

# Modelo financiero para proyectos de minería de pequeña escala

**Módulo 5:** Análisis de la informalidad e integración de las externalidades sociales y medioambientales al modelo financiero

# Contenidos

1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala
2. Consideración de la alternativa de proyecto informal
3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia
4. El concepto de externalidad
5. Cuantificación y monetización de las variables
6. Externalidades consideradas en el modelo financiero
7. Integración de las externalidades al modelo

# Contenidos

- 1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala**
2. Consideración de la alternativa de proyecto informal
3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia
4. El concepto de externalidad
5. Cuantificación y monetización de las variables
6. Externalidades consideradas en el modelo financiero
7. Integración de las externalidades al modelo

# La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala

- Ventajas de la formalidad
  - Legalidad, riesgos, salud, etc...
  - Más rentable
  - Mayores externalidades
- La herramienta de modelización desarrollada permite calibrar las políticas para favorecer la formalización
- No se pretende evaluar la informalidad como una alternativa.



# Contenidos

1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala
- 2. Consideración de la alternativa de proyecto informal**
3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia
4. El concepto de externalidad
5. Cuantificación y monetización de las variables
6. Externalidades consideradas en el modelo financiero
7. Integración de las externalidades al modelo

# Consideración de la alternativa de proyecto informal

## Los supuestos del proyecto hipotético subterráneo en Colombia en un contexto de informalidad

### Modelo de Flujo de Fondos Descontado - Proyecto hipotético subterráneo

#### Parámetros y supuestos clave

##### Plazos del proyecto

Fecha de inicio del modelo	año #	2022
Primer año de producción	año #	2023
Vida de la mina	año #	30

##### Precios

Precio Oro - Escenario de referencia	USD/oz	1.800	LBMA
Precio de venta del proyecto - Nacional	% LBMA	91,0 %	
Precio de venta del proyecto - Informal	% LBMA	70,0 %	

##### Comercialización

Destino de la producción	switch	1
--------------------------	--------	---

##### Incentivos a la formalización

Costos de entrada - Estudios y otros gastos	USD	115.789
Costos de certificación FM	USD	2.500

##### Precio premio

Diferencial FM exportación	% LBMA	6,0 %
Prima por kg vendido	USD/kg	2.500

##### Parámetros económicos

Tasa de descuento	%	15,0 %
-------------------	---	--------

##### Clave de usuario

Entradas ajustables
Información importada de "Datos de Entrada"
Llave de cambio

##### Instrucciones de uso

Sólo cambie las entradas marcadas en amarillo

# Consideración de la alternativa de proyecto informal

## Los supuestos del proyecto hipotético subterráneo en Colombia en un contexto de informalidad

- Los datos geológicos y de extracción y procesamiento son los mismos que para el proyecto formal

<u>Tamaño de la concesión</u>		
Tamaño de concesión	ha	100
<u>Extracción</u>		
Toneladas diarias extraídas	t/d	20
Días de extracción	d	360
<u>Capacidad de planta</u>		
Capacidad máxima de planta	t	7.200
Porcentaje de utilización	%	100 %
<u>Procesamiento</u>		
Toneladas diarias procesadas	t/d	20
Días de procesamiento	d	360
<u>Contenido de Oro</u>		
Tenor / Ley de cabeza	g/t	9,0
Porcentaje de Recuperación	%	75 %
Pureza del doré	%	98 %

