

ANÁLISE COMPARATIVA DO $SPI_{(\$)}$ E $SPI_{(t)}$ NA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO

Oscar Siles Chávez, CCP™, PMP®

São Paulo, Brasil

7 de março de 2024

Palestrante



Oscar Síles Chávez,
MSc, DAEN, CCP™, PMP®

PROFISSÃO: Engenheiro Eletricista

+27 anos de experiência: Áreas de Energia, óleo & gás, Petroquímica, Telecomunicações, TI, setor industrial

PÓS-GRADUAÇÃO:

- **Mestrado** em Gestão de e-Business com Tecnologia da Informação (Espanha) 2003
- **Mestrado** em Projetos de Desenvolvimento 2005
- **Mestrado** em Segurança, Defesa e Desenvolvimento Nacional. 2007
- **DAEN** (Diploma de Estudos Nacionais Superiores) 2006
- **ÁRBITRO** do Centro de Conciliação e Arbitragem da Câmara de Comércio e Indústria de Cochabamba (2005 até o momento)

CRENCIAIS INTERNACIONAIS:

- Credencial **PMP** (Project Management Professional) no PMI USA
- Credencial **CCP** (Certified Cost Professional) na AACEI USA

ESPECIALIDADES:

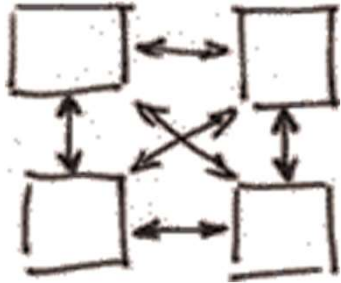
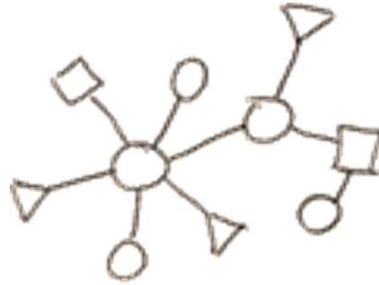
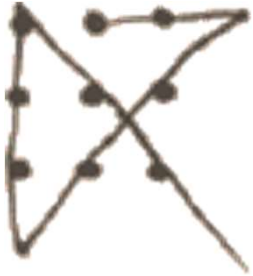
- Análise de Negócios (**Índia**)
- Modelagem Financeira aplicada a Projetos de Energia Renovável (**USA**)
- Estimativa de custo para tomada de decisão (**Uruguai**)
- Desenvolvimento de Projetos de Hidrogênio Verde H2V (**OLADE**)

ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS:

- Presidente **AEE Bolívia Chapter** (Associação de Engenheiros de Energia com base nos EUA)
- Ex-presidente da **AACEI USA** para a Região 10 da América Latina (Gestão 2019/2021)
- Membro da **AEE USA Chapter Chile**
- Membro Honorário da **IRACE** (Associação Iraniana de Engenharia de Custos)
- Membro Associado Sênior da **CLAPEC** (Comunidade Latino-Americana de Especialistas em Construção)
- Membro do **IIBA USA** (International Institute of Business Analysis)
- Membro do **PMI USA** (Instituto de Gerenciamento de Projetos)
- Ex-presidente fundador da **Seção Bolívia da AACE**
- Ex-VP **Capítulo PMI Bolívia**

PRESENTE:

- Empresa parceira **QDR Internacional** no Peru (Área de Claims em projetos, expertise e quantificação de danos),
- Gerente da empresa **PMC-Bolívia**
- **Consultor Sênior Internacional** com foco nas áreas de Gestão de Negócios, Gestão de Portfólio e Projetos, Controle de Projetos, Engenharia de Custos, Gestão de Claims em projetos, Implantação de Escritórios de Gerenciamento de Projetos (PMOs), Diagnóstico de Maturidade Organizacional OPM3, metodologias FEL- EPC, entre outras.
- Professor de nível de pós-graduação em várias universidades na Bolívia e no exterior (15 anos)



“... Quando as vendas aumentam, todos os custos são variáveis; quando as vendas diminuem, todos os custos são fixos...”

anônimo



AGENDA

- Os conceitos
- Simulação de cenários em Modelo de Controle de Projetos
- Conclusões



Os conceitos



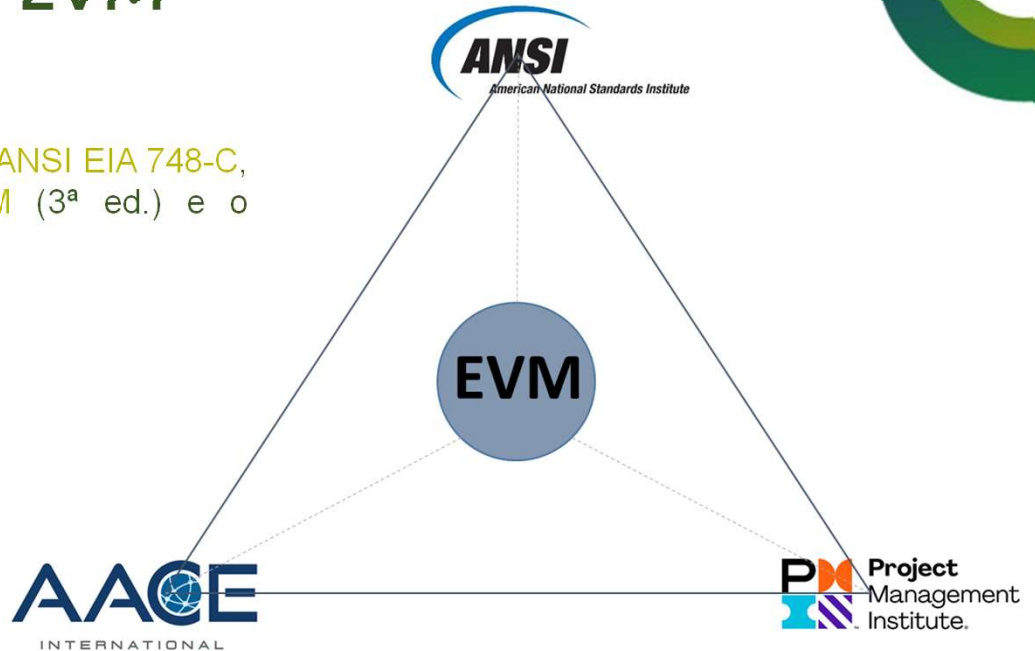
EVM (Earned Value Management)

- O método Earned Value Management (EVM) é muito eficaz na medição do desempenho do projeto, principalmente em termos do desempenho do trabalho executado em comparação com unidades monetárias.



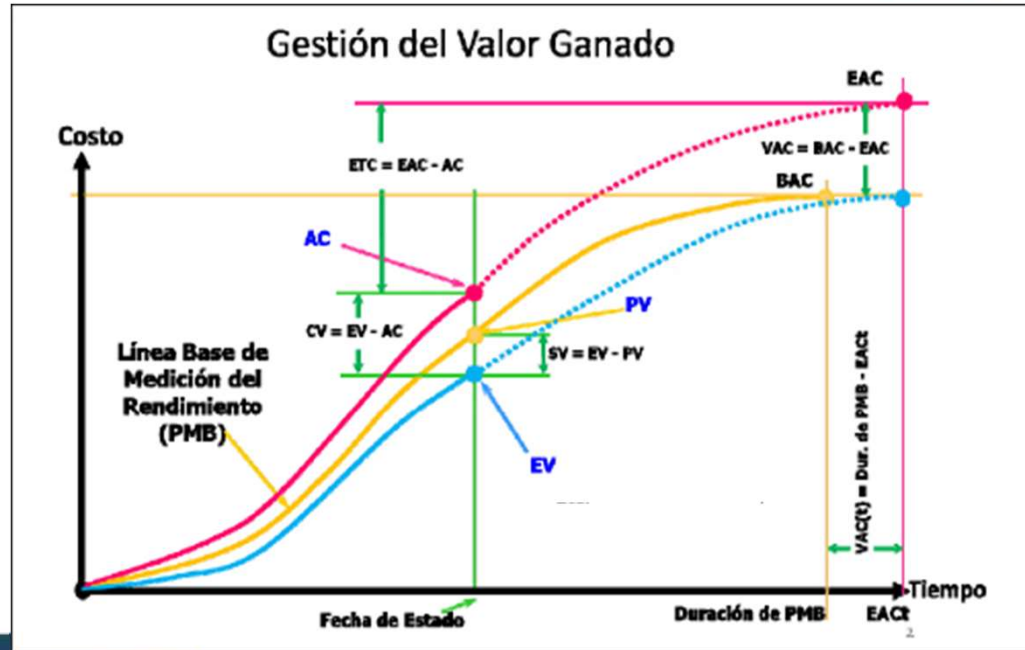
Harmonização EVM

- EVM é consistente com ANSI EIA 748-C, o padrão PMI PS-EVM (3ª ed.) e o AACEI RP 82R-13



Lembrando as fórmulas EVM

- $SPI = EV / PV$
- $SV = EV - PV$
- $CPI = EV / AC$
- $CV = EV - AC$
- $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$



O que nos interessa sobre o EVM para análise

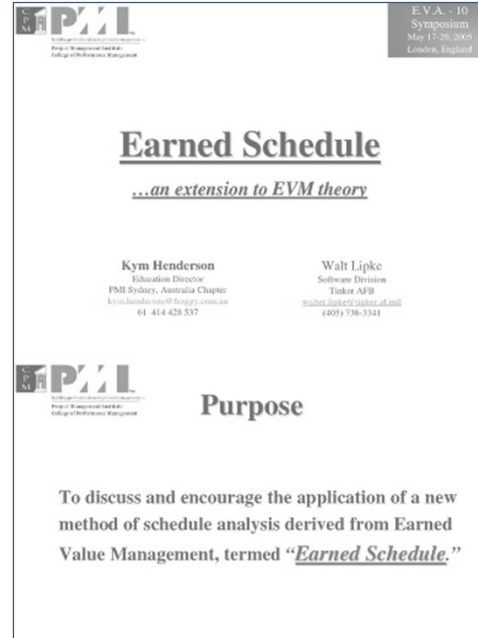
Para nossa análise estamos interessados em abordar dois indicadores que estão relacionados ao desempenho do cronograma:

- **SPI** (Índice de Desempenho do Cronograma)
- **SV** (Variação de Cronograma)



Vamos agora falar da extensão do EVM, que é o ESM (Earned Schedule Management)

Foi introduzido em 2003 nos padrões do PMI por *Walter Lipke*.



