%	1.955	-54%
for values >0 and <=10	2725	4.242	3.804	90%	2.069	49%	1.910	-53%
Size (2017\$MM): (Criteria >0&<=10, no dry process, >.02&<0.5\$MM per eqmt piece)								
This dataset	1316	4.547	4.193	92%	2.069	40%	2.049	-55%
<= 1	303	3.697	3.337	90%	1.884	51%	1.622	-56%
>1 to <=5	468	4.582	4.051	88%	2.149	47%	2.043	-55%
>5 to <=25	297	4.793	4.513	94%	1.991	42%	2.404	-50%
>25 to <=50	86	5.291	4.752	90%	1.996	38%	3.060	-42%
>50 to <=100	66	5.113	4.622	90%	1.675	33%	3.314	-35%
>100 to <=250	63	5.335	5.035	94%	1.945	36%	3.001	-44%
>250 to <=500	15	4.986	4.057	81%	2.375	48%	2.500	-50%
>500 to <=1000	9	5.407	5.548	103%	1.718	32%	2.545	-53%
>1000	9	4.847	5.078	103%	1.295	27%	2.789	-42%

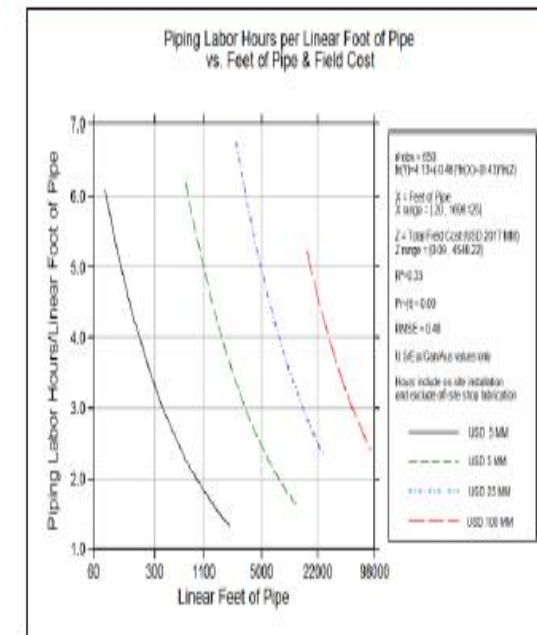
Distributions



Comparisons



Regressions



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Métricas en tablas

**Metric title with brief description
(refer to dictionary for greater detail)**

**Metrics for
projects
added in the
current year**

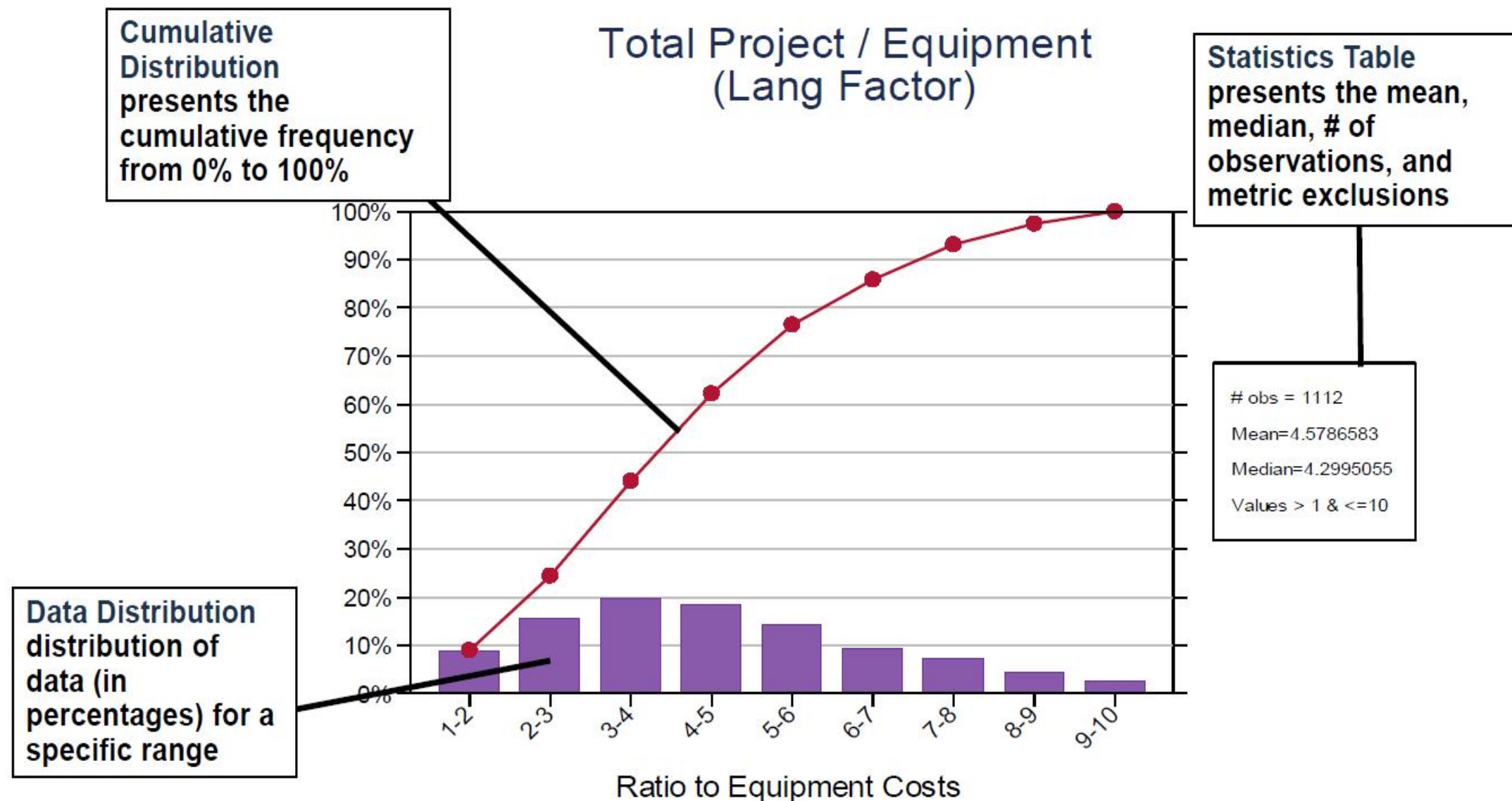
METRIC: TOTAL PROJECT \$ / TOTAL EQUIPMENT \$ Accounts: Total Project Costs = all project costs excluding special and start-up costs Total Equipment Costs = all engineered equipment costs including electrical and control equipment													
