

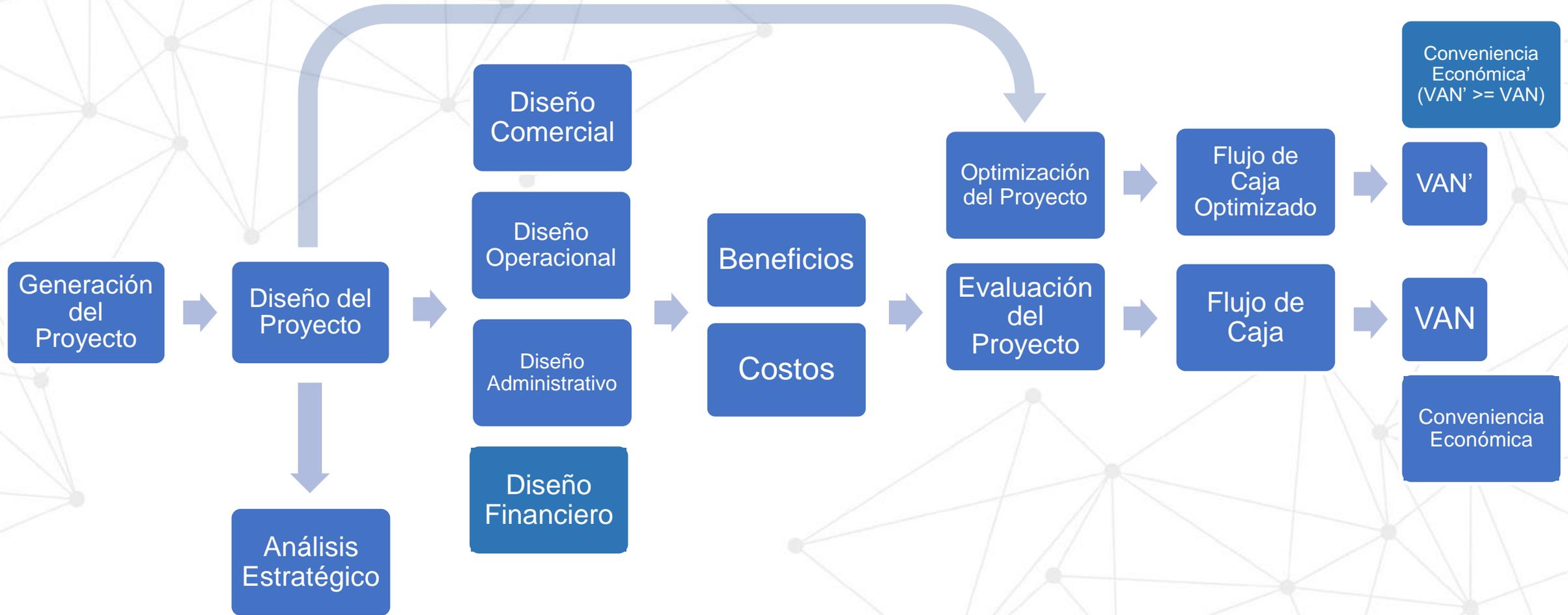
# Evaluación de Proyectos [CI4152-1]

**Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Análisis de Sensibilidad y Escenarios**

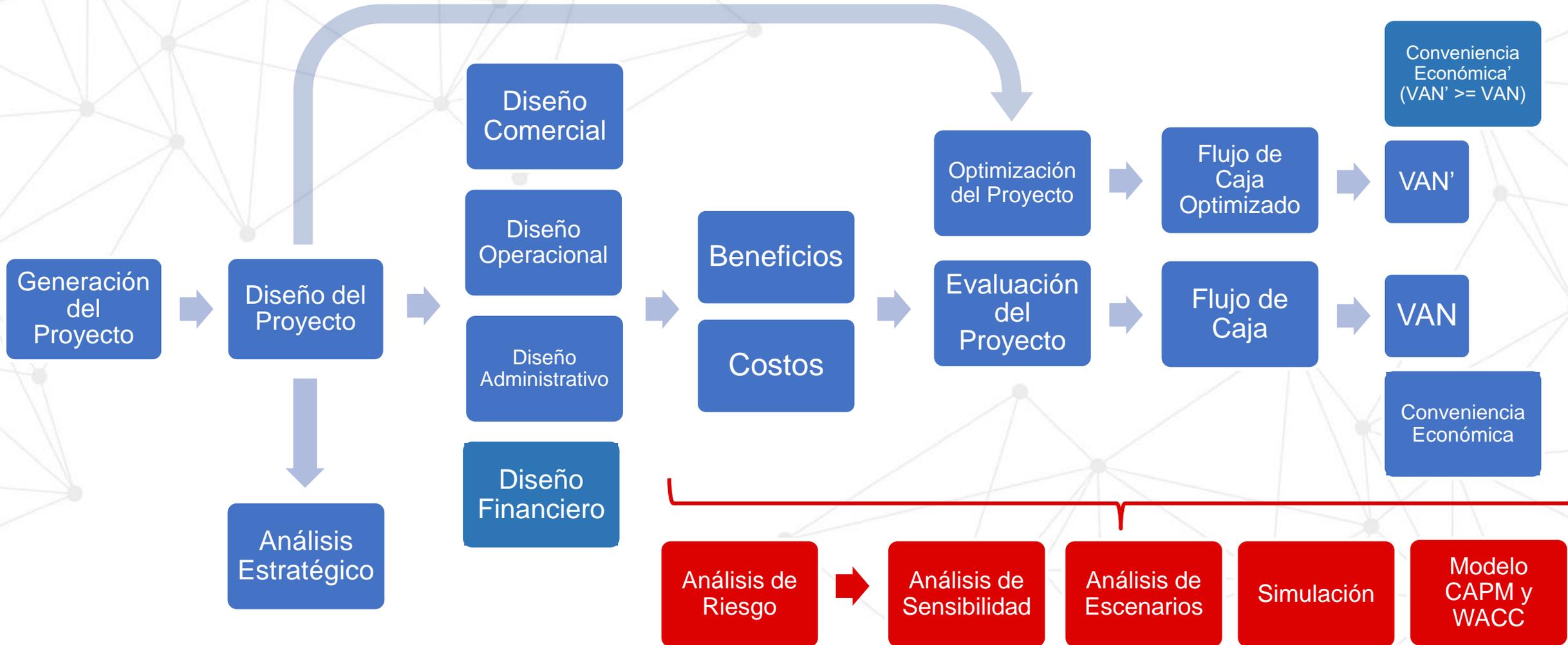
Semestre de Primavera 2024.