The image shows the cover of a symposium paper. At the top left is the PMI logo with the text 'Project Management Institute' and 'College of Performance Management'. At the top right, it says 'E.V.A. - 10 Symposium May 17-20, 2005 London, England'. The main title is 'Earned Schedule' in a large, bold, serif font, with the subtitle '...an extension to EVM theory' in a smaller, italicized serif font below it. The authors' names and affiliations are listed: Kym Henderson (Education Director, PMI Sydney, Australia Chapter) and Walt Lipke (Software Division, Tinker AFB). The word 'Purpose' is centered in a large, bold, serif font. Below it, the text reads: 'To discuss and encourage the application of a new method of schedule analysis derived from Earned Value Management, termed "Earned Schedule."' The PMI logo and name are repeated at the bottom left of the page.

Relacionamento EVM e ESM

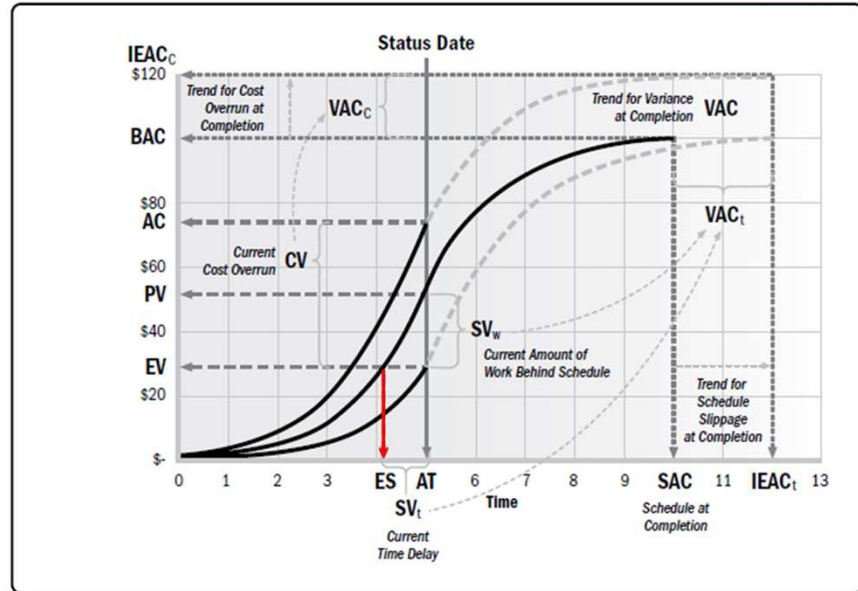
INDICADOR	EVM	ESM
SPI	$SPI_{(s)} = EV/PV$	$SPI_{(t)} = ES/AT$
SV	$SV_{(s)} = EV - PV$	$SV_{(t)} = ES - AT$

EV: Valor Ganado | PV: Valor Planificado

ES: Cronograma Ganado | AT: Período Actual

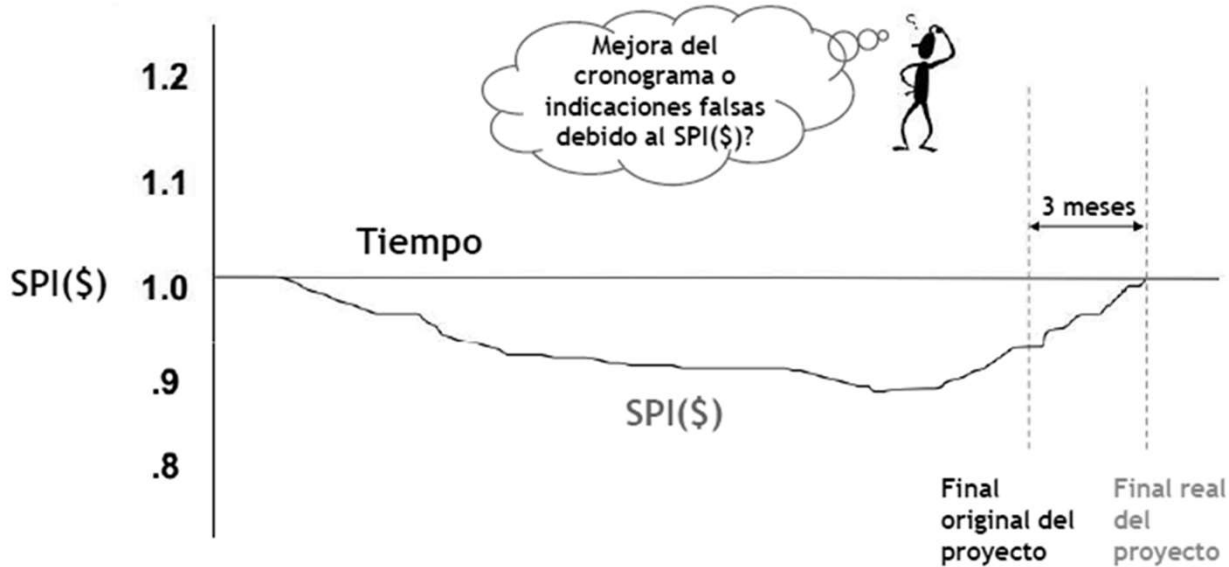
$$ES = C + I$$

$$I = \frac{EV - PV_{(c)}}{PV_{(c+1)} - PV_{(c)}}$$



The Standard for Earned Value Management, 3th ed., pag 87, PMI, 2020

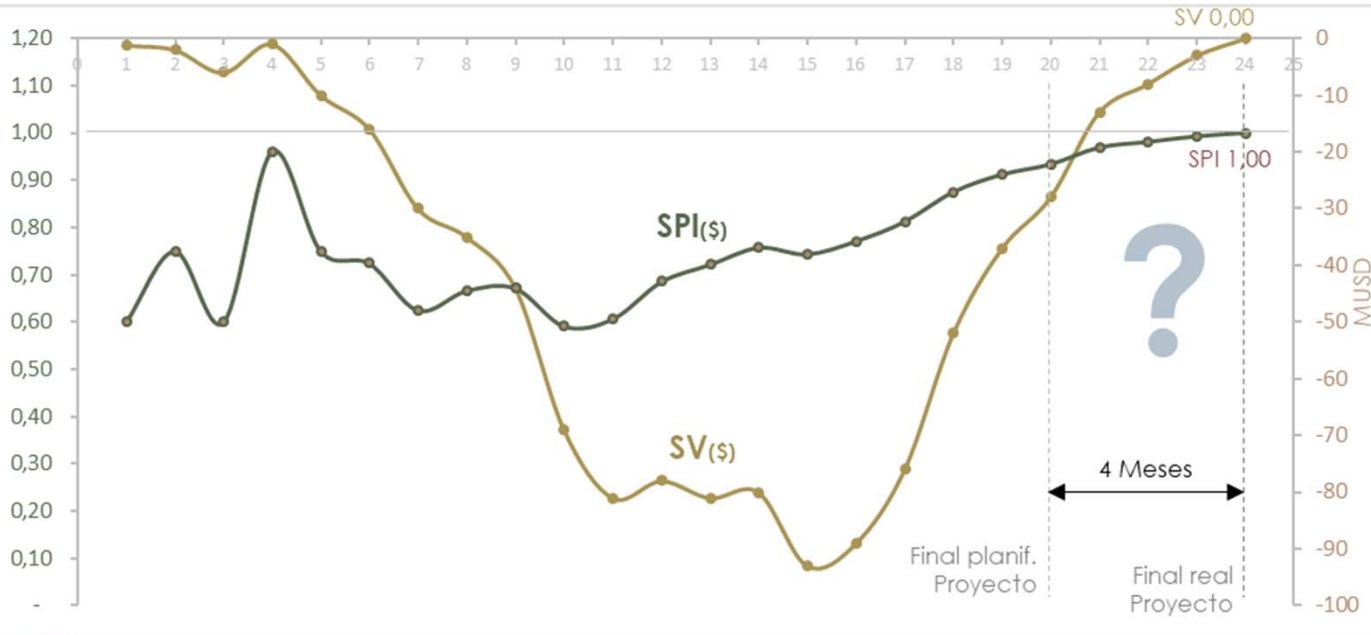
O que aconteceu com o $SPI_{(\$)}$?



$SPI_{(\$)}$: em relação à variável monetária | $SV_{(\$)}$: [\\$]

$SPI_{(t)}$: em relação à variável tempo | $SV_{(t)}$: [Períodos de tempo]

Vamos a um caso real...