Project Characteristics	Number Records	Average Value	Median (50%) Value	% of avg	Standard Deviation Value	% of avg	10 Percent Value	% diff	90 Percent Value	% diff	Pr > t Value	Pct. Excl.	Relative Factor
Overall:													
Total in dataset	3266	9.906	4.362	44%	37.526	379%	1.994	-80%	15.594	57%	-	-	
This report period	288	4.238	3.891	92%	2.064	49%	1.955	-54%	7.509	77%	-	0%	
for values >0 and <=10	2725	4.242	3.804	90%	2.069	49%	1.910	-55%	7.456	76%	-	0%	
Size (2017\$MM): (Criteria >0&<=10, no dry process, >.02&<0.5\$MM per eqmt piece)													
This dataset	1316	4.547	4.193	92%	2.069	46%	2.019	-55%	7.667	69%	0.000	0%	1.00
<= 1	303	3.697	3.337	90%	1.884	51%	1.623	-56%	6.485	75%	0.000	0%	0.81
>1 to <=5	468	4.582	4.051	88%	2.149	47%	2.043	-55%	7.808	70%	0.754	0%	1.01
>5 to <=25	297	4.793	4.513	94%	1.991	42%	2.404	-50%	7.809	63%	0.062	0%	1.05
>25 to <=50	86	5.291	4.752	90%	1.996	38%	3.060	-42%	8.310	57%	0.001	0%	1.16
>50 to <=100	66	5.113	4.622	90%	1.675	33%	3.314	-35%	8.045	57%	0.029	0%	1.12
>100 to <=250	63	5.335	5.035	94%	1.945	36%	3.001	-44%	8.176	52%	0.003	0%	1.17
>250 to <=500	15						2.500	-50%				0%	1.10
>500 to <=1000	9						2.545	-53%				0%	1.19
>1000	3						2.789	-42%				0%	1.07