Profesor de Cátedra: Diego Gutiérrez Alegría.

# Análisis de Riesgo



# Análisis de Riesgo



# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre

La práctica de la EPP / ESP se realiza mayoritariamente bajo supuestos de certidumbre, con variables determinísticas que son utilizadas indiscriminadamente en los análisis, no considerando la posibilidad de que los valores (costos y beneficios) obtenidos de los diferentes diseños del proyecto puedan variar.

La realidad muestra que ciertas variables del flujo de caja son aleatorias en vez de determinísticas, y esto debe ser considerado dentro del análisis para la EPP / ESP a desarrollar.

Se dice que un proyecto es riesgoso cuando una o varias variables del FDC son aleatorias en vez de determinísticas. En estos casos, no existirá certeza en los flujos de cada periodo. Así, como los indicadores económicos de evaluación de proyectos (por ejemplo, el VAN o la TIR), se calculan a partir de estos flujos, entonces estos indicadores serán también variables aleatorias.

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre

Fuentes típicas de riesgo en proyectos:

- Poco conocimiento de la industria y uso de fuentes de información poco confiables.
- Dinámica en la oferta y demanda del bien o servicio ofrecido.
- Dinámica de los costos de inversión e insumos.
- Cambios en las tasas de interés.
- Nuevas tecnologías.
- Otros.

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV

Constructora Claro Vicuña Valenzuela:

- Ingresos brutos 2021: USD 210,1 millones.
- Crecimiento de ingresos brutos periodo 2020 – 2021: 32,9%.
- Ranking CLA50 2021: 8° empresa constructora con mayores ingresos brutos en Chile y 29° en Latinoamérica.

2022	2021	EMPRESA	PAÍS	INGRESOS 2021 MMUS\$	INGRESOS 2020 MMUS\$	VARIACIÓN %	PARTICIPACIÓN 2021 %	PÁGINA WEB
21	18 ▼ 3	<b>GRUPO ACS*</b>	España	305,0	383,0	-20,4	1,3	www.grupoacs.com
22	26 ▲ 4	<b>SAN MARTÍN CONTRATISTAS GENERALES</b>	Perú	299,6	213,6	40,2	1,3	www.sanmartinperu.pe
23	22 ▼ 1	<b>ARENDAL*</b>	México	290,0	330,0	-12,1	1,2	www.arendal.com.mx
24	29 ▲ 5	<b>INGEVEC</b>	Chile	283,1	167,4	69,1	1,2	www.ingelec.cl
25	44 ▲ 19	<b>TEGRA INCORPORADORA</b>	Brasil	272,8	92,5	194,9	1,2	www.tegraincorporadora.com.br
26	19 ▼ 7	<b>MÉTODO POTENCIAL ENGENHARIA*</b>	Brasil	233,5	227,9	2,4	1,0	www.metodo.com.br
27	NUEVA	<b>INARCO</b>	Chile	228,6	180,3	26,8	1,0	www.inarco.cl
28	27 ▼ 1	<b>U&amp;M MINERACAO E CONSTRUCAO</b>	Brasil	215,5	180,7	19,2	0,9	www.uem.com.br
29	42 ▲ 13	<b>CLARO VICUÑA VALENZUELA</b>	Chile	210,1	158,1	32,9	0,9	www.cvv.cl
30	49 ▲ 19	<b>CONSTRUCAP*</b>	Brasil	203,8	215,0	-5,2	0,9	www.construcap.com.br



# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV



SOCOVESA

**ingevec**

**FLESAN**

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV

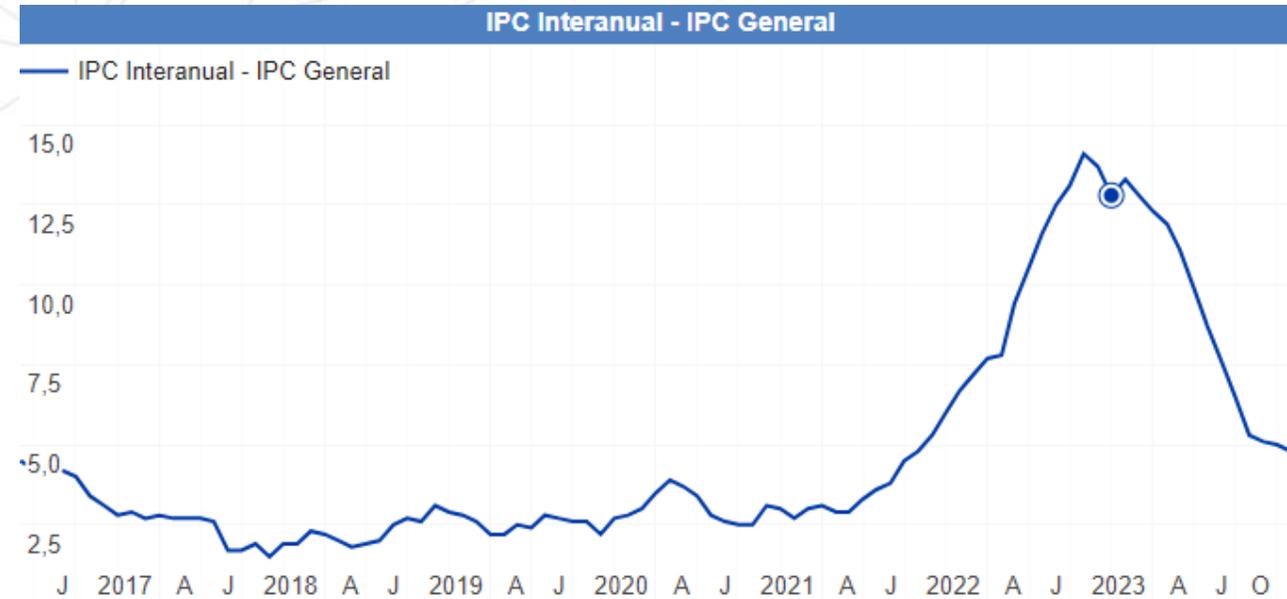
- 21/10/2022 CVV solicita su quiebra voluntaria, desmovilizando más de 30 obras y despidiendo a cerca de 2.500 personas.
- 10/11/2022 9° Juzgado Civil de Santiago decreta la quiebra de CVV. Luego de más de 65 años operando como una de las empresas constructoras líderes a nivel nacional, la empresa sería liquidada.



Justicia decreta la quiebra de constructora Claro, Vicuña, Valenzuela: bienes deben ser puestos a disposición de la liquidadora

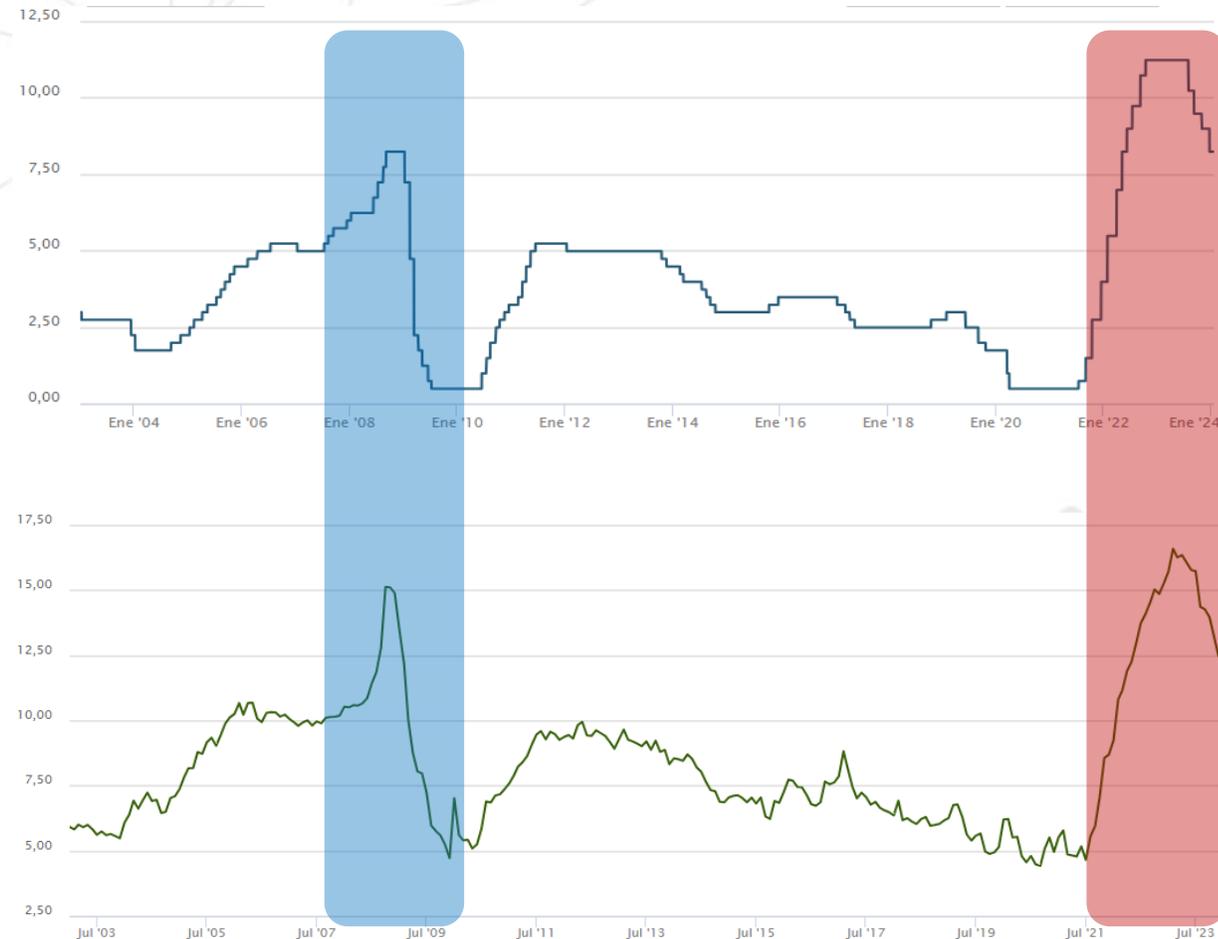
Tras esta resolución, se tiene luz verde para incautar todo el patrimonio de la empresa, indicó la jueza del 9° Juzgado Civil de Santiago.