Gráfica N°1 - SPI(\$)¹ y SV(\$)² típicos de un Proyecto con Finalización Tardía

Simulação de cenários em Modelo de Controle de Projetos



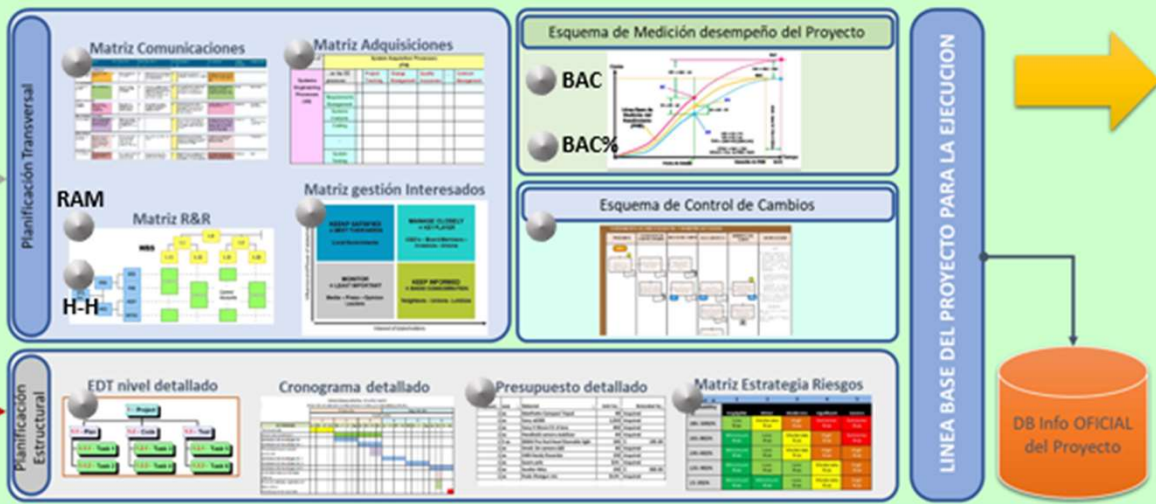
Modelo de controle de projetos na indústria da construção sob padrões PMI e AACEI desenvolvido pela PMC-Bolívia



Modelo PMC-Bolivia

ETAPA DE VALIDACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN

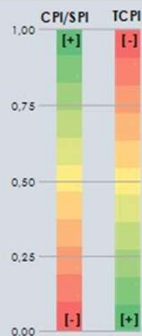
(PLANIFICACIÓN NIVEL DETALLADO)



Modelo PMC-Bolivia

CONTROL GLOBAL DEL PROYECTO

DATOS DE PERIODO		PLANIFICADO PERIODO MEDICIÓN		EJECUTADO PERIODO MEDICIÓN		PRONÓSTICO PROYECTO	
Periodo:	Q (Quincenal)	PV	149.278,00	AC	164.555,00	EAC (\$)	466.606,38
Periodo Med.	12	%	40,01%	%	35,27%	VAC (\$)	93.528,38
Moneda:	Bs.			EV	131.570,96	%VAC (\$)	25,07%
BAC [Bs.]:	373.078,00			CV	32.984,04	EAC (t)	22,0
Inicio Proyecto	10/08/2019	INDICADORES PERIODO MEDICIÓN		%CV	25,07%	VAC (t)	2,0
Duración [Q]	20	CPI	0,80	ES [Q]	11,06	%VAC (t)	10,00%
Fin Proyecto	05/06/2020	SPI(t)	0,92	SV(t) [Q]	0,94	IECD	05/07/2020
		TCPI	1,16	%SV(t)	7,85%		
		TSPI	1,12				



BAC: Presupuesto Proyecto nivel ejecución

PV: Valor Planificado al periodo

AC: Costo actual a periodo

CPI: Indicador Desempeño Costo

TCPI: Índice desempeño trabajo a completar %: Porcentaje de avance físico

EV: Valor de trabajo ganado a periodo

SPI(t): Indicador Desempeño Cronograma

TSPI: Índice desempeño Cronog. a completar **EAC(\$):** Pronóstico Presupuesto final

VAC(\$): Pronóstico Presupuesto Adicional

EAC(t): Pronóstico duración final

SV(t): Retraso en cronograma

%VAC(\$): Porcentaje incremento Presupuesto final

VAC(t): Pronóstico Periodos Adicionales

IECD: Pronóstico fecha de finalización

%SV(t): Porcentaje de retraso a periodo

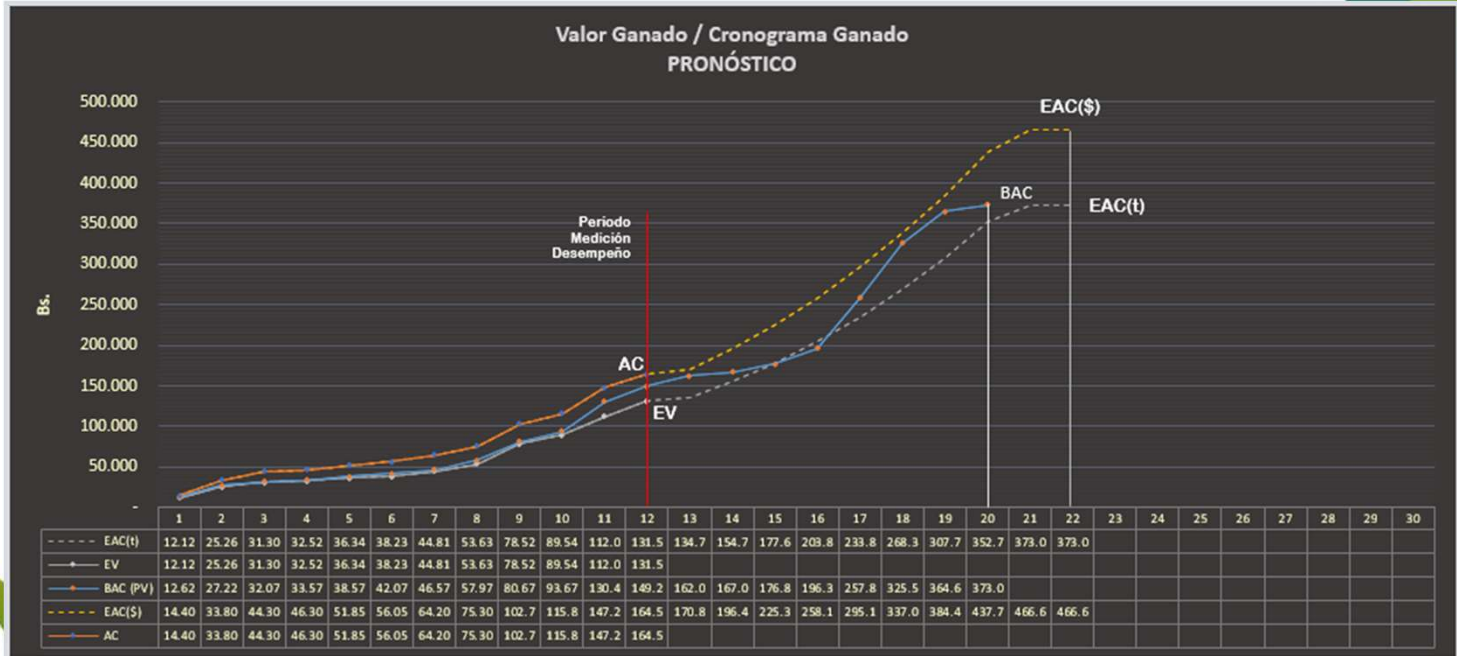
%VAC(t): Porcentaje incremento Periodos final

CV: Valor del sobrecosto a periodo

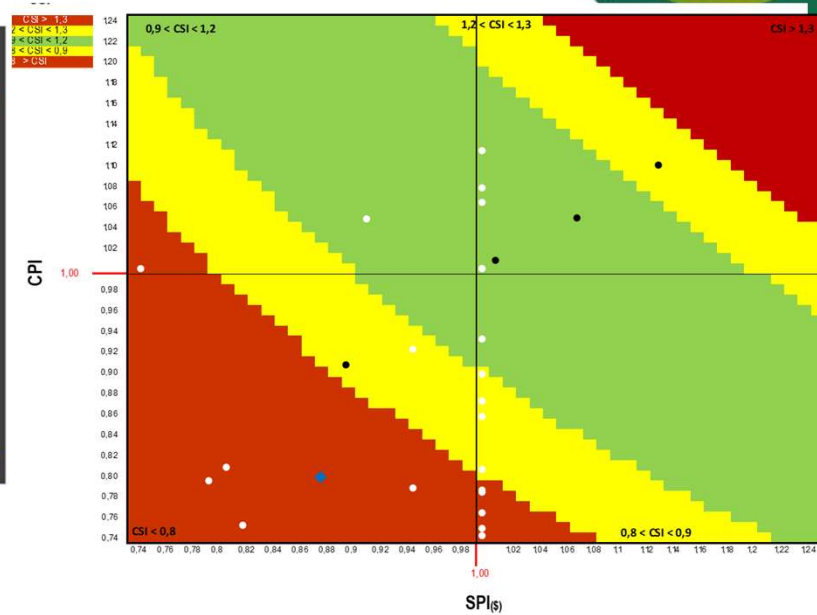
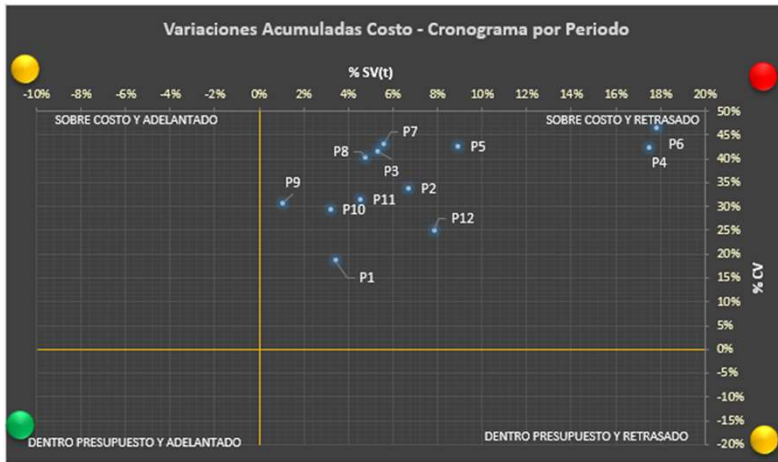
%CV: Porcentaje del sobrecosto a periodo