# Consideración de la alternativa de proyecto informal

## OPEX Desagregado

OPEX DE MINA		
<b>Salarios personal - Mina</b>	<b>USD</b>	<b>618.489</b>
Picadores y/o perforadores	USD	192.316
Ayudantes de perforación	USD	146.842
Catangeros	USD	139.263
Cocheros	USD	84.553
Mantenimiento	USD	31.832
SST y ambiental	USD	4.737
Gerente	USD	18.947
<b>Servicios e insumos - Mina</b>	<b>USD</b>	<b>520.526</b>
Voladura	USD	473.684
Provisión repuestos equipos	USD	26.316
Herramientas	USD	15.789
Mantenimiento de equipos	USD	4.737
<b>Costos de transporte</b>	<b>USD</b>	<b>71.053</b>
<b>Elementos de seguridad - Mina</b>	<b>USD</b>	<b>7.848</b>
Cascos	USD	1.512
Botas	USD	1.512
Overoles	USD	1.638
Guantes	USD	1.800
Mascarillas	USD	1.386
<b>Energía y lubricantes - Mina</b>	<b>USD</b>	<b>3.737</b>
<b>Costos administrativos - Mina</b>	<b>USD</b>	<b>5.263</b>

OPEX DE PLANTA		
<b>Salarios personal - Planta</b>	<b>USD</b>	<b>70.421</b>
Trituradores	USD	15.158
Concentradores	USD	15.158
Cianuradores	USD	15.158
Oficios varios	USD	7.579
Jefe de planta	USD	14.211
Secretaría	USD	3.158
<b>Insumos - Planta</b>	<b>USD</b>	<b>75.000</b>
Fundentes y cianuración	USD	31.579
Repuestos equipos	USD	19.737
Herramientas	USD	23.684
<b>Elementos de seguridad - Planta</b>	<b>USD</b>	<b>784</b>
Cascos	USD	130
Botas	USD	130
Overoles	USD	145
Guantes	USD	63
Mascarillas	USD	316
<b>Energía y lubricantes - Planta</b>	<b>USD</b>	<b>193.718</b>
<b>Costos administrativos - Planta</b>	<b>USD</b>	<b>2.632</b>

Mano de obra empleada en el proyecto		
Empleados en mina y planta	#	135

# Consideración de la alternativa de proyecto informal

## CAPEX Desagregado

CAPEX INICIAL DE MINA		
<b>Infraestructura - Mina</b>	<b>USD</b>	<b>31.579</b>
Campamentos	USD	15.789
Talleres	USD	7.895
Oficina y bodegas	USD	7.895
<b>Maquinaria y equipo - Mina</b>	<b>USD</b>	<b>14.737</b>
Ventiladores	USD	6.316
Bombas de agua + accesorios	USD	8.421
<b>Flota terrestre</b>	<b>USD</b>	<b>57.895</b>
Vehículo de transporte (volqueta)	USD	57.895

CAEX INICIAL DE PLANTA		
<b>Infraestructura - Planta</b>	<b>USD</b>	<b>231.895</b>
Planta de procesamiento	USD	210.526
Instalación eléctrica	USD	13.474
Tanque tratamiento de aguas	USD	7.895
<b>Maquinas y equipos - Planta</b>	<b>USD</b>	<b>2.632</b>
Tolvas acumulación planta	USD	2.105
Tanque de paso de agua	USD	526



# Contenidos

1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala
2. Consideración de la alternativa de proyecto informal
- 3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia**
4. El concepto de externalidad
5. Cuantificación y monetización de las variables
6. Externalidades consideradas en el modelo financiero
7. Integración de las externalidades al modelo

# Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia

En el panel de control se introducen los diferenciales por acceder a un programa de certificación:

- El precio premio, pudiendo ser considerado como diferencial de precio en relación al no certificado, y/o como una prima por kilogramo vendido
- Costos necesarios para obtener la certificación de buenas prácticas