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV



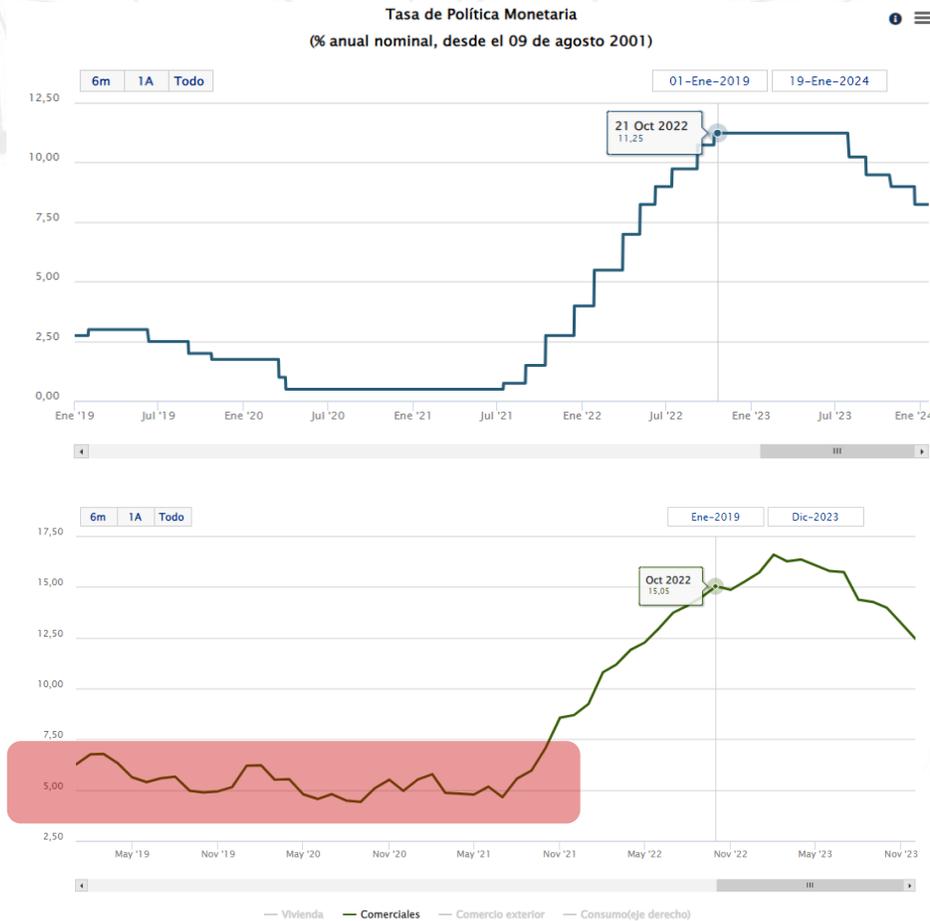
2022	UTM (1)	UTA (2)	Indice de Precios al Consumidor (IPC)		Variación Porcentual	
			Valor en puntos (6)	Mensual (3)	Acumulado 2022 (4)	Ultimos 12 meses (5)
Octubre	60.310	723.720	127,41	0,5	11,4	12,8

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV



-  Crisis Hipotecas Sub Prime / Crisis Financiera 2007 - 2008
-  Pandemia COVID-19 (inflación externa + ayudas fiscales que implicaron presiones extraordinarias en demanda interna)