ES: Valor de cronograma ganado a periodo

Modelo PMC-Bolivia

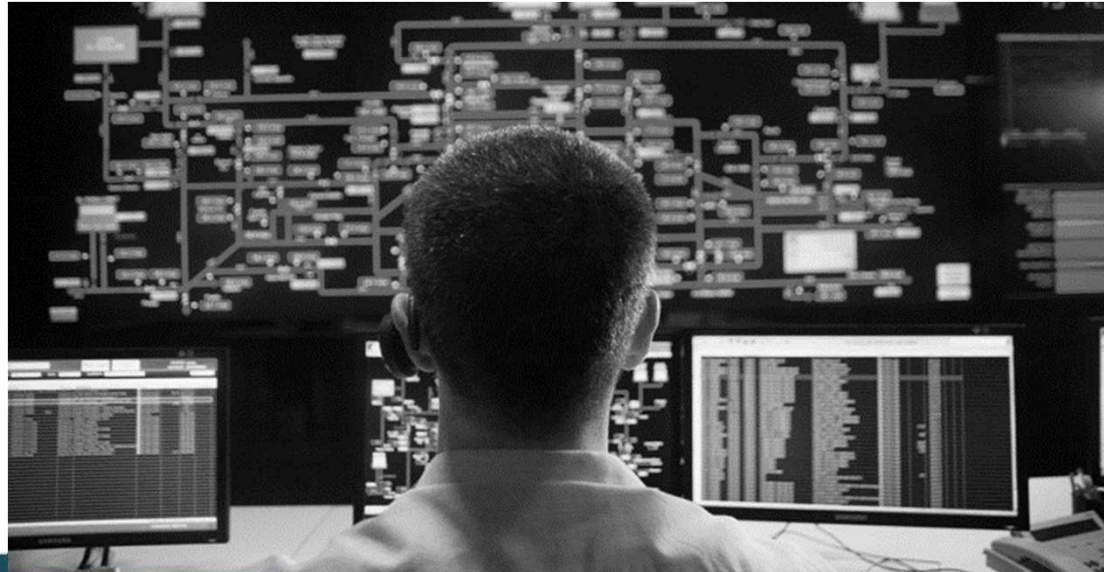


Modelo PMC-Bolivia



Fazemos as simulações no Modelo para 3 cenários típicos:

1. Conclusão antecipada do projeto (**Early finish**)
2. Conclusão de acordo com o cronograma original (**On Schedule**)
3. Conclusão atrasada do projeto (**Late finish**)



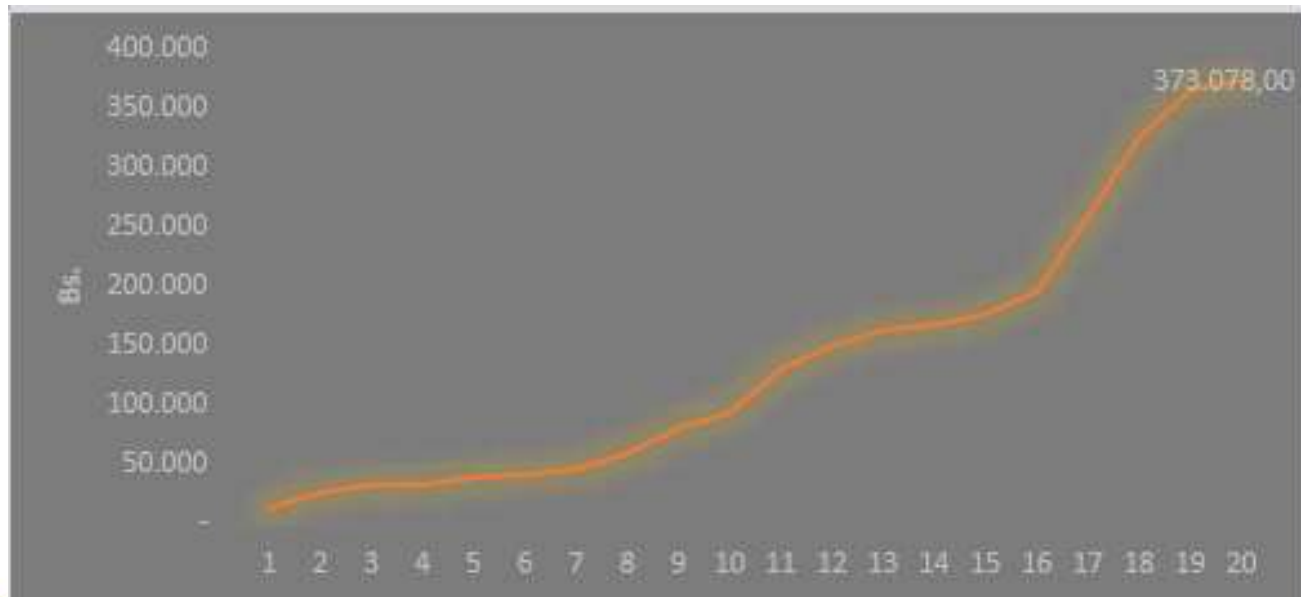
A WBS do projeto (1/2)

1	EDT Proyecto construcción (nivel detalle)	1.2.1.3.4	Vaciado de hormigón de vigas de A.
1.1	Trabajos Preliminares	1.2.1.3.5	Relleno zanjas
1.1.1	Trámites Legales	1.2.1.4	Compactación de fondos
1.1.2	Replanteo	1.2.2	Estructuras
1.1.2.1	Validación de diseños y cálculos	1.2.2.1	Columnas
1.1.2.1.1	Diseño estructural y arquitectónico	1.2.2.1.1	Armadura preparada para columnas
1.1.2.1.2	Cálculo estructural	1.2.2.1.2	Encofrado de columnas
1.1.2.2	Validación de replanteo in Situ	1.2.2.1.3	Vaciado de hormigón para columnas
1.1.3	Instalación de faenas	1.2.2.2	Vigas entre piso
1.2	Obra gruesa	1.2.2.2.1	Armadura preparada para vigas E.
1.2.1	Fundaciones	1.2.2.2.2	Encofrado de vigas E.
1.2.1.1	Zapatas	1.2.2.2.3	Vaciado de hormigón para vigas E.
1.2.1.1.1	Excavación para zapatas	1.2.2.3	Losa de pisos
1.2.1.1.2	Armadura preparada para zapatas	1.2.2.3.1	Armadura preparada para losa
1.2.1.1.3	Encofrado de zapatas	1.2.2.3.2	Encofrado de losa
1.2.1.1.4	Vaciado de hormigón de zapatas	1.2.2.3.3	Vaciado de hormigón de losa
1.2.1.2	Columnas de arranque	1.2.2.4	Escaleras
1.2.1.2.1	Armadura preparada para columnas de arranque	1.2.2.4.1	Entregable 003
1.2.1.2.2	Encofrado de columnas	1.2.2.4.2	Entregable 004
1.2.1.2.3	Vaciado de hormigón de columnas de arranque	1.2.2.5	Fosas Ascensor
1.2.1.3	Vigas de arrioste	1.2.3	Ductos
1.2.1.3.1	Excavación para vigas de A.	1.2.3.1	Ductos eléctricos / TV / telefonía
1.2.1.3.2	Armadura preparada para vigas de A.	1.2.3.1.1	Acometida eléctrica
1.2.1.3.3	Encofrado de vigas de A.	1.2.3.1.2	Circuitos de tomacorrientes

A WBS do projeto (2/2)

1.2.3.1.3	Circuitos de iluminacion	1.3.1.5	Mesones
1.2.3.1.4	Tomas de fuerza	1.3.2	Carpintería metálica y vidrios
1.2.3.1.5	TV Cable	1.3.3	Carpintería de madera
1.2.3.1.6	Telefonia	1.3.3.1	Puertas
1.2.3.1.7	Ductos de ACC	1.3.3.2	Ventanas
1.2.3.1.8	Otros especiales	1.3.3.3	Muebles empotrados
1.2.3.2	Ductos hidrosanitarios	1.3.3.4	Marcos
1.2.3.3	Ductos pluviales	1.3.4	Pintura
1.2.3.4	Ductos gas	1.3.4.1	Impermeabilización de muros
1.2.4	Mamposterias	1.3.4.2	Pintura interior
1.2.4.1	Muros	1.3.4.3	Pintura Exterior
1.2.4.2	Revoque interiores	1.3.4.4	Pintura de cubiertas
1.2.4.3	Revoques exteriores	1.4	Instalaciones
1.2.4.4	Contrapisos y carpetas de nivelacion	1.4.1	Instalación de gas natural
1.2.4.5	Impermeabilizacion de cimientos	1.4.2	Instalación eléctrica / TV cable / Telefonia
1.2.5	Techos y cubiertas	1.4.3	Instalación hidrosanitarios
1.2.5.1	Estructura de cubierta	1.4.4	Instalación de equipos ACC
1.2.5.2	Impermeabilización de cubierta	1.5	Trabajos de Cierre
1.3	Obra fina	1.5.1	Pruebas de instalaciones
1.3.1	Revestimientos	1.5.2	Limpieza final de obra
1.3.1.1	Pisos	1.5.3	Entrega de Obra
1.3.1.2	Zocalos	1.5.3.1	Planos As Built y memorias de cálculo
1.3.1.3	Revestimiento	1.5.3.2	Entrega provisional
1.3.1.4	Cielos falsos	1.5.3.3	Entrega Final

Planejamento de projeto



1. Duração: 20 meses
2. Orçamento (BAC): 423.000 USD

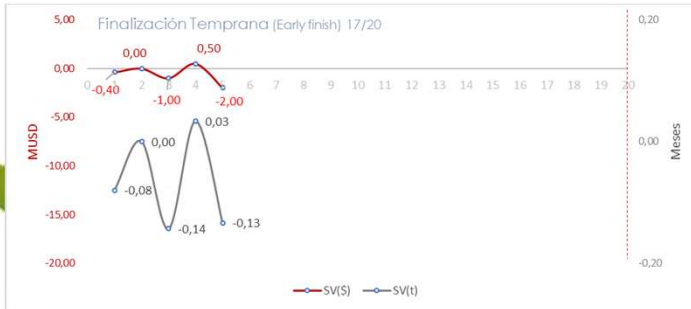
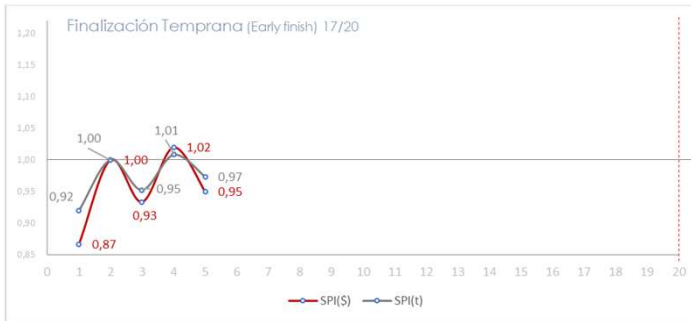
Conclusão antecipada