## Incentivos a la formalización

Costos de entrada - Estudios y otros gastos USD 115.789

Costos de certificación FM USD 2.500

### Precio premio

Diferencial FM exportación % LBMA 6,0 %

Prima por kg vendido USD/kg 2.500

# Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia

## Análisis del flujo de fondos post-fiscal - Rentabilidad de la empresa

		<b>Bolivia</b>	<b>Colombia</b>	<b>Ecuador</b>	<b>Perú</b>	<b>Honduras</b>	<b>Referente</b>	<b>Informal</b>
Retorno del inversor	USD	7.889.892	6.502.478	10.109.656	10.024.232	10.877.271	6.502.478	9.720.568
TIR post-fiscal	%	28,6 %	24,2 %	36,2 %	37,2 %	40,5 %	24,2 %	101,2 %
VAN post-fiscal	USD	922.444	624.503	1.448.472	1.465.639	1.665.704	624.503	1.875.835
Payback period post-fiscal	años	5	7	4	4	4	7	2

# Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia

## El precio premio



# Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia

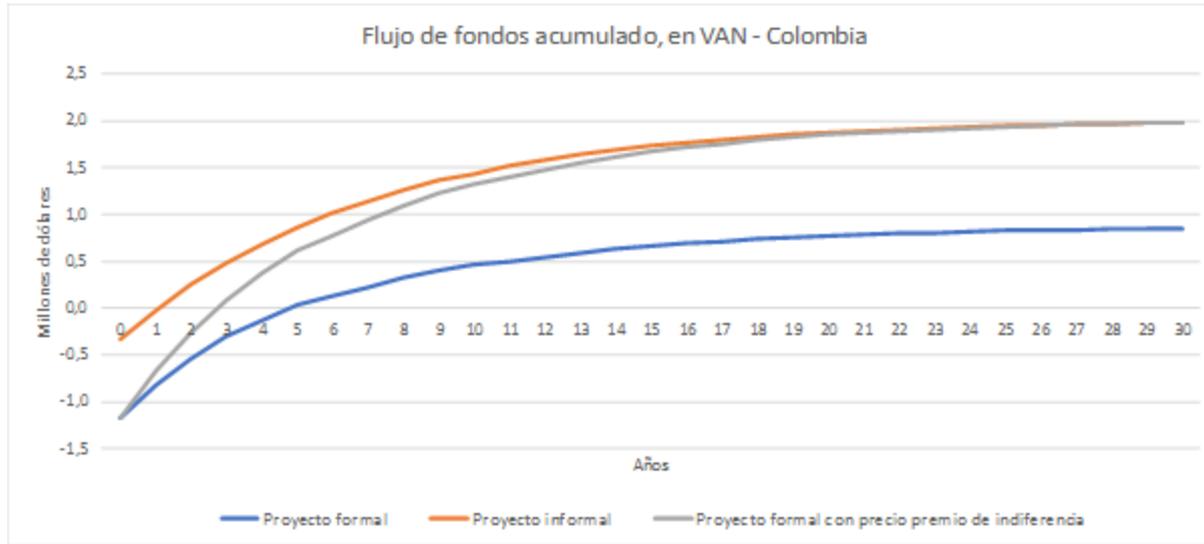
## Incentivos a la formalización - Retornos del proyecto informal y precio premio de indiferencia

TIR informal	%	101,2 %
VAN informal	USD	1.875.835
Payback period informal	%	2
Precio premio de indiferencia	% LBMA	7,6 %
Precio premio de indiferencia	USD/g	4,38
Precio premio vigente	USD/g	5,97



# Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia

## Flujo de fondos del proyecto formal y del informal



# Contenidos

1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala
2. Consideración de la alternativa de proyecto informal
3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia
- 4. El concepto de externalidad**
5. Cuantificación y monetización de las variables
6. Externalidades consideradas en el modelo financiero
7. Integración de las externalidades al modelo

# El concepto de externalidad

## Definición:

Cuando la actividad de un agente (una persona o una empresa) influye directamente sobre el bienestar de otro de un modo que no aparece reflejado en los precios del mercado, el efecto recibe el nombre de externalidad

Son aquellos efectos secundarios que causa la actividad de una persona o empresa, la cual no se hace cargo de todas las consecuencias que tiene esta actividad en la sociedad o el entorno