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV



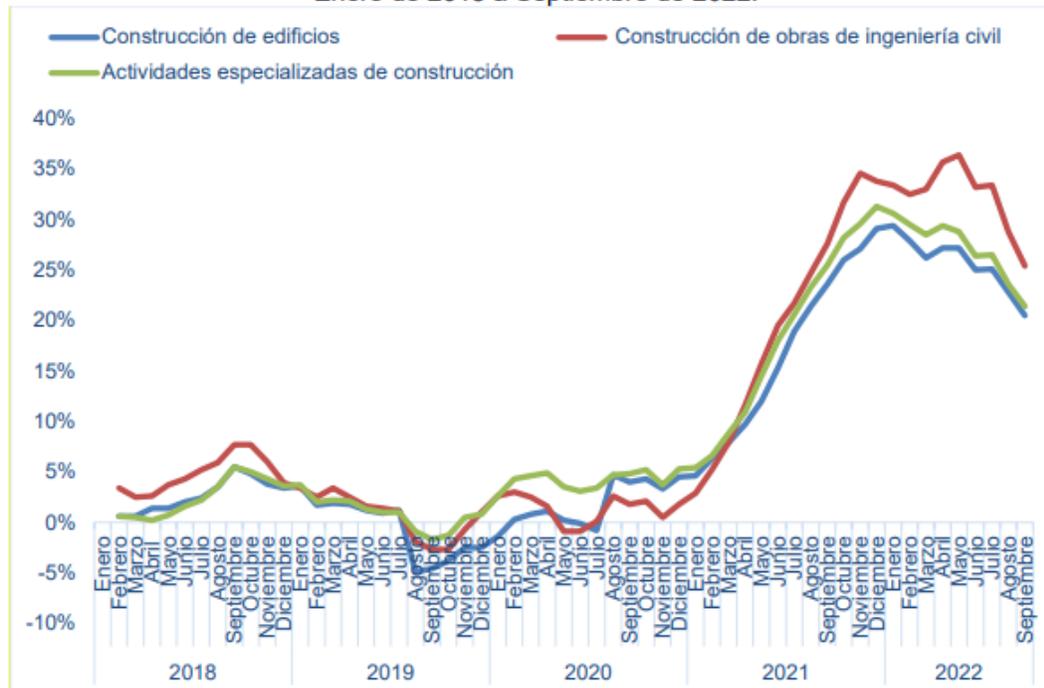
Alzas en la TPM para combatir los altos índices de inflación presentes a nivel nacional.

Tasa de Interés Comercial de 15,05% real anual, en el mes en el que CVV pidió su quiebra voluntaria.

Un año atrás, la tasa oscilaba en torno al 6%.

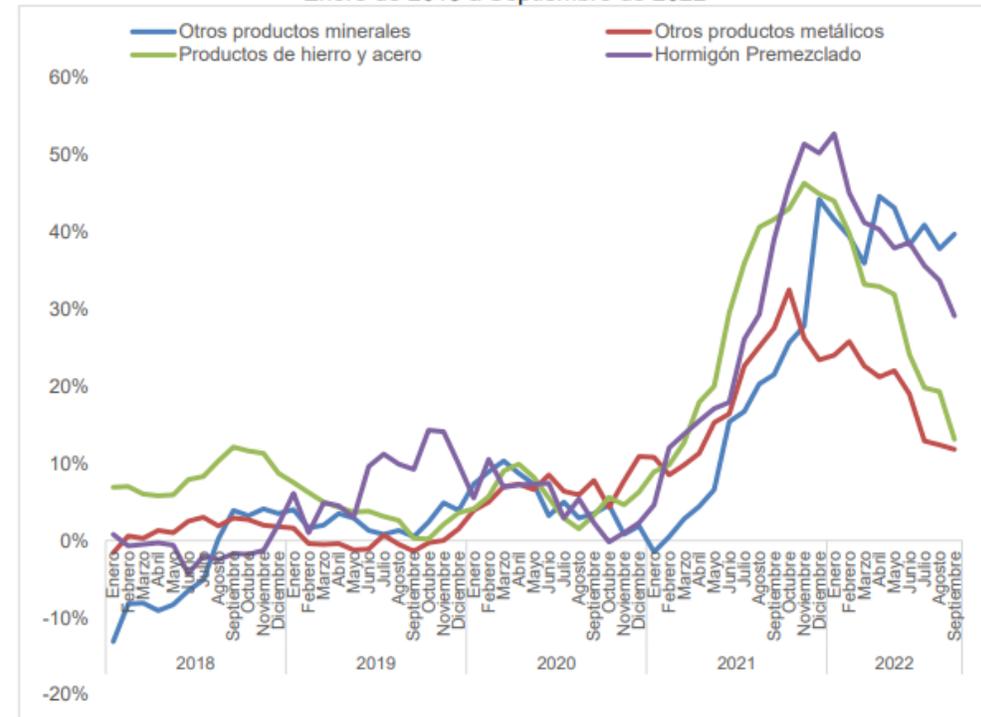
# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV

Gráfico n°1. Evolución de la variación en los precios de materiales de construcción.  
Por tipo de construcción  
Enero de 2018 a Septiembre de 2022.



Fuente. Bases de datos del INE. Índices de precios al productor (2022)

Gráfico n°2. Evolución de la variación en los precios de materiales de mayor intensidad en la construcción de edificios.  
Enero de 2018 a Septiembre de 2022



Fuente: Bases de datos del INE. Índice de precios al productor (2022)

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV

Motivos principales:

- Naturaleza no reajutable en algunos de los contratos adjudicados por CVV.
- Alza en los precios de los materiales de construcción. Baja disponibilidad de mano de obra por COVID-19.
- No retroactividad de medidas implementadas por el Estado al inicio de la Pandemia.
- Pasivos de la empresa por sobre los USD 60 millones.
- Inflación en 2 dígitos. TPM en su máximo histórico al momento de solicitar la quiebra (11,25 puntos), lo que implicó altas tasas de interés comercial.
- Confinamiento en China por COVID-19. Debilitamiento de la moneda nacional (alza en el precio del dólar).
- Endeudamiento del MOP con CVV. Atrasos en el pago de EDPs.

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV

Atrasos en el pago de EDPs.