Early finish



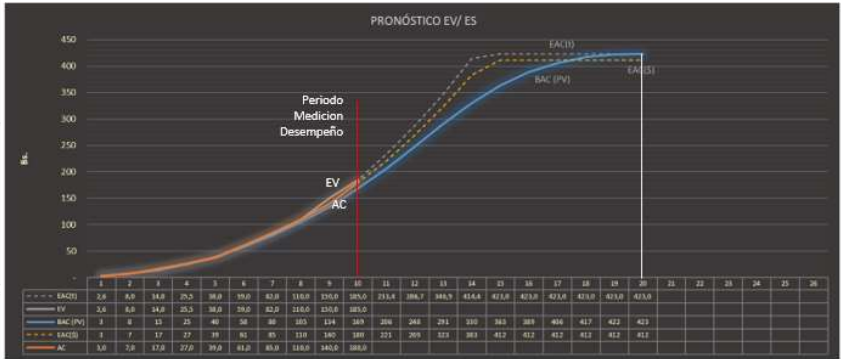
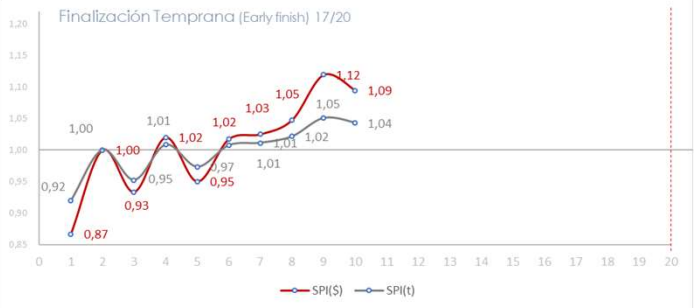
Conclusão antecipada: 25% de medição de desempenho

Early finish: 25% performance measurement



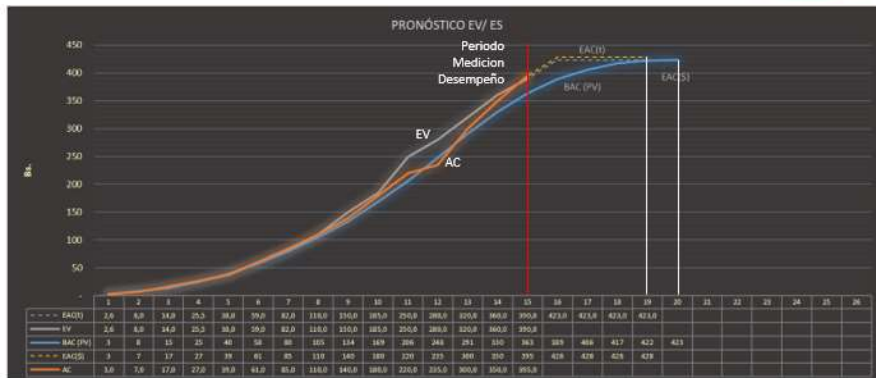
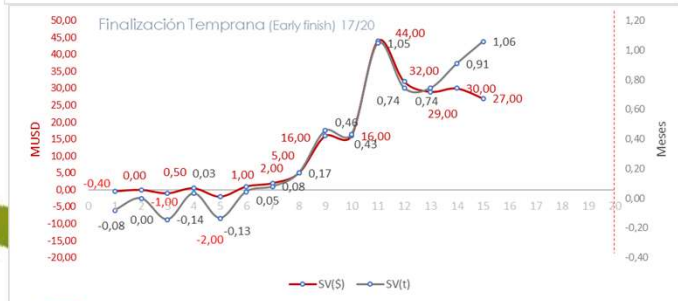
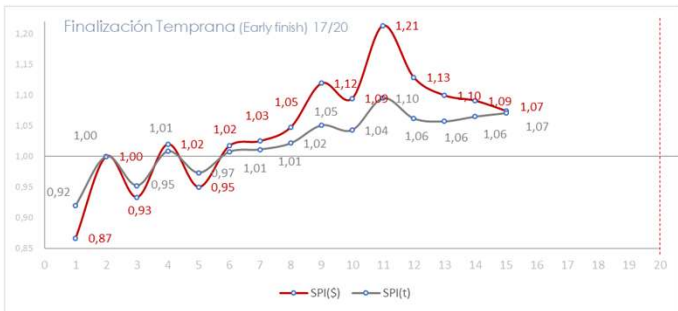
Conclusão antecipada: medição de desempenho de 50%