- Positivas
- Negativas



# El concepto de externalidad

## Medios afectados

### Medio abiótico



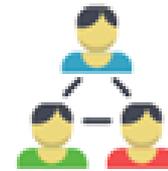
Son los elementos tales como agua, luz, suelo y aires

### Medio biótico



Conjunto de las especies de plantas, animales y otros organismos vivos

### Socioeconómico



Corresponde a las condiciones sociales, históricas, culturales y económicas

# El concepto de externalidad

## Diferentes tipos de medidas

Son las acciones dirigidas a reparar y retribuir a damnificados por los efectos negativos generados por un proyecto

**Medidas de compensación**



Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar condiciones del medioambiente afectado por un proyecto

**Medidas de corrección**



Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto sobre el medioambiente

**Medidas de mitigación**



Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto sobre el medioambiente

**Medidas de prevención**



# Contenidos

1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala
2. Consideración de la alternativa de proyecto informal
3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia
4. El concepto de externalidad
- 5. Cuantificación y monetización de las externalidades**
6. Externalidades consideradas en el modelo financiero
7. Integración de las externalidades al modelo

# Cuantificación y valoración de las externalidades

## Cuantificación de las externalidades

- Una vez definidos los principales impactos medioambientales y sociales, es preciso cuantificar su importancia
- Para ello, se recurre a diversas variables que pueden representar tanto **externalidades negativas**, por ejemplo:
  - Cantidad de tóxicos liberados al ambiente
  - Hectáreas desafectadas de otras actividades económicas
  - Accidentes laborales y/o decesos derivados de la actividad del proyecto
- Como **externalidades positivas**, por ejemplo:
  - Puestos de trabajo directos e indirectos generados
  - Aumento de los ingresos de la población



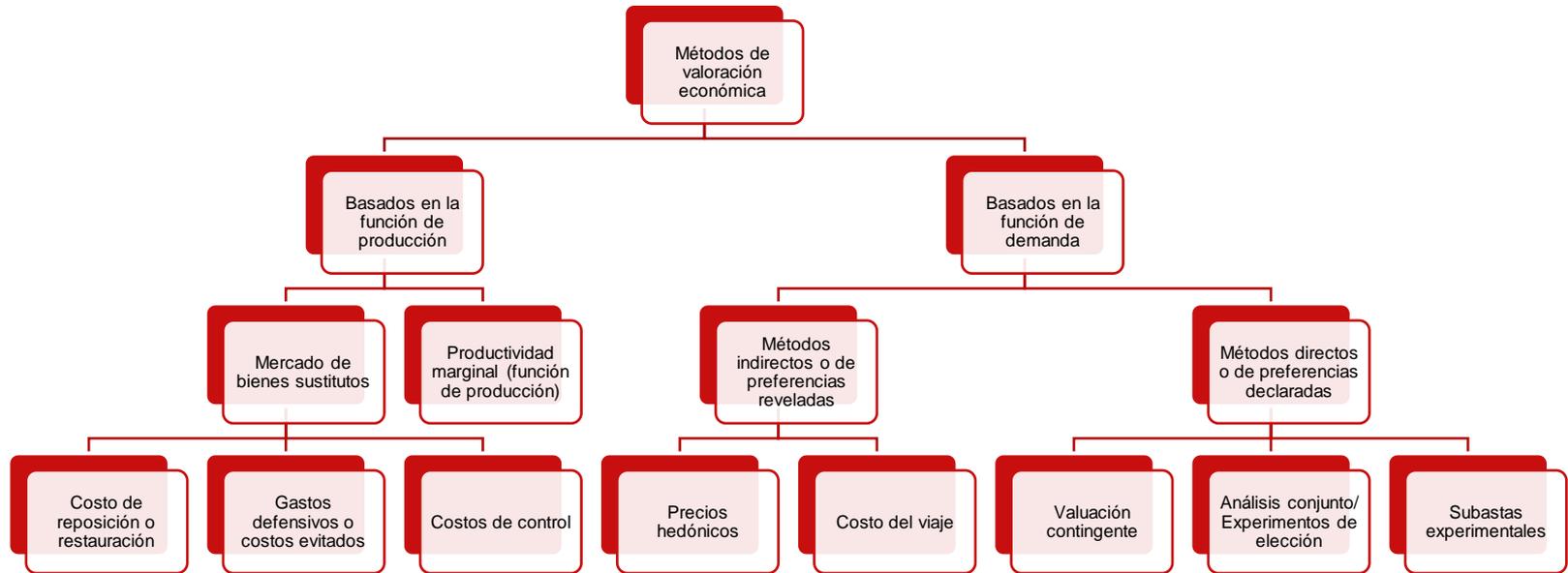
# Cuantificación y valoración de las externalidades