## Pérdida de Poder Adquisitivo

- La no disponibilidad inmediata del pago generará una pérdida de poder adquisitivo de dicho capital si no existe un mecanismo de reajuste, debido a la inflación.

## Endeudamiento

- Además, no contar con dicho capital obligará a las constructoras a endeudarse para poder cumplir con las obligaciones contractuales de sus subcontratos, lo que implica pago de intereses adicionales. Si se decidiera no endeudarse, de igual forma se tienen intereses por mora o multas asociadas.

## Costo de Oportunidad

- Finalmente, si se tuviera el capital disponible, parte de este podría ser invertido en una alternativa disponible de bajo riesgo, que pudiera generar ingresos financieros constantes, situación que ya no sería posible.

# Evaluación de Proyectos Bajo Incertidumbre – Caso CVV

CChC calcula 15 mil viviendas sociales en riesgo por escalada de precios de materiales y pide que contratos se adecúen

Según el gremio, de los proyectos que fueron licitados en 2020, 55 han sido renunciados y 27 no han iniciado.

Ministros García y Marcel anuncian reajuste de contratos ante alza de materiales de la construcción que permitirá proteger cerca de 30 mil empleos en todo el país

De acuerdo a estimaciones del Ministerio, este reajuste polinómico impactará al 82% de las empresas que hoy tienen contratos con el MOP, abarcando un universo potencial de 1.423 contratos correspondientes a 436 empresas.

**Reajustes retroactivos a contratos de obras públicas: MOP ya ha aprobado pagos a 165 empresas por \$81 mil millones**

La medida excepcional adoptada por la cartera que lidera Juan Carlos García ha recibido más de 500 solicitudes, sobre un tercio de los contratos en ejecución. El beneficio estará vigente hasta el próximo 31 de marzo.

# Metodologías de Análisis Individual de Riesgo en Proyectos

Estas metodologías nos permiten evaluar la conveniencia de cada alternativa de proyecto de inversión separadamente. Dentro de este enfoque existen diversos métodos para determinar la conveniencia de un proyecto:

- Análisis de Sensibilidad.
- Análisis de Escenarios.
- Simulación.
- Ajustes en la tasa de descuento.

# Análisis de Sensibilidad

Primero, se realiza la EDP del proyecto en una situación base, tomando los valores esperados o medios de las variables aleatorias. Después, se determinan las variables que, a priori, resulta más significativas y que afectan de mayor manera a los indicadores económicos del proyecto, y se modifican en cierto rango para ver cómo estos van cambiando.

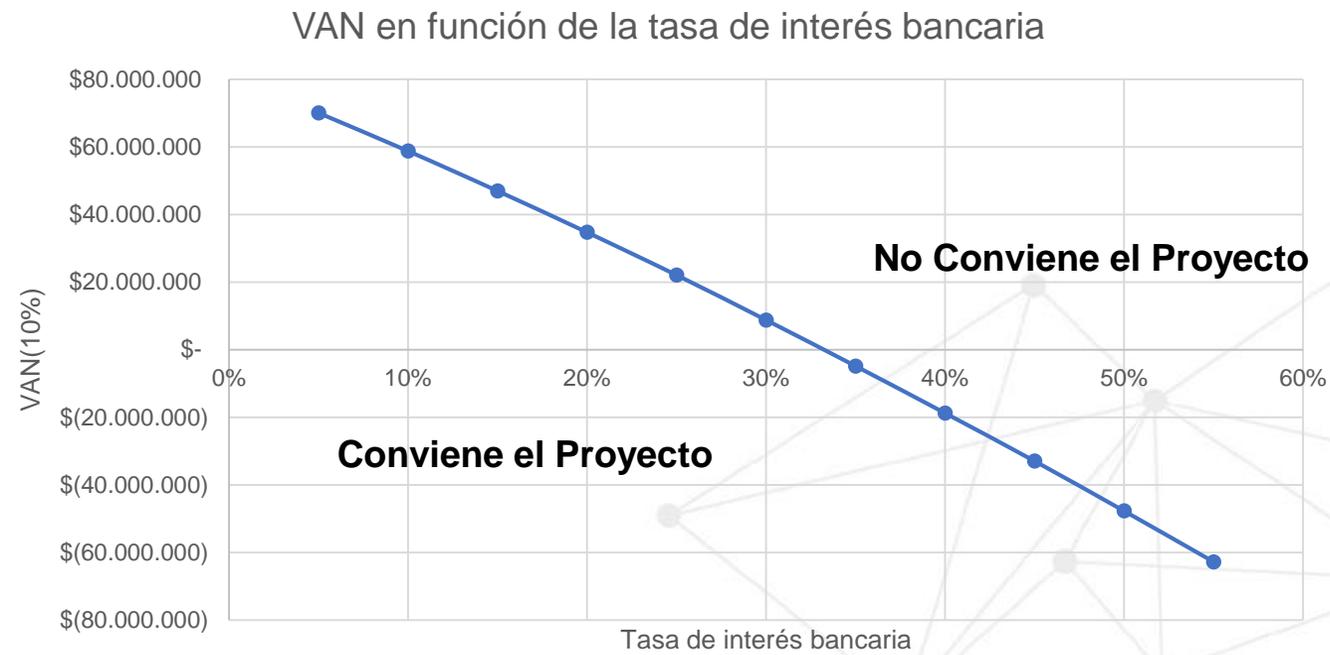
Entre las variables más significativas, generalmente se tienen:

- Precios de venta.
- Costos de insumo.
- Volúmenes de venta.
- Inversión.
- Tasas de interés.