Early finish: 50% performance measurement



Conclusão antecipada: medição de desempenho de 75%

Early finish: 75% performance measurement

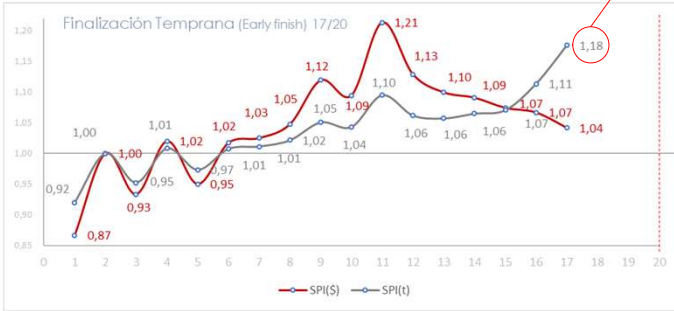


Conclusão antecipada: medição de desempenho 100%

Early finish: 100% performance measurement

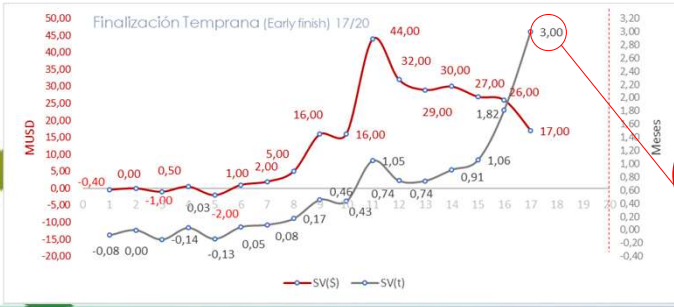


1,18



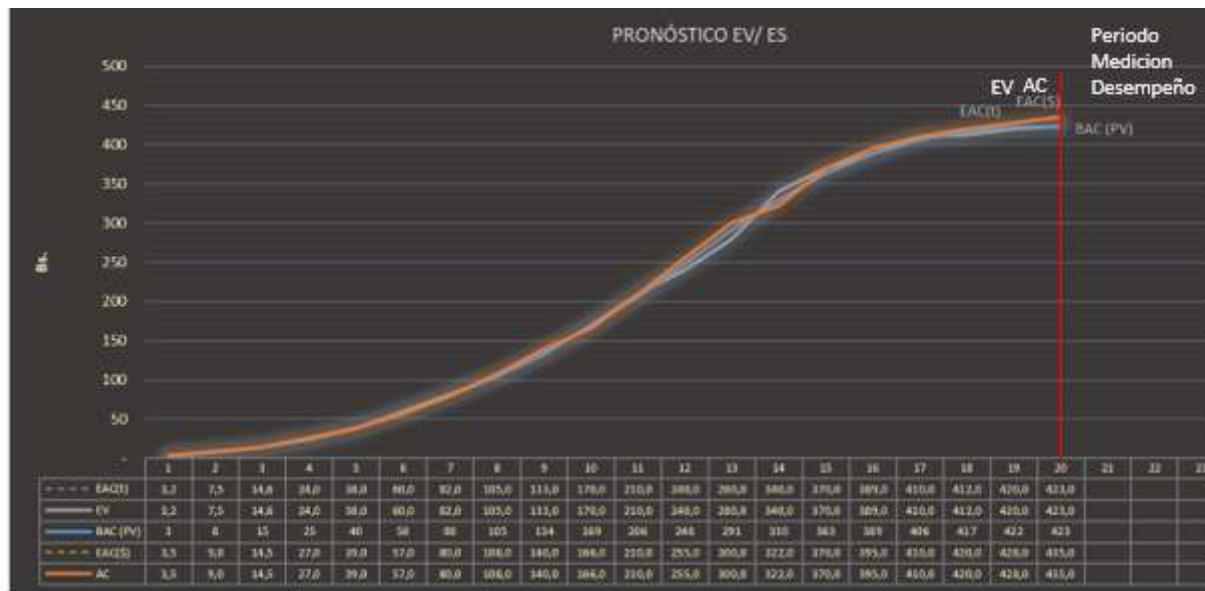
17

3,00



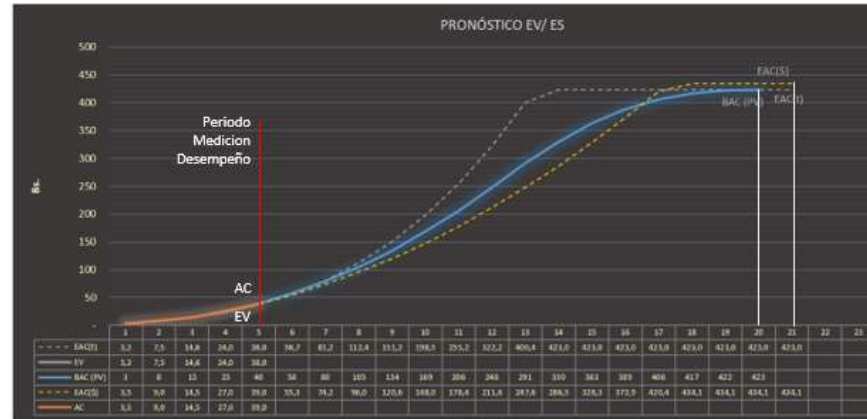
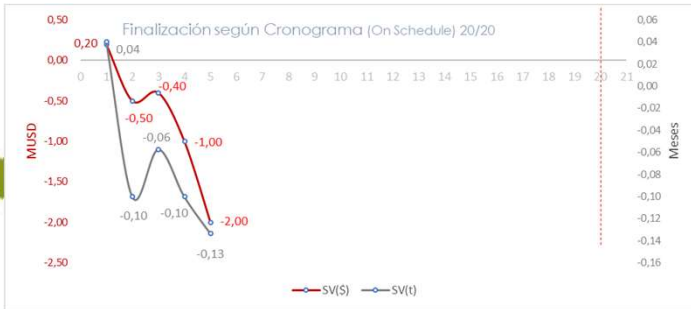
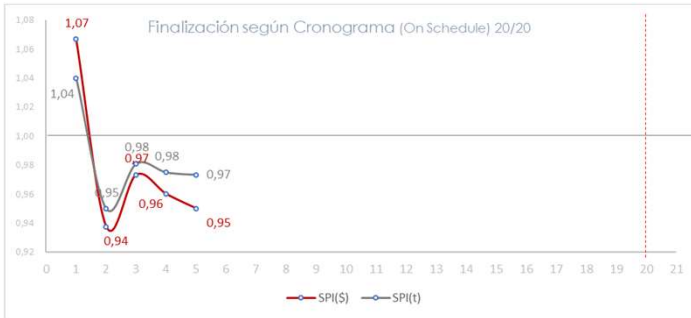
Conclusão de acordo com o cronograma

On schedule



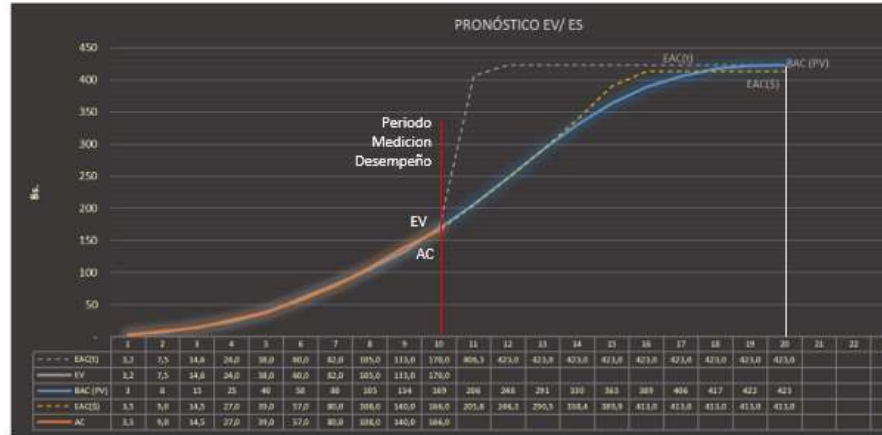
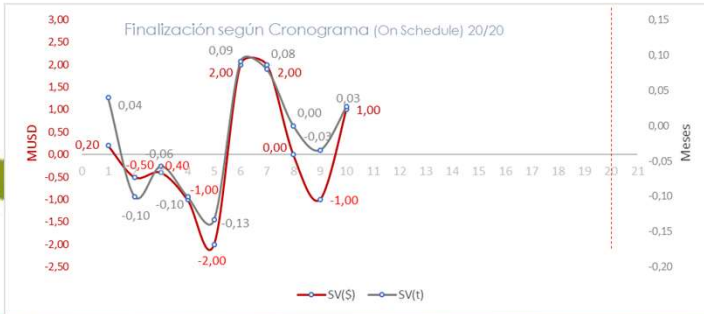
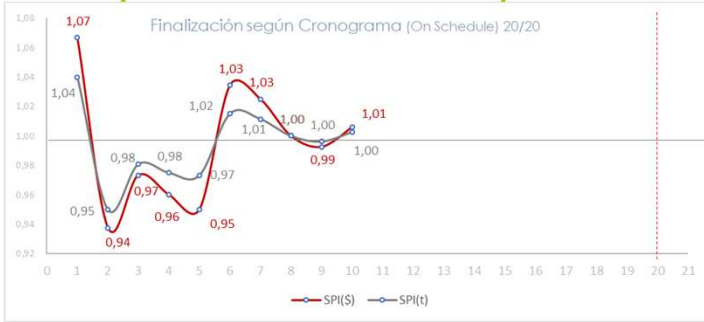
Conclusão de acordo com o cronograma: medição de desempenho de 25%

Completion on schedule: 25% performance measurement



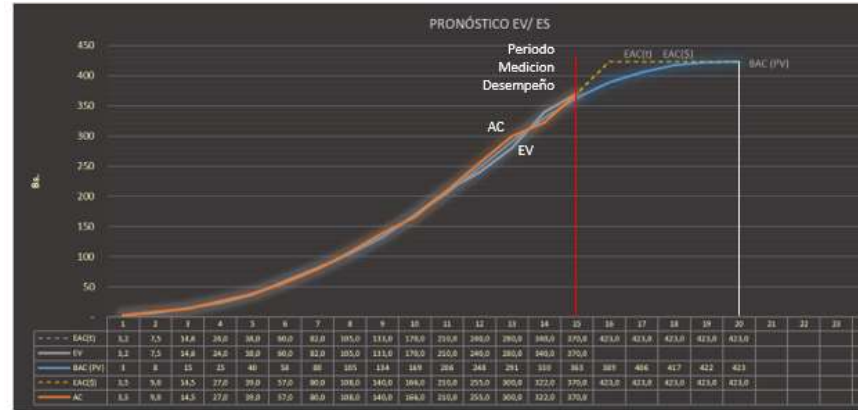
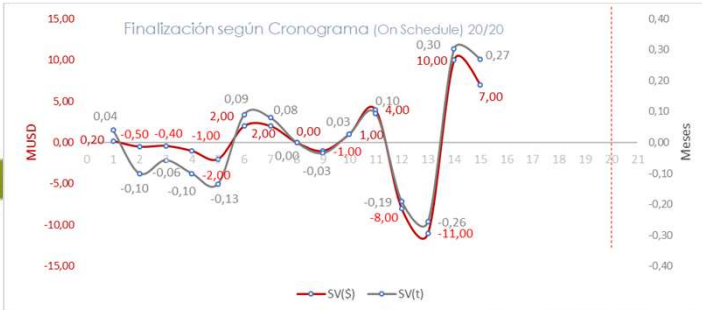
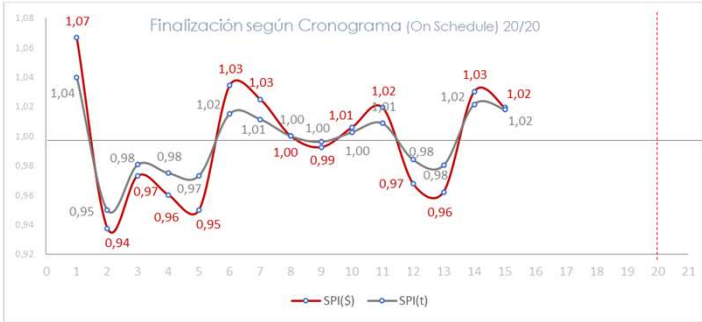
Conclusão de acordo com o cronograma: medição de desempenho de 50%

Completion on schedule: 50% performance measurement



Conclusão de acordo com o cronograma: medição de desempenho de 75%

Completion on schedule: 75% performance measurement

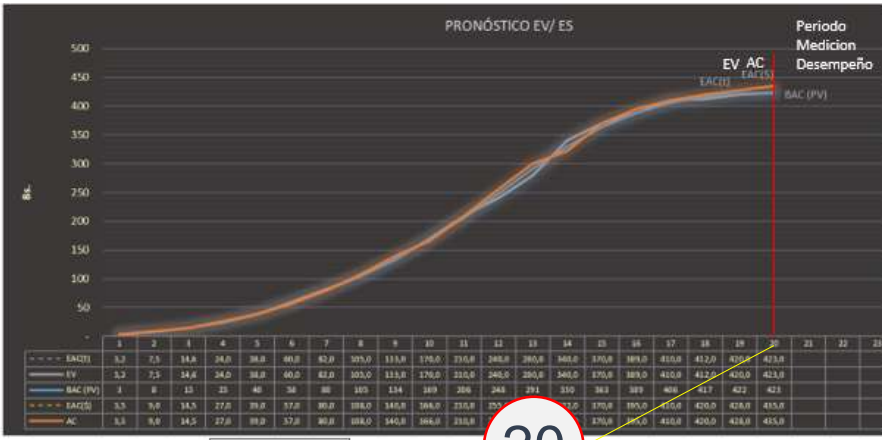
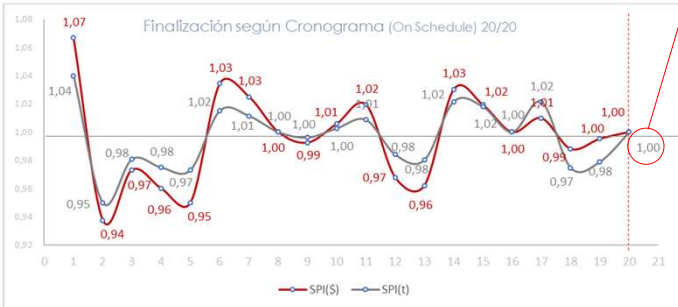