## Valoración económica

- Las técnicas de valoración sirven para expresar, en términos monetarios, los beneficios y daños que genera determinada actividad o proyecto
- Finalidad de las técnicas de valoración
  - Realizar balances entre costos y beneficios sociales (análisis costo-beneficio o “externalidades netas”)
  - Revelar el verdadero costo social de los recursos
  - Incorporar las externalidades a la valuación tradicional de proyectos, posibilitando su análisis desde el punto de vista social



# Métodos de valoración económica



Fuente: Pesce (2012)

# Métodos de valoración económica

## Métodos utilizados

- **Preferencias reveladas:** se estima la disposición a pagar de las personas para evitar el daño o apropiarse del beneficio que genera la actividad a partir de precios de mercado (costos de viaje, precios hedónicos de las viviendas, mercados de permisos de emisiones, etc.).
- **Funciones de producción de daño / beneficio:** se cuantifican los impactos que genera la actividad y se les asigna un valor económico (en base a precios de mercado, estadísticas, regulaciones).
- **Costos preventivos, de reposición o reemplazo:** se estiman los costos de evitar los daños asociados a la actividad, mitigarlos, remediarlos o sustituir los bienes y servicios afectados.



# Contenidos

1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala
2. Consideración de la alternativa de proyecto informal
3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia
4. El concepto de externalidad
5. Cuantificación y monetización de las externalidades
- 6. Externalidades consideradas en el modelo financiero**
7. Integración de las externalidades al modelo

# Externalidades consideradas en el modelo financiero

Negativas (costos)	Positivas (beneficios)
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fatalidad por accidentes laborales</li><li>▪ Enfermedades y accidentes laborales</li><li>▪ Contaminación ambiental</li><li>▪ Desplazamiento de otras actividades económicas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Formalización laboral</li><li>▪ Mejora de ingresos de la población</li><li>▪ Generación de empleo indirecto</li></ul>



# Contenidos

1. La importancia de la formalidad en la minería de pequeña escala
2. Consideración de la alternativa de proyecto informal
3. Comparación con el proyecto formal y cálculo del precio premio de indiferencia
4. El concepto de externalidad
5. Cuantificación y monetización de las externalidades
6. Externalidades consideradas en el modelo financiero
- 7. Integración de las externalidades al modelo**

# Integración de las externalidades al modelo

2021-10-15 Proyecto hipotético subterráneo.xlsx - Microsoft Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador

Calibri 11 A A A A Ajustar texto Personalizada \$ % 000 +0.00 Formato condicional Dar formato como tabla Year Normal Buena Incorrecto Neutral Cálculo Celda de co... Celda vincul... Entrada Hipervínculo Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y filtrar