**Various project
characteristics examined
(explore the relative
effect of various criteria)**

**Criteria for the
characteristic
dataset**

Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

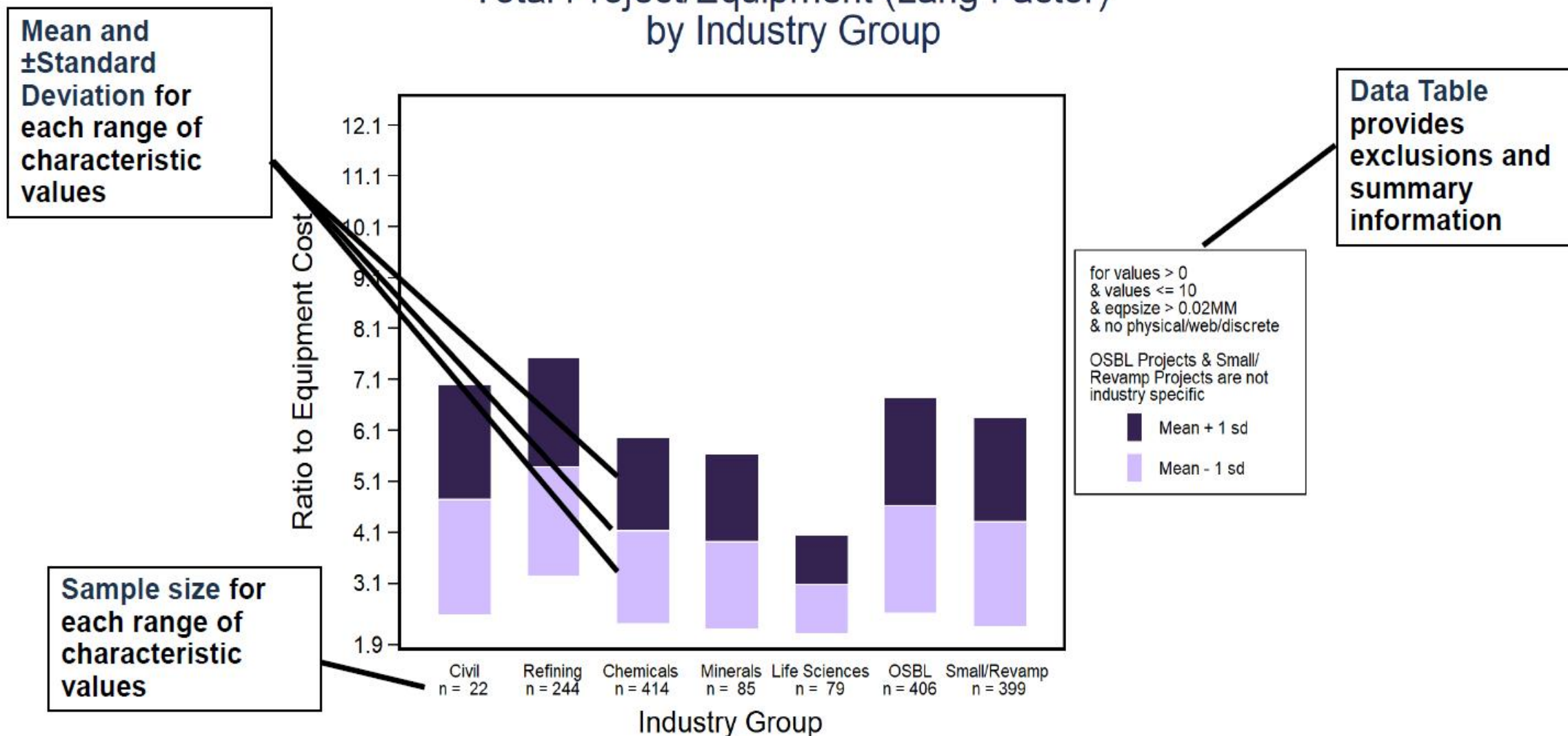
Métricas en distribuciones



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

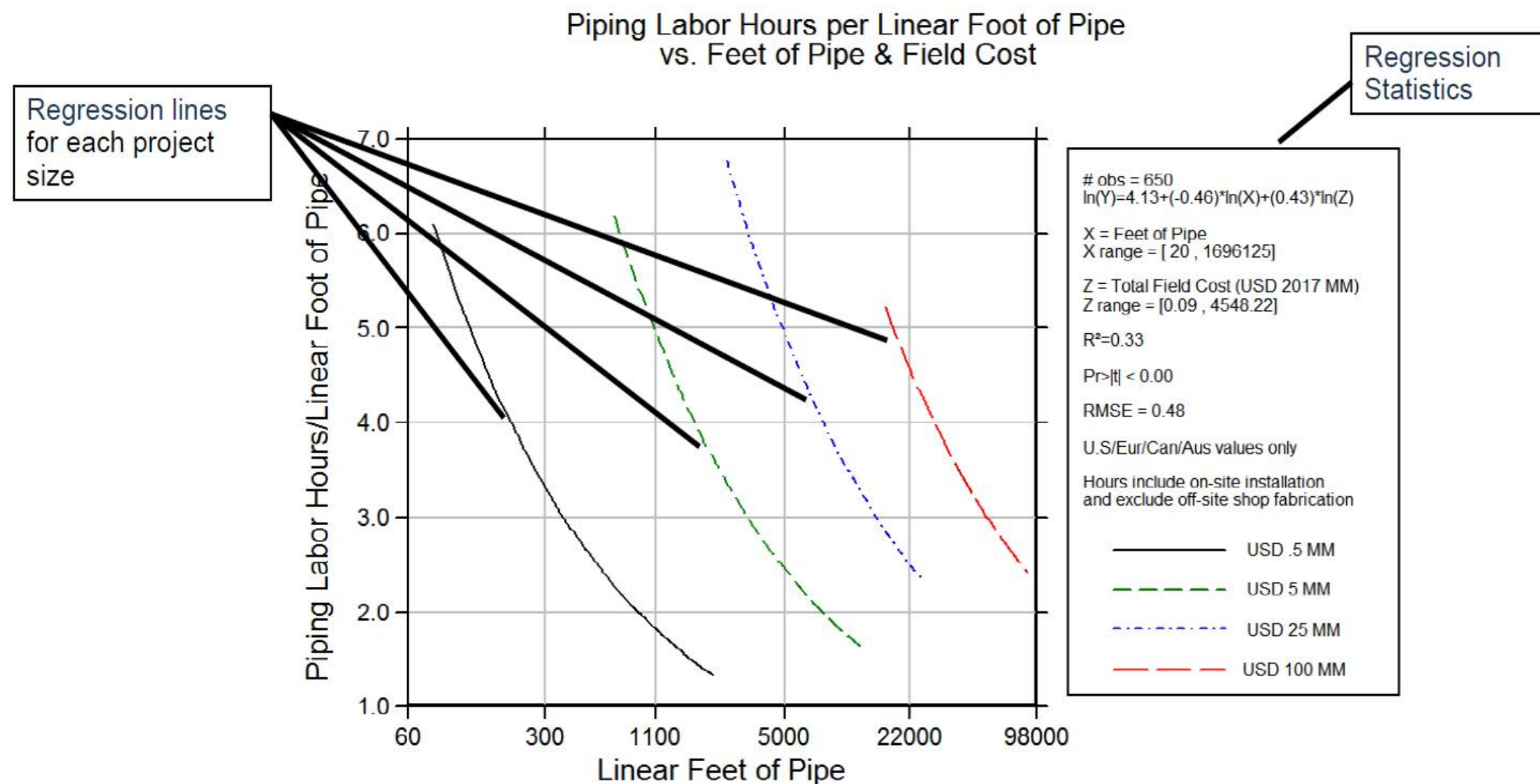
Métricas de comparación

Total Project/Equipment (Lang Factor)
by Industry Group



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Métricas de regresión



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

4. Estructura de las métricas



1. Benchmarking

**2. Predictibilidad y
competitividad**

3. Métricas de costo

4. Estructuras de las métricas

5. Efectibilidad del capital



Niveles de análisis de costo

Nivel	Descripción	Cost Benchmark
Level 1 Relative Cost (Cost Capacity)	Lo que la industria gastaría en promedio para diseñar y construir una funcionalidad dada.	Resulta en un cost benchmark (cost index)
Level 2 Cost Effectiveness	Lo que la industria gastaría en promedio para diseñar y construir un alcance dado. Típicamente basado en el costo del equipo principal a ser instalado.	Resulta en un cost benchmark (cost index)
Level 3 Component Cost Analysis	Lo que la industria gastaría en promedio para diseñar y construir (incluyendo materiales) dadas unas unidades específicas de equipos.	

Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

- Existen varios tipos o clases de métricas.
- La diferencia entre ellas es la calidad de la métrica. Además de que ciertos tipos generan un mayor valor.
- Es importante decir que la utilidad de una métrica depende de como va a ser usada.
- Antes de revisar la estructura de las métricas revisemos algunos ratios clásicos.