Conclusão de acordo com o cronograma: medição de desempenho 100%

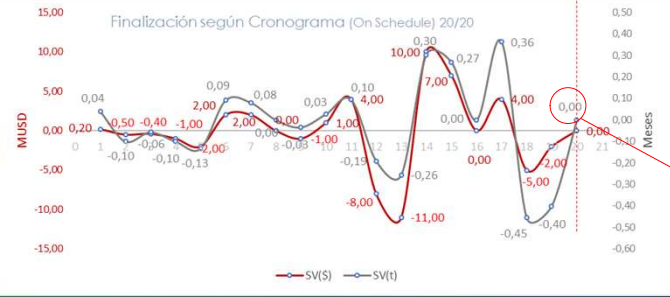
Completion on schedule: 100% performance measurement



1,00



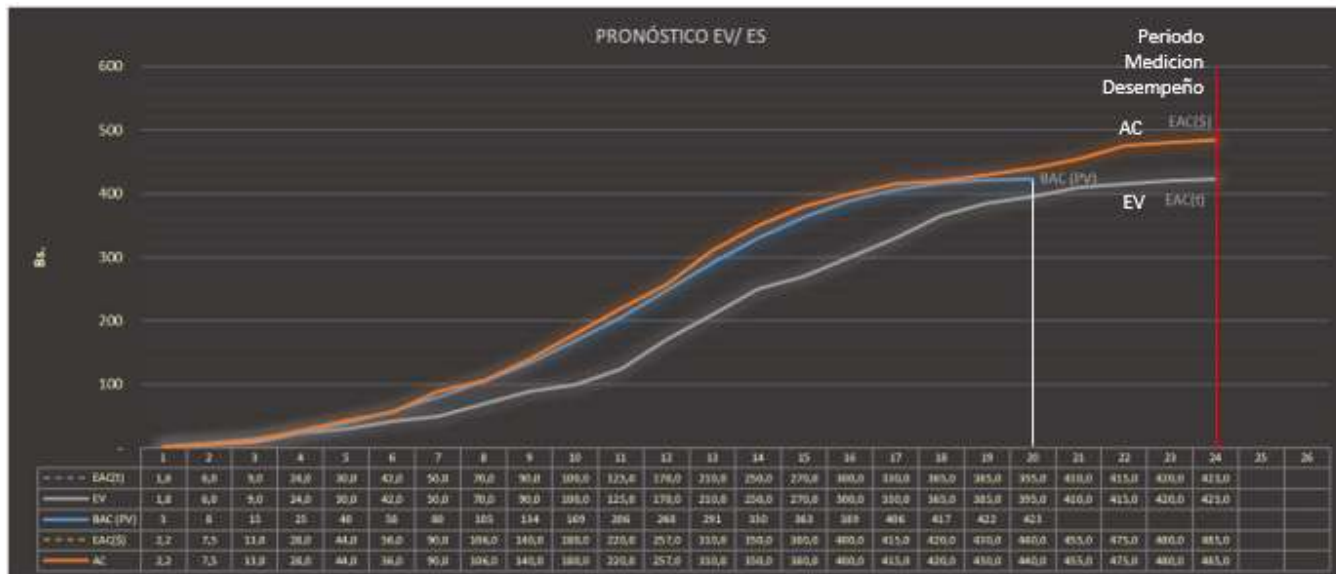
20



0,00

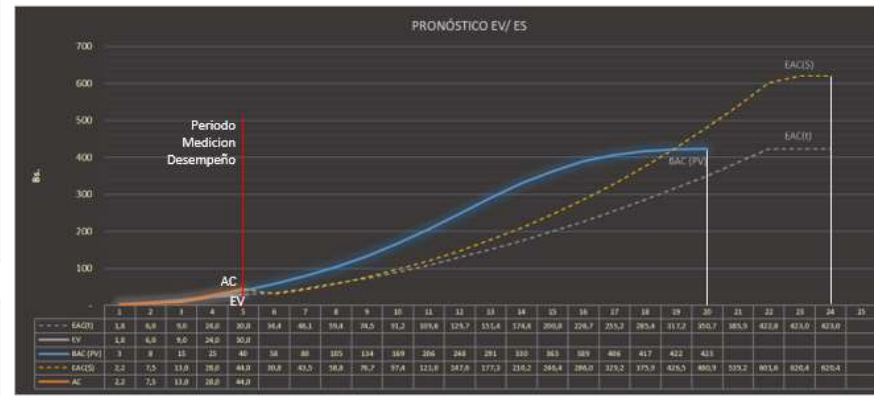
Conclusão tardia

Late finish



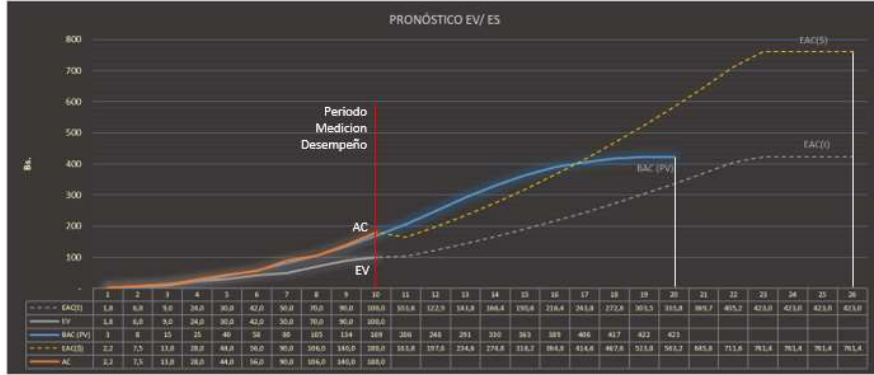
Conclusão tardia: medição de desempenho de 25%

Late finish: 25% performance measurement



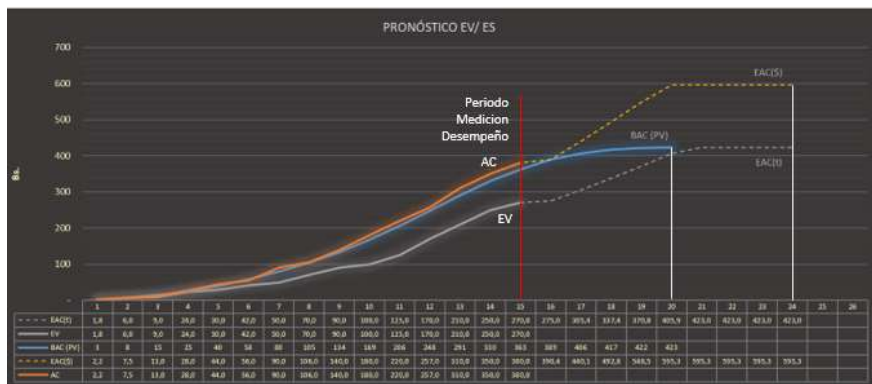
Conclusão tardia: medição de desempenho de 50%

Late finish: 50% performance measurement



Conclusão tardia: medição de desempenho de 75%

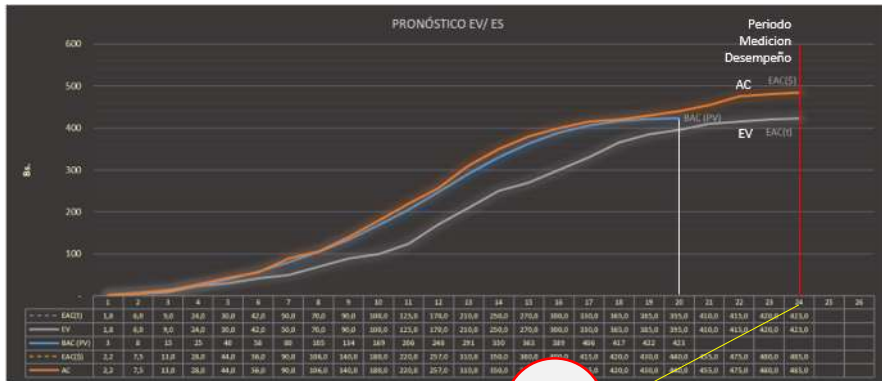
Late finish: 75% performance measurement



Conclusão tardia: medição de desempenho 100%

Late finish: 100% performance measurement

0,83



24



-4,00

Então, qual indicador você considera mais eficaz?

SPI_(t)

- Mais preciso
- Mais realista
- Melhor performance
- Maior objetividade na tomada de decisões

SPI_(\$)

- Interpretação confusa
- Perspectiva equivocada
- Distorção
- Irrealista

Qual é a taxa média de conclusão de projetos no seu país?

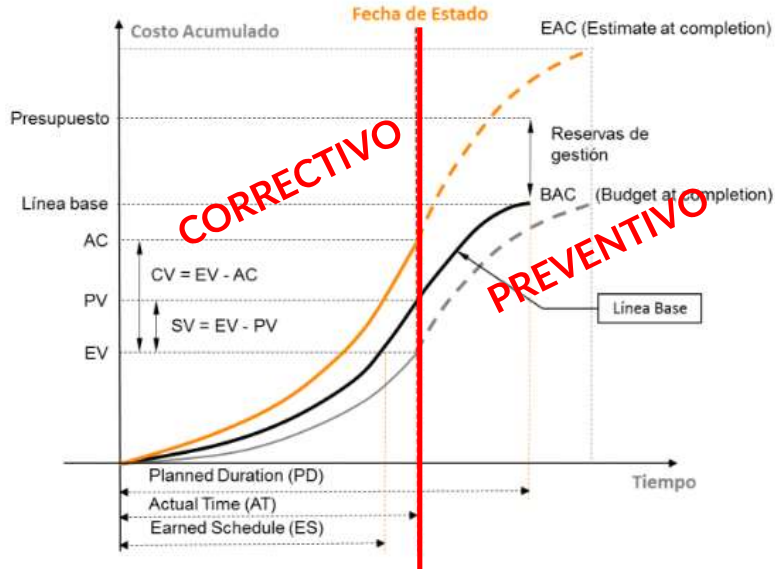
_____ % (Early finish)

_____ % (On schedule)

_____ % (Late finish)



Regra de ouro para aumentar a probabilidade de sucesso do seu projeto...