A581 EXTERNALIDADES SOCIALES Y MEDIOAMBIENTALES

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	<b>DATOS DE ENTRADA</b>															
2		Año calendario				año #	-				2022	2023	2024	2025	2026	2027
3		Preproducción o producción				etiqueta	-				Preproducción	Producción	Producción	Producción	Producción	Producción
4		<b>Partida</b>				<b>Unidades</b>	<b>Constante</b>	<b>Fuente / comentarios</b>			<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
581	<b>EXTERNALIDADES SOCIALES Y MEDIOAMBIENTALES</b>															
582	<b>EXTERNALIDADES SOCIALES</b>															
583	<b>Impactos sobre la salud (sólo proyecto informal ya que el formal lo internaliza vía cargas sociales)</b>															
584	<b>Fatalidad proyecto informal</b>															
585		Incidencia de muertes por accidentes laborales, minería			%		0,038				<a href="https://www.responsiblemines.org/wp-content/uploads/2017/07/10-2017-Somos-Tesoro-Seguridad-y-Salud.compressed.pdf">https://www.responsiblemines.org/wp-content/uploads/2017/07/10-2017-Somos-Tesoro-Seguridad-y-Salud.compressed.pdf</a>					
586		Incidencia diferencia en minería informal			#		3,6				<a href="https://www.responsiblemines.org/wp-content/uploads/2021/01/ESTUDIO-DE-CASO-SOMOS-TESORO-2020_M9_C4.pdf">https://www.responsiblemines.org/wp-content/uploads/2021/01/ESTUDIO-DE-CASO-SOMOS-TESORO-2020_M9_C4.pdf</a>					
587		Indemnización por muerte			USD		5,977				Art. 19 Decreto 56 de 2015					
588	<b>Enfermedades informal</b>															
589		Incidencia diferencia en minería informal			#		3,6				<a href="https://www.responsiblemines.org/wp-content/uploads/2021/01/ESTUDIO-DE-CASO-SOMOS-TESORO-2020_M9_C4.pdf">https://www.responsiblemines.org/wp-content/uploads/2021/01/ESTUDIO-DE-CASO-SOMOS-TESORO-2020_M9_C4.pdf</a>					
590		Cargas sociales de salud y ART minería en Colombia			%		19,46									
591	<b>Impactos sobre la economía local</b>															
592	<b>Mejora de los ingresos medios de la población</b>															
593		Salario promedio mensual Colombia			USD		333				<a href="https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/presentacion-estructura-mercado-laboral-y-sistema-precios-para-mesa-concertacion-salario-minimo-2021.pdf">https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/presentacion-estructura-mercado-laboral-y-sistema-precios-para-mesa-concertacion-salario-minimo-2021.pdf</a>					
594	<b>Generación de empleo indirecto</b>															
595		Puestos secundarios generados por c/ trabajador			#		1,3				<a href="https://www.eticolombia.gov.co/es/informes-eti/informe-2019/contenido/7-aporte-social-y-economico-del-sector-extractivo/#7_4_1">https://www.eticolombia.gov.co/es/informes-eti/informe-2019/contenido/7-aporte-social-y-economico-del-sector-extractivo/#7_4_1</a>					
596	<b>Cambio en el uso del suelo</b>															
597		Avalúo catastral promedio en zonas rurales			USD/ha		1,421				<a href="https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Mercado+tierras+rurales+productivas">https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Mercado+tierras+rurales+productivas</a>					
598	<b>EXTERNALIDADES MEDIOAMBIENTALES</b>															
599	<b>Contaminación ambiental</b>															
600		Emisión de contaminantes al ambiente - formal			g contaminante/ g		1									
601		Emisión de contaminantes al ambiente - informal			g contaminante / g A		3				ARM mencionó hasta 9					
602		Valoración económica contaminación agua y suelo			USD / g contamina		1,63				<a href="https://www1.undp.org/content/dam/gp-commodities/docs/TSA/Ecuador%20-%20Final%20Report%20(ES).pdf">https://www1.undp.org/content/dam/gp-commodities/docs/TSA/Ecuador%20-%20Final%20Report%20(ES).pdf</a>					
603	<b>FIN</b>															