Considerar siempre, que las variables más significativas pueden variar de proyecto en proyecto.

# Análisis de Sensibilidad

Si una variable aleatoria tiene una varianza considerable (variable riesgosa), es recomendable hacer un análisis de sensibilidad a dicha variable.



Tasa de Interés  
Bancaria Límite:

33,22%.

# Análisis de Sensibilidad

Por otro lado, una vez ya realizado el Análisis de Sensibilidad, es recomendable determinar cuál de las variables inicialmente seleccionadas para el análisis provocan un mayor impacto en los indicadores económicos.

¿Cómo se puede determinar eso? Utilizando el concepto de elasticidad.

$$\text{Elasticidad} = \frac{\frac{\text{Delta VAN}}{VAN_0}}{\frac{\text{Delta X}}{X_0}}$$

# Análisis de Sensibilidad

$$Elasticidad = \frac{\frac{Delta\ VAN}{VAN_0}}{\frac{Delta\ X}{X_0}}$$

	Precio Variable	VAN	Variación VAN	Delta VAN/VAN <sub>0</sub>	Elasticidad
<b>-10%</b>	\$ 900	\$ 37.442.633	\$ 15.411.064	69,9%	699%
<b>Caso Base</b>	\$ 1.000	\$ 22.031.569	\$ -	0,0%	0%
<b>10%</b>	\$ 1.100	\$ 6.447.658	\$ -15.583.911	-70,7%	-707%

# Análisis de Sensibilidad

## Ventajas del Análisis de Sensibilidad:

- Fácil aplicación y fácil de entender. Sirve bien como primer paso.
- Útil si no se cuenta con la información histórica asociada al comportamiento de la variable.

## Desventajas del Análisis de Sensibilidad:

- Sólo permite analizar variaciones de un sólo parámetro a la vez.
- No utiliza la distribución de probabilidad del parámetro a sensibilizar (en el caso de contar con dicha información, este método no lo aprovecha).
- No entrega la distribución de probabilidades del indicador de rentabilidad.

# Análisis de Escenarios

Este método permite resolver el problema de la unidimensionalidad del análisis de sensibilidad. Esto se logra a través de definir escenarios para las distintas variables riesgosas que afectan la inversión.

Cada escenario está determinado por los valores que supuestamente tomarían las variables riesgosas en estos. Habitualmente se definen 3 escenarios: optimista, medio (también llamado escenario base o neutro) y pesimista.

Es importante que exista cierta coherencia entre las variables a modificar del escenario y su porcentaje de probabilidad de ocurrencia.

# Análisis de Escenarios



Digamos que, dentro de nuestras variables a considerar en nuestro análisis de escenarios, está el precio de cotización de la libra de cobre en la Bolsa de Metales de Londres, así como también el tipo de cambio CLP - USD (importante para, por ejemplo, conocer el costo de bienes o materia prima importada).

¿Es correcto señalar que, en un escenario probable, el dólar suba un 10% y que, al mismo tiempo, el cobre suba un 50% según cotizaciones en la BML?

# Análisis de Escenarios

Según el Banco Central de Chile, existe causalidad a la Granger del precio del cobre sobre el tipo de cambio CLP - USD para todos los plazos por sobre cuatro semanas. Con respecto a la dirección inversa, la causalidad es para todos los plazos.

Causalidad Wiener-Granger: Prueba que sirve para comprobar si los resultados de una variable sirven para predecir a otra, así como también para saber si esta causalidad es unidireccional o bidireccional.



 BANCO CENTRAL DE CHILE

---

**RELACIÓN ENTRE EL DÓLAR, EL PRECIO DEL COBRE Y EL IPSA EN DISTINTAS ESCALAS DE TIEMPO: UNA APROXIMACIÓN A TRAVÉS DE WAVELET**

Werner Kristjanpoller R.\*  
Alejandro Sierra C.\*

---

**I. INTRODUCCIÓN**

El poder determinar la influencia del precio del cobre en el tipo de cambio y cómo estas dos variables afectan al mercado accionario chileno, es importante debido a sus repercusiones en la economía chilena. Más aún, el establecer si existe una dirección en la relación de estas variables genera la base para tomar decisiones y predecir su comportamiento. Pero habitualmente se realiza este análisis sin tener en cuenta la influencia de la frecuencia temporal, como por ejemplo cuál es el efecto o relación de corto plazo y cuál es el de largo plazo. Por ello, este estudio busca determinar la relación entre el tipo de cambio, el precio del cobre y el mercado accionario chileno a diferentes escalas de tiempo. De hecho, el hacer un análisis de causalidad con precios semanales y compararlo con el análisis con precios mensuales podría ser una forma simple de analizar diferentes plazos, pero en ese análisis mensual se está incorporando el efecto semanal, dado que no se desagregan las series. Por ello, bajo el análisis de descomposición, cada serie contiene solo el comportamiento de su plazo, quedando sin interferencia de los plazos menores y mayores que ella. Obviamente, estas interferencias implican que las conclusiones que se deducen de manera tradicional no son completamente válidas.

