

# Hierro

Balance 2012 - 2016



# Hierro

## Ficha del mineral

### Geología:



En Colombia el hierro se extrae principalmente en los departamentos de Boyacá (44%) y Cundinamarca (66%). En los últimos años se han encontrado nuevos depósitos del mineral en Mitú y Cundinamarca [1].

### Ventajas:



- Los buenos prospectos de yacimiento del mineral de hierro que pueden ser de interés para ciertas compañías [2].

### Retos:



- Desmotivación de Compañías para la exploración por insuficiencia en la información geológica del País.
- El proceso de exportación del mineral requiere altas inversiones en infraestructura [2].

### Sustitutos:



- En la elaboración del acero el hierro puede ser reemplazado por la chatarra. Teniendo en cuenta las tendencias de reciclaje asociadas al cambio climático esto puede representar un riesgo para el hierro a futuro [2].

### Principales Productores:

El principal productor de hierro en Colombia es Acerías Paz del Río S.A., el cual explota el mineral de hierro principalmente en el departamento de Boyacá en la mina el Uvo y el municipio de Ubalá, y Cundinamarca en la mina El Santuario [1].



### Regalías:

Entre 2012 y 2017, la producción de hierro en Colombia generó un total de \$6.376 millones en regalías, lo cual indica que en promedio por año se recibieron \$1.063 millones de pesos en regalías [3].



### Principales usos:

- Producción de Acero
- Aleaciones y Fundición
- Elaboración de pigmentos y abrasivos



Según cifras del DANE, en 2017 Colombia exportó **9.802 toneladas de hierro** por un valor de **USD 17,6 millones** [4].



A 2016 Colombia importa acero laminado principalmente desde [5]:

29%



México

19%



Turquía

11%



China



## El mineral desde las fuerzas motoras críticas

Posición estatal ante recursos mineros y ambientales

El mineral de hierro es estratégico para el País, de acuerdo al Plan de Desarrollo Minero a 2025 [6].



Dotación Minera y Su Conocimiento

En 2012 el Servicio Geológico Colombiano identificó un área potencial en Colombia para el hierro, la cual se estima es de 1.806.300 hectáreas y está ubicada en el departamento del Vaupés.

La zona en la cual se ubica el potencial yacimiento de hierro es denominada por el Servicio Geológico Colombiano como de bajo conocimiento pero con potencial minero [7].



Gobernanza y Gobernabilidad

El Gobierno Colombiano impuso derechos antidumping para el hierro y el acero que se importe desde China, por causa del incremento en la importación de éstos productos debido a los aranceles impuestos por Estados Unidos.

Lo anterior significa que el Gobierno se atribuye la facultad de revisar los precios a los cuales están ingresando el hierro y el acero con el fin de validar que no estén por debajo del promedio de mercado y así salvaguardar las condiciones de equidad en la competencia para el mercado colombiano [8].



Grupos Sociales

En 2015 la comunidad de Tasco Boyacá impuso una acción popular contra Minas Paz del Río S.A. solicitando que no se retome la explotación de hierro en la mina el Banco, la cual ya contaba con permisos otorgados por la Agencia Nacional Minera y la Corporación Autónoma Regional. La razón de su oposición al proyecto minero es que, según la comunidad, se han perdido fuentes hídricas por la explotación de la mina en años anteriores. [9], [10]

Durante más de nueve meses los habitantes del municipio realizaron protestas y bloqueos impidiendo que se realizara trabajo alguno [11]. Finalmente en agosto de 2016 el tribunal de Boyacá dictó medidas cautelares suspendiendo de manera provisional, y hasta que exista un fallo definitivo, las actividades mineras en Tasco [12]. En marzo de 2018 se intentó realizar una conciliación entre la empresa minera y la comunidad, sin embargo ésta no prosperó [13].