Lista Calcular

# Integración de las externalidades al modelo

Externalidades sociales y medioambientales en Valor Actual Neto (VAN) - Colombia			
		Proyecto formal	Proyecto informal
Fatalidad por accidentes laborales	USD	-	(7.162)
Enfermedades y accidentes laborales	USD	-	(3.168.894)
Formalización laboral	USD	444.435	-
Mejora de ingresos de la población	USD	1.488.611	981.295
Generación de empleo secundario	USD	5.297.749	4.614.169
Desplazamiento de otras actividades económicas	USD	(142.103)	(142.103)
Contaminación ambiental	USD	(605.373)	(1.532.350)
<b>VAN de externalidades</b>	<b>USD</b>	<b>6.483.320</b>	<b>744.955</b>

Los números entre paréntesis corresponden a valores negativos.

# Integración de las externalidades al modelo

## Resultados

Incorporación de externalidades sociales y medioambientales - Retornos sociales del proyecto							
		Bolivia	Colombia	Ecuador	Perú	Honduras	Referente
TIR social proyecto formal	%	148,88 %	142,60 %	143,54 %	145,84 %	141,63 %	142,60 %
VAN social proyecto formal	USD	11.362.259	10.822.825	10.903.379	11.100.597	10.739.494	10.822.825
Payback period social formal	años	1	1	1	1	1	1
TIR social proyecto informal	%	102,73 %	102,73 %	102,73 %	102,73 %	102,73 %	102,73 %
VAN social proyecto informal	USD	2.726.962	2.726.962	2.726.962	2.726.962	2.726.962	2.726.962
Payback period social informal	años	1	1	1	1	1	1

**Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Domicilios de la Sociedad:  
Bonn y Eschborn, Alemania

Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36  
53113 Bonn, Alemania  
T +49 228 44 60 - 0  
F +49 228 44 60 - 17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5  
65760 Eschborn, Alemania  
T +49 61 96 79 - 0  
F +49 61 96 79 - 11 15

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

## Ejercicio

- Observe los resultados del modelo informal para los distintos esquemas fiscales. ¿Qué característica tienen? ¿A qué cree que se debe?
- Ahora compare los precios premio de indiferencia (en USD/g) para los distintos esquemas y con el vigente. ¿Es suficiente para fomentar la formalización?

### Incentivos a la formalización - Retornos del proyecto informal y precio premio de indiferencia

		<b>Bolivia</b>	<b>Colombia</b>	<b>Ecuador</b>	<b>Perú</b>	<b>Honduras</b>	<b>Referente</b>
TIR informal	%	101,2 %	101,2 %	101,2 %	101,2 %	101,2 %	101,2 %
VAN informal	USD	1.875.835	1.875.835	1.875.835	1.875.835	1.875.835	1.875.835
Payback period informal	%	2	2	2	2	2	2
Precio premio de indiferencia	% LBMA	7,6 %	10,1 %	3,6 %	3,8 %	1,9 %	10,1 %
Precio premio de indiferencia	USD/g	4,38	5,85	2,11	2,20	1,11	5,85
Precio premio vigente	USD/g	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97

## Ejercicio

- Discuta: ¿Qué otras externalidades podrían incorporarse? ¿Cómo las cuantificaría y valoraría?

<b>Externalidades sociales y medioambientales en Valor Actual Neto (VAN) - Colombia</b>			
		<b>Proyecto formal</b>	<b>Proyecto informal</b>
Fatalidad por accidentes laborales	USD	-	(7.162)
Enfermedades y accidentes laborales	USD	-	(3.168.894)
Formalización laboral	USD	444.435	-
Mejora de ingresos de la población	USD	1.488.611	981.295
Generación de empleo secundario	USD	5.297.749	4.614.169
Desplazamiento de otras actividades económicas	USD	(142.103)	(142.103)
Contaminación ambiental	USD	(605.373)	(1.532.350)
<b>VAN de externalidades</b>	<b>USD</b>	<b>6.483.320</b>	<b>744.955</b>