Para cumplir con este objetivo se aplicará *wavelet* mediante el análisis multiresolución, lo que permitirá realizar la descomposición de las series de tiempo en diferentes escalas de tiempo. Al poder descomponer las series en diferentes escalas y aplicando causalidad a la Granger, se podrá determinar la dirección de la relación para diferentes plazos temporales, pudiéndose distinguir comportamiento de corto, mediano y largo plazo. El análisis con diferentes escalas temporales logra determinar verdaderas relaciones a diferentes horizontes, lo que es mejor que un análisis a nivel general, ya que este no puede percibir algunas relaciones temporales e incluso puede evidenciarlas erróneamente. Para mayor robustez de las conclusiones, se aplicará un modelo de causalidad a la Granger no lineal.

Existen diferentes estudios de aplicaciones de *wavelet* en mercados accionarios y de materias primas: Shik Lee (2004), Xiong et al. (2005), Fernández (2006), Graham et al. (2013), Lai et al. (2006), Tiwari et al. (2013), Sadorsky (2000) y Zhang y Wei (2010), entre otros.

---

\* Departamento de Industrias, Universidad Técnica Federico Santa María. E-mails: werner.kristjanpoller@usm.cl; alejandro.sierra@lumos.usm.cl

56

# Análisis de Escenarios

**DF** DIARIO FINANCIERO

[Inicio](#) > [Mercados](#) > [Bolsa & Monedas](#)

Bolsa & Monedas

**Dólar cierra bajo \$900 por primera vez desde inicios de enero por crecientes expectativas de que el precio del cobre seguirá escalando**

Una decena de divisas emergentes se apreció frente al dólar, destacando el peso chileno en el segundo lugar del ranking.

**LT PULSO**

PULSO PM

Monedas Dólar ...

## El dólar extiende sus ganancias en medio del desplome del cobre tras cifras desde China y aversión global al riesgo

La moneda de Estados Unidos en Chile busca extender su tendencia consecutivas de ganancias.

Emiliano Carrizo y Agencia Reuters **16 ABR 2024** 04:23 PM Tiempo de lectura: 4 minutos

# Análisis de Escenarios

De esta forma, un escenario es un cambio coherente en las variables riesgosas, ya que no todas las combinaciones de variables aleatorias son igualmente probables. La definición de los escenarios posibles debe ser realizada por la propia organización que está evaluando el proyecto o por expertos de ese sector industrial.

Este método es levemente mejor que el de sensibilidad, ya que considera que hay variables que pueden variar en forma conjunta (no necesariamente una a la vez), pero mantiene las desventajas y sesgos del análisis anterior.

# Análisis de Escenarios

Análisis de Escenarios: Multivariable - Para Flujo de Caja Financiado						
Variable	Rango			VAN		
	Pesimista	Esperado	Optimista	Pesimista	Esperado	Optimista
Tasa de Interés	30,00%	25,00%	20,00%	\$ -24.136.487	\$ 22.031.569	\$ 65.404.071
% VR Infraestructura	70%	80%	90%			
Costo Terreno	\$ 120.000.000	\$ 100.000.000	\$ 80.000.000			
Precio Insumo X	\$ 1.100	\$ 1.000	\$ 900			

Ponderador	0,25	0,50	0,25
------------	------	------	------

VAN Esperado	\$ 21.332.680
--------------	---------------

# Otros Análisis

Precio Insumo / Tasa Interés	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%
500	\$ 146.334.572	\$ 135.205.810	\$ 123.624.448	\$ 111.586.971	\$ 98.958.660	\$ 85.976.275	\$ 72.669.595	\$ 59.066.186	\$ 44.900.965	\$ 30.446.279	\$ 15.761.414
600	\$ 131.075.775	\$ 119.947.014	\$ 108.365.652	\$ 96.207.965	\$ 83.579.653	\$ 70.597.268	\$ 57.290.588	\$ 43.519.762	\$ 29.317.054	\$ 14.862.368	\$ 177.503
700	\$ 115.816.979	\$ 104.688.218	\$ 93.071.192	\$ 80.828.958	\$ 68.200.647	\$ 55.218.261	\$ 41.862.772	\$ 27.935.851	\$ 13.733.143	\$ -	\$ -
800	\$ 100.558.183	\$ 89.429.422	\$ 77.692.185	\$ 65.449.951	\$ 52.821.640	\$ 39.839.255	\$ 26.278.861	\$ 12.351.940	\$ -	\$ -	\$ -
900	\$ 85.299.387	\$ 74.135.169	\$ 62.313.179	\$ 50.070.945	\$ 37.442.633	\$ 24.320.151	\$ 10.694.951	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.000	\$ 70.040.590	\$ 58.756.162	\$ 46.934.172	\$ 34.691.938	\$ 22.031.569	\$ 8.736.241	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.100	\$ 54.742.722	\$ 43.377.156	\$ 31.555.165	\$ 19.312.931	\$ 6.447.658	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.200	\$ 39.363.715	\$ 27.998.149	\$ 16.176.159	\$ 3.798.775	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.300	\$ 23.984.709	\$ 12.619.142	\$ 756.874	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.400	\$ 8.605.702	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.500	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

# Próxima Clase

- Simulación.
- Método de Montecarlo.
- Riesgo Sistemático y Riesgo no Sistemático.
- Ajustes a la tasa de descuento. Introducción CAPM.



# **dic** INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD DE CHILE



SECCIÓN INGENIERÍA CIVIL