Ratios típicos

Ratio	Ejemplo
Ratio to Total Costs	Se puede utilizar cada categoría de costo. Por ejemplo: Detailed Engineering/Total Project
Ratio to Equipment	Se puede utilizar cada categoría de costo. Por ejemplo: - Detailed Engineering/Equipment - Lang factor: Total Project/Major Equipment
Ratio to “Driver” Accounts	- Bulk Materials/Equipment - Field Labor/Bulk Materials - Construction Management/Construction Labor

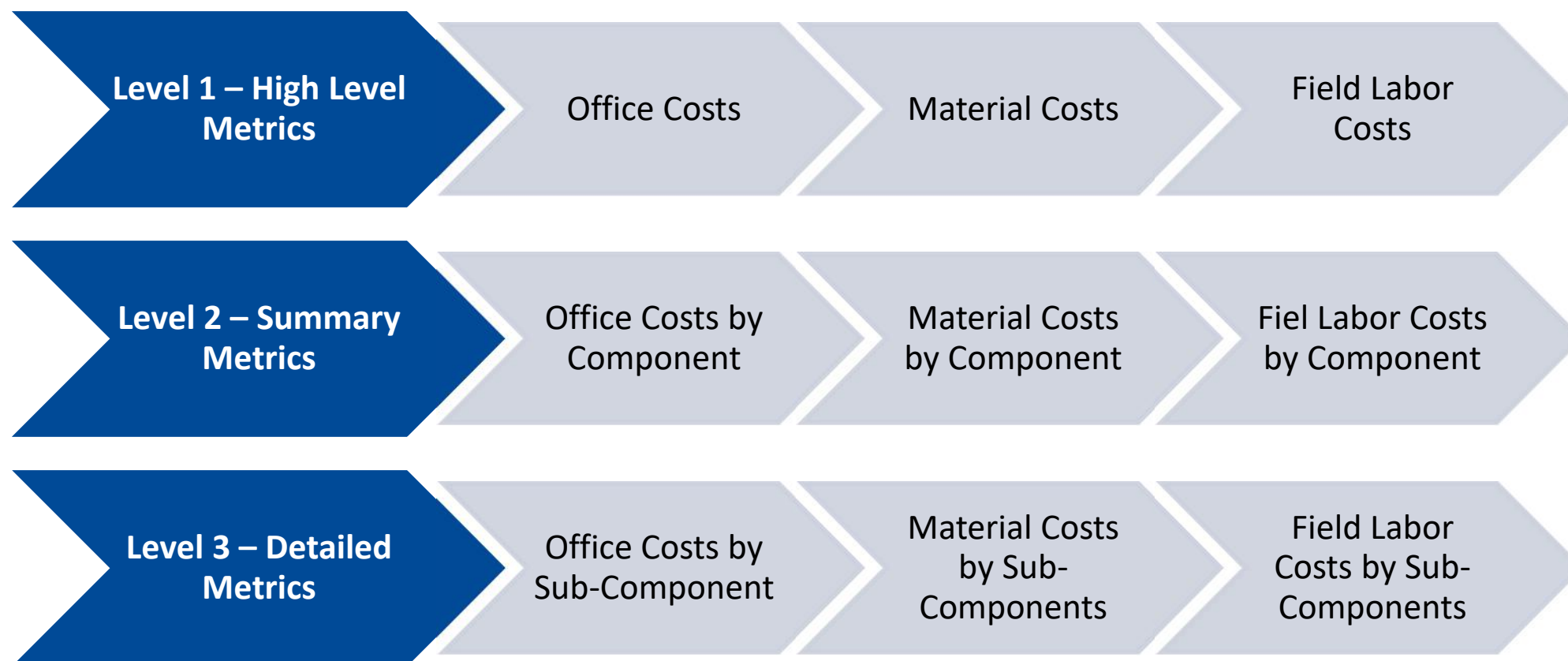
Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Ventajas y desventajas de los ratios

Ratio	Ventajas	Desventajas
Ratio to Total Costs	- Fácil de comprender. - Rápido.	Oculto la relación causa-efecto entre cuentas.
Ratio to Equipment	Fácil de comprender (Lang factor).	No pueden ser utilizados en proyectos con poco equipos o sin ningún equipo nuevo.
Ratio to Driver Account	- Bueno para ver la causa-efecto. - A la medida de tu proyecto.	- No es intuitivo. - No se puede incluir en la suma de ratios.

Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Estructura de métricas – Alto nivel



Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

Organización de la estructura

+ High Level Cost & Hours / Total Project Cost

+ Summary Total Cost & Hours/Total Project Cost

+ Summary Total Cost & Hours / High Level Cost Categories

+ Summary Cost Cat. X/ Summary Cost Cat. Y

+ Summary Hours Cat. / Summary Cost Cat. & Hours

+ Discipline or Craft Cost / Total Project Cost

+ Discipline & Craft Cost / Summary Cost Cat.