## Condiciones de Mercado

Existe una creciente preocupación frente a las condiciones en que China está estimulando su industria de acero, generando una sensación de competencia desleal en el mercado. Lo anterior teniendo en cuenta que el gobierno Chino es el dueño de más de la mitad de las productoras de acero en el país y ha realizado inversiones por USD800,000 millones en 13 años [14].

A esto se suma la devaluación decretada del Yuan y la disminución del consumo local, lo cual hace más atractivo la exportación de acero para las empresas Chinas. Ésta situación ha ocasionado que países como Colombia, Chile, México e India tomen medidas de protección que van desde aumentos en los aranceles hasta medidas antidumping contra el hierro y el acero Chino [15].



## Aspectos Ambientales

El hierro es un material que se puede reciclar infinitas veces y es 100% reciclable sin perder sus propiedades ni calidad [16].



## Análisis del Balance

### Información de clasificación: Mineral de Hierro

- Mineral: Mineral de Hierro
- Código CIIU: 0710
- Nombre CIIU: Extracción de minerales de hierro
- Código CPC: 1410001
- Nombre CPC: Minerales de Hierro
- Unidad: Toneladas
- Usos (global): Producción de acero, aleaciones y fundiciones, elaboración de pigmentos y abrasivos
- Usos (local): Producción de acero

#### Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016

##### Capítulo: Hierro Cifras en Toneladas

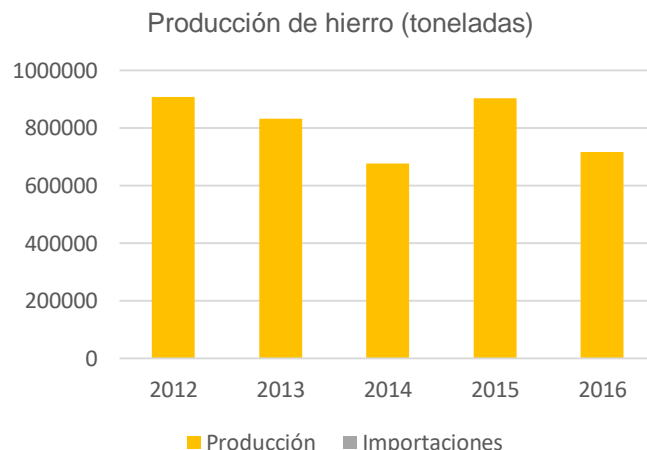
	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Oferta</b>					
Producción	906.814	831.280	676.419	902.233	715.692
Importaciones	-	-	-	-	-
Total Oferta	906.814	831.280	676.419	902.233	715.692
<b>Utilización</b>					
Consumo Intermedio	933.919	889.721	633.778	922.060	758.138
Variación de Existencias	- 27.105	- 58.448	42.637	- 19.827	- 42.446
Exportaciones	0,67	6,56	3,58	0,04	-
Total Utilizaciones					

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

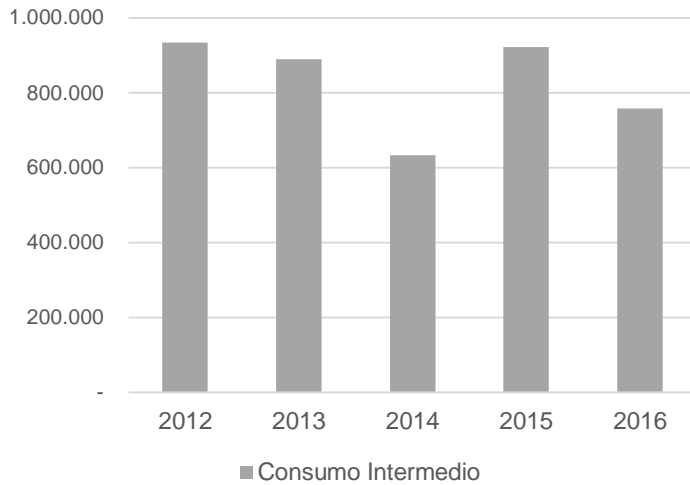
### Producción

El balance nacional para el mineral de hierro muestra por el lado de la producción una fuerte caída del 19% entre el 2013 y 2014. Según la Agencia Nacional de Minería las principales razones de ésta situación fueron:

- Disminución en la producción de hierro en los municipios de Paz del Río S.A. y Guayatá, los cuales en 2013 representaron el 56% de la producción nacional en 2013 y en 2014 pasaron a ser el 34%. [17]
- Dos minas de Paz del Río S.A. presentaron novedades, la mina El Banco no produjo por problemas con comunidades y la mina La Mesa estuvo cerrada por licencias ambientales. [17]



Consumo Intermedio de hierro (toneladas)



Variación de existencias de hierro (toneladas)



**Variación de existencias**

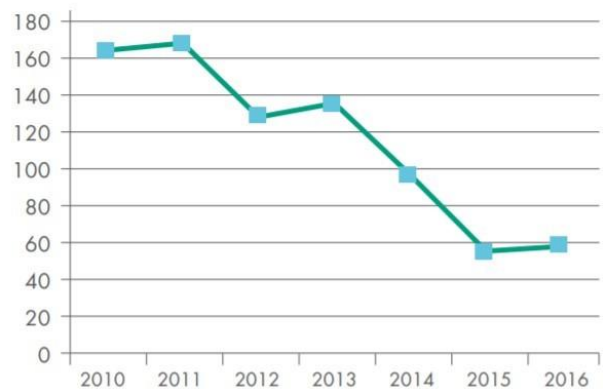
La variación de existencias durante el periodo 2012 – 2014 presentó un comportamiento en donde predominó que a final del año el inventario final del mineral fuera menor al inicial, es decir, un uso de inventarios que podría ser explicado por la fuerte caída que los precios del mineral de hierro han venido teniendo desde 2011 y que llegaron a su fondo en 2015 [20]. Lo anterior dado que ante los precios bajos, se disminuye la producción y se hace uso de los inventarios disponibles.

La tendencia en la variación de existencias cambia radicalmente en los años 2015 y 2016 en donde se ve que el precio del mineral comienza a repuntar haciendo que mejoren las perspectivas de la industria y, por consiguiente, haciendo que se comiencen a acumular inventarios con la expectativa de que el precio siga creciendo en el corto o mediano plazo [20].

**Consumo Intermedio**

Respecto al comportamiento del consumo intermedio como parte de la Utilización del mineral de hierro, la mayor variación se presentó también entre 2013 y 2014 en donde hubo una contracción del 29%. Esta situación podría explicarse parcialmente porque en el 2014 se presentó una contracción de aproximadamente un 20% en las obras civiles del país, específicamente en las relacionadas con transporte como lo son: puentes, carreteras o vías férreas [18] y [19].

HIERRO US\$/t



Fuente: Ministerio de Minas y Energía [31]

**Exportaciones**

Las exportaciones de Hierro en Colombia equivalen al 0,003% de la utilización total de este mineral en el país, de acuerdo a la información reportada por el DANE en el marco del proyecto de “Cuenta Satélite”.

Sin embargo, según al conocimiento de los consultores, Colombia no exporta Hierro, debido a que la exportación de hierro de mina colombiano no es viable (volúmenes producidos, costos de producción y transporte a puertos).

La partida arancelaria utilizada por el DANE es “Minerales de hierro y sus concentrados, excepto las piritas de hierro tostadas (cenizas de piritas) sin aglomerar”, por lo que es posible que la información reportada por el DANE como exportaciones de hierro, corresponda a compuestos que contienen hierro, y no al mineral de hierro.