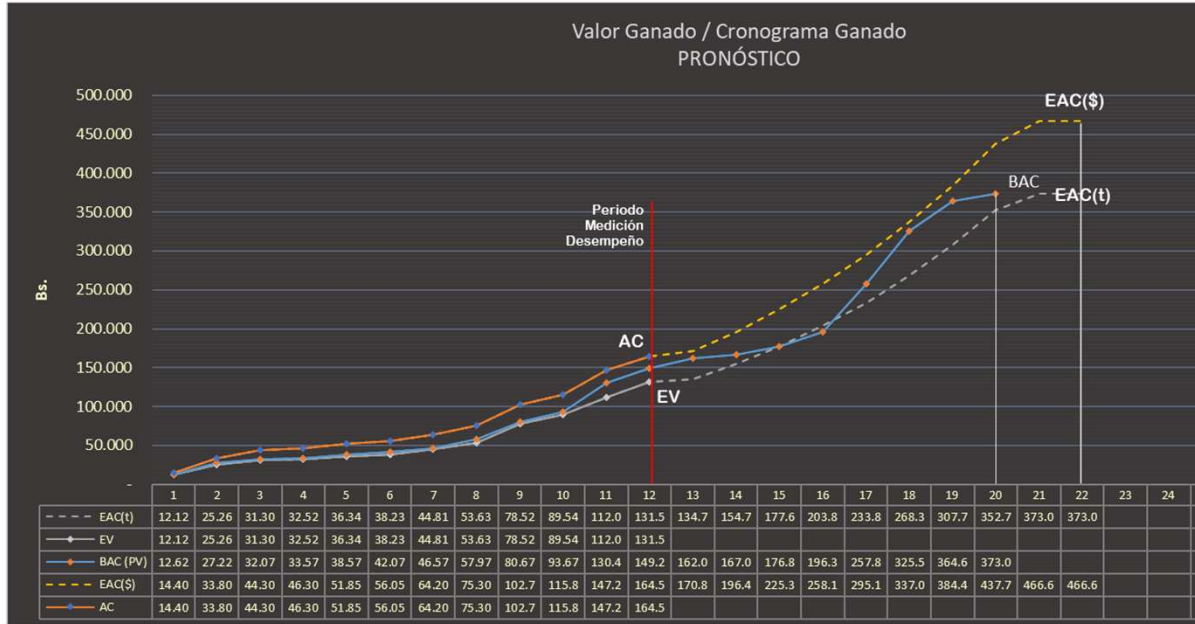
- Ter um mecanismo eficaz de controle do projeto, para determinar medidas preventivas e/ou corretivas desde as fases iniciais.

O que todo Gerente de Projeto quer ver e saber!



*Quando e
Quanto o
projeto será
concluído?*

A partir dos indicadores EVM e ESM é possível gerar uma série de gráficos de estado...



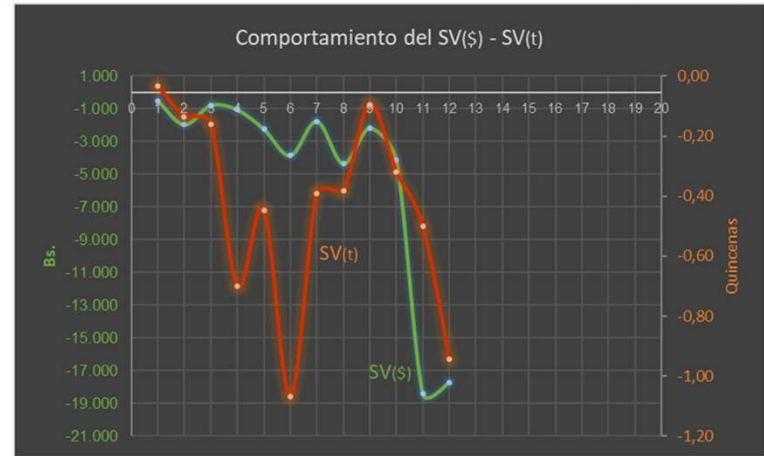
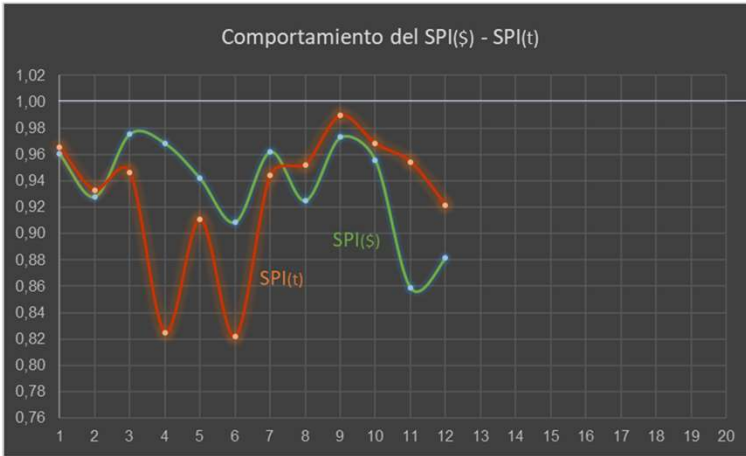
A partir dos indicadores EVM e ESM é possível gerar uma série de gráficos de estado...



Um painel para ter um controle global e efetivo do projeto...



Compare o $SPI(t)$ com o $SPI(\$)$ durante o desenvolvimento do projeto...



Análise do status do projeto em relação ao planejado...



TRABAJO PLANIFICADO			
PRESUPUESTO TOTAL	VALOR PLANIFICADO A PERIODO	% A GASTAR HASTA EL PERIODO	% A COMPLETAR SEGÚN PLANIF. A PERIODO
BAC	PV	% A GASTAR	% A COMPLETAR
373.078,00	149.278,00	40,01%	40,01%

ANALISIS DE VALOR GANADO (EVA)								
COSTO REAL A PERIODO	% GASTADO DEL TOTAL A PERIODO	VALOR GANADO A PERIODO	% COMPLETADO A PERIODO	VARIACION DE COSTO A PERIODO (\$)	ÍNDICE DE DESEMPEÑO DE COSTO	SOBRE COSTO (%)	ÍNDICE DE DESEMPEÑO DE CRONOGRAMA (\$)	ÍNDICE DE COSTO-CRONOGRAMA
AC	% GASTADO	EV	% COMPLETAD	CV	CPI	%CV	SPI (\$)	CSI
164.555,00	44,11%	131.570,96	35,27%	-32.984,04	0,80	25,07%	0,88	0,70

ANALISIS DE CRONOGRAMA GANADO (ESA)			
CRONOGRAMA GANADO A PERIODO [Quincenas]	VARIACION DE CRONOGRAMA A PERIODO [Quincenas]	ÍNDICE DE DESEMPEÑO DE CRONOGRAMA (t)	RETRASO EN CRONOGRAMA (%)
ES	SV (t)	SPI (t)	%SV (t)
11,06	-0,94	0,92	7,85%

Previsão do projeto...



PRONÓSTICO DEL PROYECTO

ESTIMACIÓN A LA CONCLUSIÓN (\$) [Bs.]	ESTIMACIÓN A LA CONCLUSIÓN (t) [Quincenas]	VARIACIÓN A LA CONCLUSIÓN DEL PROYECTO [Bs.]	PORCENTAJE DE INCREMENTO PRESUPUESTO FINAL	VARIACIÓN A LA CONCLUSIÓN DEL PROYECTO [Quincenas]	PORCENTAJE DE INCREMENTO CRONOGRAMA FINAL	ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL TRABAJO POR COMPLETAR (\$)	ÍNDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA POR COMPLETAR (t)	ESTIMACIÓN DE LA FECHA DE FINALIZACIÓN (t)
EAC (\$)	EAC (t)	VAC (\$)	%VAC (\$)	VAC (t)	%VAC (t)	TCPI	TSPI	IECD
466.606,38	22,00	-93.528,38	25,07%	-2,00	10,00%	● 1,16	● 1,12	▲ 05/07/2020



Conclusões



CONCLUSÕES

1. Os indicadores ESM – $SPI_{(t)}$ e $SV_{(t)}$ – mostram de forma mais objetiva o status de desempenho do cronograma no projeto.
2. Os indicadores $SPI_{(s)}$ e $SV_{(s)}$ sempre terminam em 1,00 e 0,00 respectivamente, independentemente de o projeto ter sido concluído conforme planejado ou com término atrasado (**Late Finish**)
3. O cenário onde a eficácia dos indicadores do **ESM** é melhor evidenciada é na conclusão tardia, o caso mais comum na maioria dos projetos a nível mundial.
4. É mais fácil entender o desempenho do cronograma do projeto em termos da variável tempo do que da variável monetária.
5. O $SPI_{(s)}$ apresenta uma distorção substancial antes de entrar no último terço da duração do projeto. Quase nos primeiros dois terços, a curva também se deforma estranhamente.
6. O Modelo de Gestão de Projetos criado e utilizado para a realização das simulações, suporta efetivamente a análise de diferentes cenários comportamentais do ESM, através de seus indicadores $SPI_{(t)}$, $SV_{(t)}$, ES, $ETC_{(t)}$, $EAC_{(t)}$, $VAC_{(t)}$, TSPI, IECD.
7. A aplicação combinada de EVM e ESM é mais eficaz na medição do desempenho do projeto.



Perguntas?



THANK YOU

“O que plantamos hoje, amanhã outros colherão, mas com nosso DNA na semente”

Oscar Siles

PMC BOLIVIA
Project Management Consulting®

CERTIFIED aace International CCP

PMP

Oscar Siles Chávez, **CCP™, PMP®**
MANAGER

Address: Villa Luz #6
Av. Beni y 6to anillo
Phone: +591 33 296569
Mob: +591 707 22 333
Santa Cruz-Bolivia

WhatsApp, Twitter, LinkedIn, YouTube

www.pmc-bolivia.com
www.oscarsiles.com

osiles@pmc-bolivia.com
oscar.siles.chavez@gmail.com

Entrenamiento & Asesoría