+ Discipline & Craft Hours & Cost / Quantity

Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

5. Efectividad del capital



1. Benchmarking

**2. Predictibilidad y
competitividad**

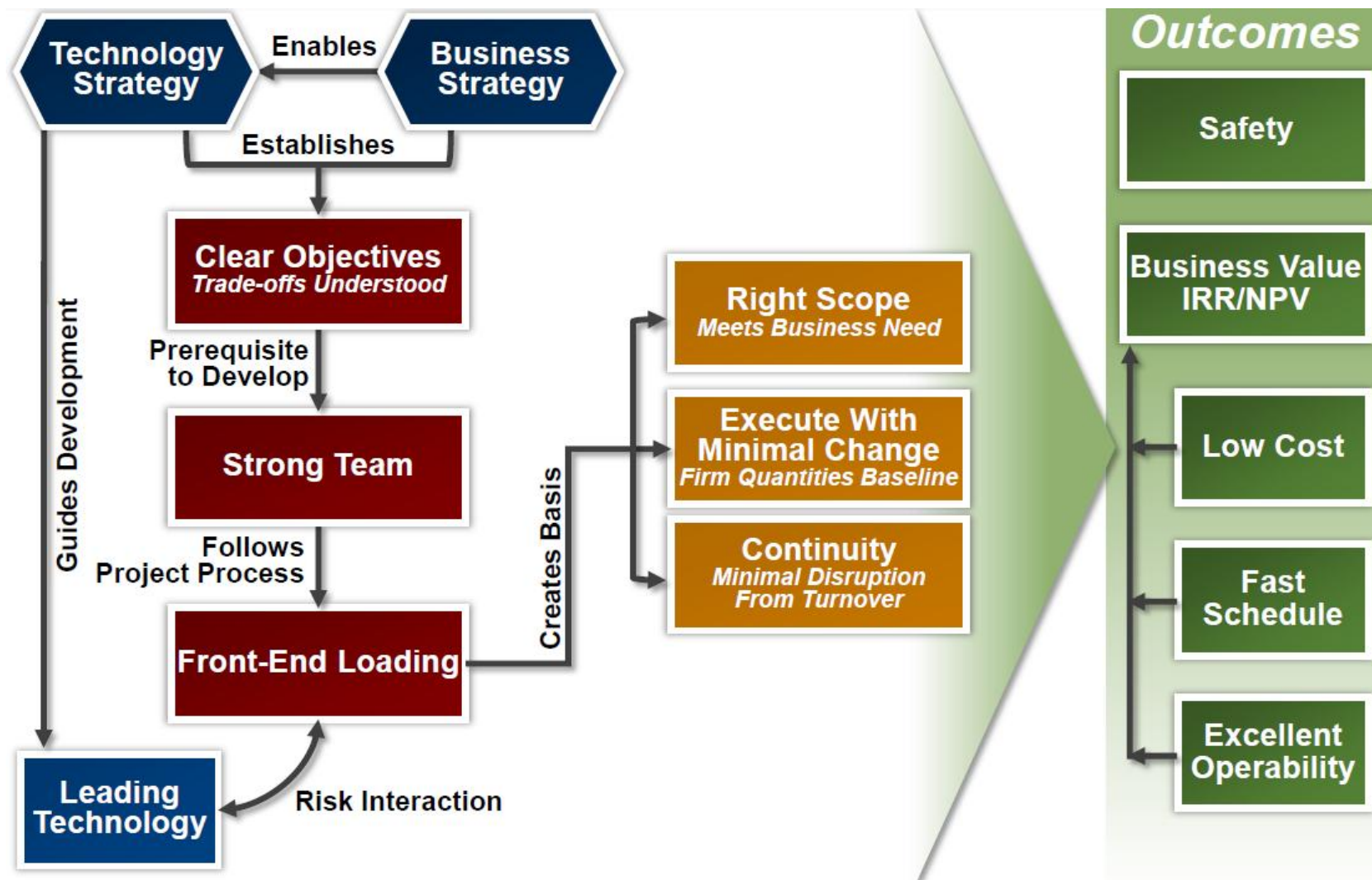
3. Métricas de costo