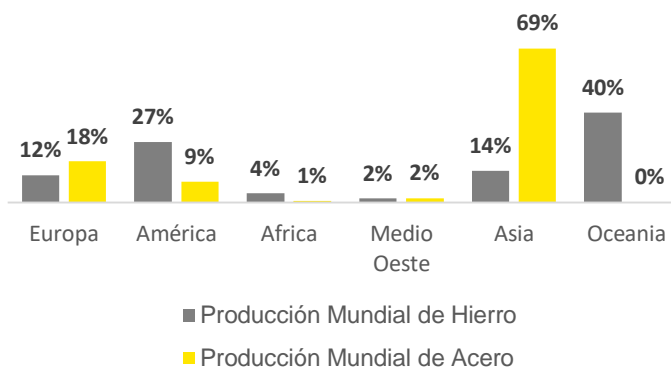
## El mineral desde sus principales usos

Según datos de la Asociación Mundial del Acero, para 2016 la producción mundial de mineral de hierro fue de 2.093 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente el 95% fue usada en la industria del acero [21].

En el proceso de fabricación del acero el mineral de hierro es una materia prima fundamental, tanto que a nivel mundial es el tercer commodity más grande en volumen de producción y el segundo más tranzado después del petróleo [21].

A 2017, el principal foco de producción de hierro a nivel mundial se ubicó en Oceanía con un 40% del total de la producción, resaltando Australia como el principal productor. En cuanto al acero, para el 2017 el principal foco de producción mundial fue Asia con el 69%, siendo China el principal productor a nivel mundial [22].

Producción Mundial de Hierro Vs Producción Mundial de Acero a 2017



Fuente: Asociación Mundial de Acero [21]

Los principales usos que se le da al acero son [21]:

- La industria automotriz
- Construcción e infraestructura. La Asociación Mundial del Acero estima que alrededor del 50% de la producción mundial de acero es usada en éste tópico

- Usos domésticos, principalmente en electrodomésticos.
- Equipamiento eléctrico
- Productos metálicos
- Equipos mecánicos

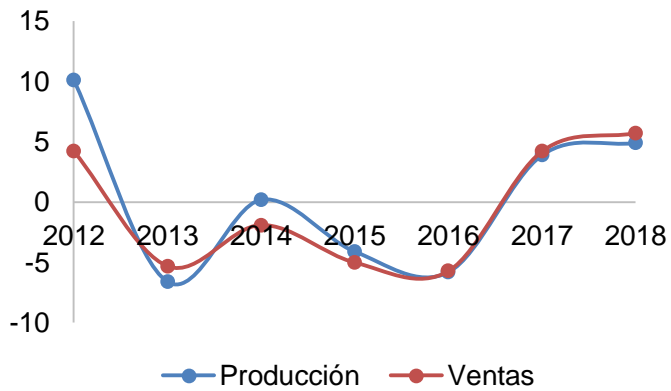
En Colombia, de acuerdo al Comité Colombiano de Productores de Acero, la industria del acero representa alrededor del 10,6% del PIB industrial del país. De igual manera, la industria cuenta con una capacidad instalada de 2,2 millones de toneladas y en 2017 se logró una producción total de 1,4 millones de toneladas de acero [23].

El mercado del acero en Colombia se ha visto afectado por las medidas de protección comercial que ha tomado Estados Unidos frente al acero y aluminio. Ésta situación ha provocado que China como principal productor de acero comience a buscar nuevos mercados para llevar sus productos, ocasionando que en Colombia las importaciones de acero aumenten en un 30% para el primer semestre del 2018 [24].

En Colombia, hay cinco empresas siderúrgicas que se dedican a la producción de acero: Acerías Paz del Río S.A, Gerdau, Siderúrgica Nacional SIDENAL, Siderúrgica del Occidente S.A.S y Ternium [23]. De estas empresas, Acerías Paz del Río S.A. es la única siderúrgica integrada del país, es decir, que se dedica a las extracción de minerales (carbón, caliza y hierro) para luego a través de un proceso industrial producir acero [23],[25]. Las otras empresas siderúrgicas se encargan de la producción de acero a través del procesamiento de chatarra [23]. En este sentido, el Comité Colombiano de Productores de Acero estima que éste sector es el principal reciclador de chatarra en Colombia con aproximadamente 1 millón de toneladas al año [23].