4. Estructuras de las métricas

5. Efectibilidad del capital



Elementos de la efectividad del capital



Benchmarking Supporting Improvement

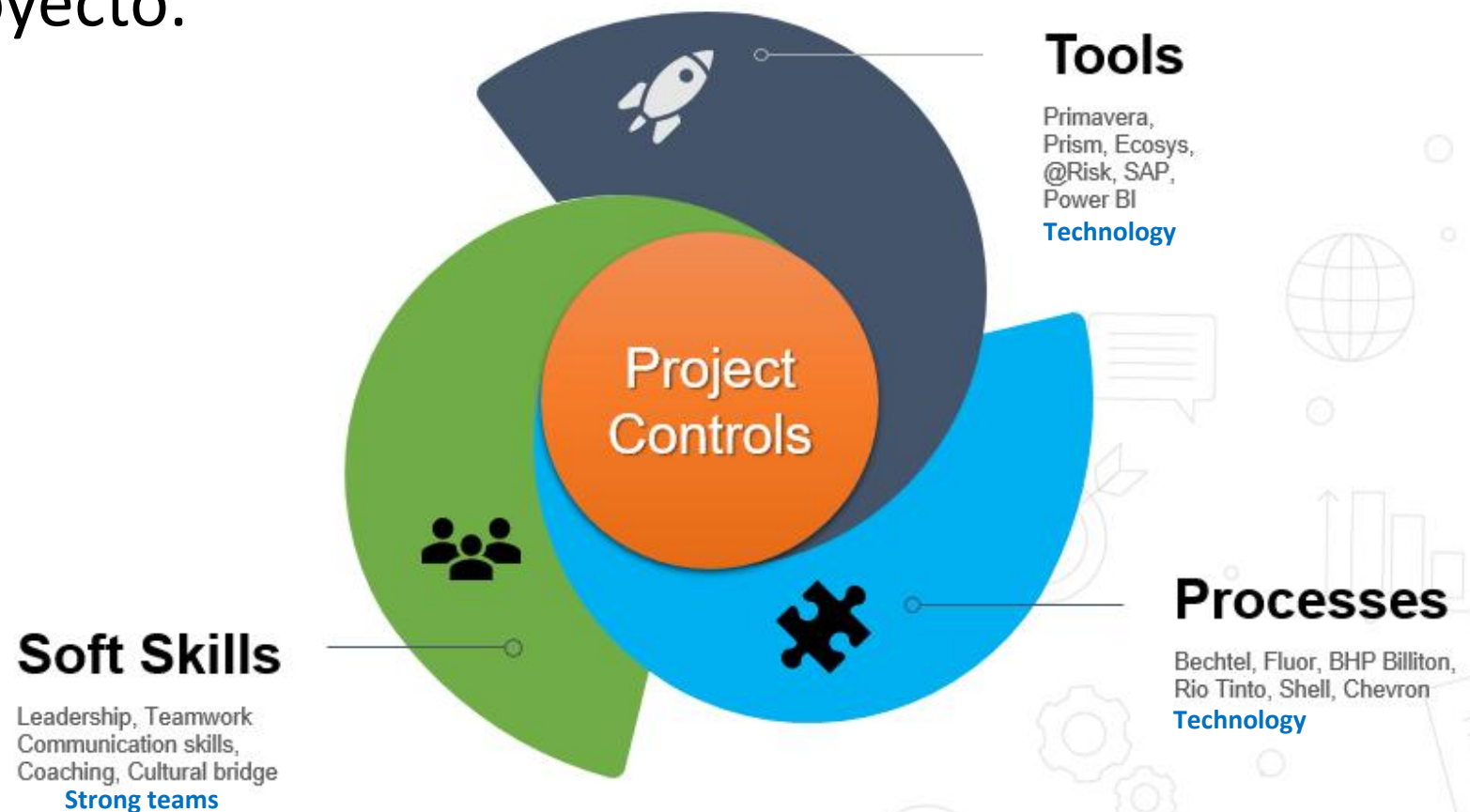
Fuente: DDMI Sustaining Capital Projects Procedures (2021)

6. Conclusiones

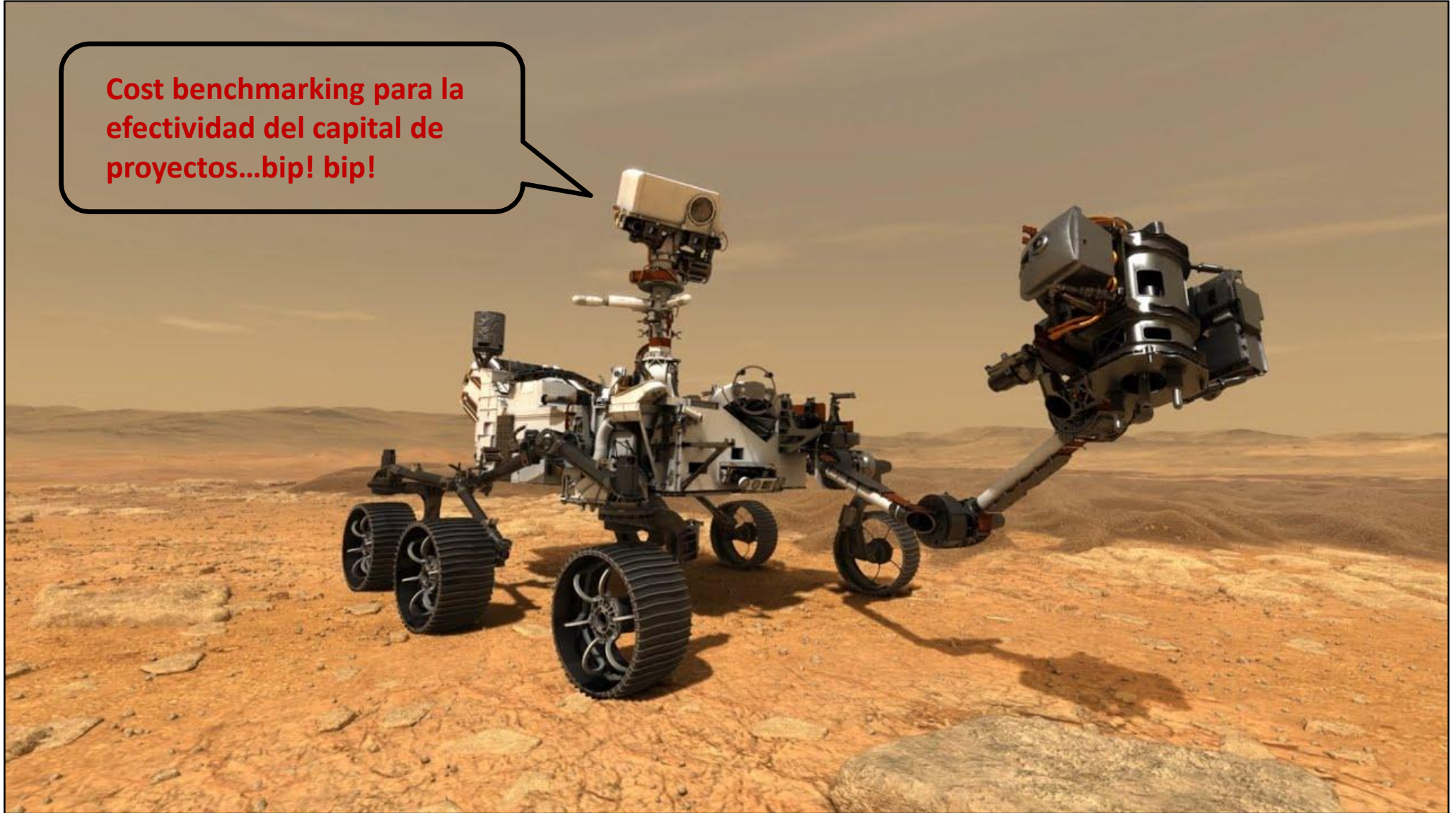


- Se recomienda que el benchmark de costos de la industria este basado en modelos estadístico de análisis de regresión.
- Mida su predictibilidad y competitividad de su estimado de costo con el costo final.
- Se sugiere utilizar el “Summary Cost Metric” para estimados de clase 1 y 2. Mientras que el “Detailed & Unit Cost Metric” para estimados de clase 3, 4 y 5.
- Identifique los ratios clave para su proyecto y desarrolla el benchmarking desde las primeras iteraciones de tu estimado. Demuestre una relación clara de causa y efecto de su métrica.
- El benchmarking soporta la mejora de la efectividad del capital a través de la ejecución de proyectos que generan valor al negocio con bajo costo, en plazo, con excelente operatividad y seguros.

- Finalmente, implementar cost benchmarking, al igual que los sistemas de control de proyectos, requiere de herramientas, procesos y habilidades blandas de parte del líder y el equipo del proyecto.



Cost benchmarking para la
efectividad del capital de
proyectos...bip! bip!



Project Cost Benchmarking

Edwin Monzón

emonzon@pucp.pe

25 Febrero 2021