De acuerdo a los resultados de la Encuesta Mensual Manufacturera, realizada por el Departamento Nacional de Estadística, el comportamiento de las industrias básicas de hierro y acero se presenta en la siguiente gráfica.

Variación (%) año corrido del valor de la producción y ventas de las Industrias básicas de hierro y acero



Fuente: Departamento Nacional de Estadística [26]

\* Los valores de 2018, corresponden a la variación año corrido hasta el mes de octubre.

\*\* Los años del 2012 – 2015, incluyen Industrias asociadas a la fundición de metales

Como se evidencia en la gráfica anterior, el sector de las industrias básicas del hierro y el acero, representado en su producción y ventas, han tenido variaciones negativas entre los años de 2013 y 2016, con un ligero crecimiento para el año 2018.



En la sección de anexos se encuentra el Balance de Hierro referente a oferta y utilización en valores; referenciado como Anexo D

## Bibliografía

- [1] Agencia Nacional de Minería - ANM, «Ficha Hierro». 2017. [En línea]. Disponible en: <http://mineriaencolombia.anm.gov.co/images/MINERALES2017/FICHA-HIERRO-ESPAOL-FINAL.pdf>
- [2] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, «Ficha Técnica Hierro». 31-dic-2012.
- [3] Agencia Nacional de Minería, «Información Mapa de Regalías». Octubre 2018.
- [4] Departamento Nacional de Estadística - DANE, «Boletín Técnico Exportaciones». 01-jun-2018.
- [5] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI, «Informe del Sector Siderúrgico 2016». jun-2017.
- [6] Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética, «Plan Nacional De Desarrollo Minero Con Horizonte a 2025 - Minería Responsable con el Territorio». dic-2017.
- [7] Servicio Geológico Colombiano - SGC, «Áreas con potencial mineral para zonas de reserva minera estratégica». 31-ene-2012.
- [8] «Perfiles de hierro en L y en U». [En línea]. Disponible en: [http://www.mincit.gov.co/publicaciones/38891/perfiles\\_de\\_hierro\\_en\\_l\\_y\\_en\\_u](http://www.mincit.gov.co/publicaciones/38891/perfiles_de_hierro_en_l_y_en_u). [Accedido: 27-oct-2018].
- [9] «La mina de la discordia en Boyacá | ELESPECTADOR.COM». [En línea]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/mina-de-discordia-boyaca-articulo-522409>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [10] «Tasco, un año de resistencia frente a minería», *ELESPECTADOR.COM*, 20-jun-2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/tasco-un-ano-de-resistencia-frente-mineria-articulo-638871>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [11] C. Radio, «Nueve meses de protesta en contra de apertura de una mina de hierro en Tasco, Boyacá», *Caracol Radio*, 16-mar-2016. [En línea]. Disponible en: [http://caracol.com.co/emisora/2016/03/16/tunja/1458152379\\_230941.html](http://caracol.com.co/emisora/2016/03/16/tunja/1458152379_230941.html). [Accedido: 24-oct-2018].
- [12] C. E. E. Tiempo, «Ordenan a Acerías Paz del Río no realizar actividades en mina de Tasco», *El Tiempo*, 08-ago-2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/acerias-paz-del-rio-no-realizara-actividades-en-mina-de-tasco-44336>. [Accedido: 27-oct-2018].
- [13] entrojoes.co, «Comunidad de Tasco no aceptó conciliar con Acerías Paz del Río la reapertura de la mina El Banco», *Entre Ojos*. [En línea]. Disponible en: <http://entrojoes.co/ambiente/conflictos/comunidad-de-tasco-no-acepto-conciliar-con-acerias-paz-del-rio-la-reapertura-de-la-mina-el-banco>. [Accedido: 27-oct-2018].
- [14] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI, «Boletín, Comité Colombiano de Productores de Acero. Edición No. 4». sep-2015.

- [15] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI, «Boletín, Comité Colombiano de Productores de Acero. Edición No. 5». dic-2015.
- [16] WorldSteel Association, «Steel Facts». 2018.
- [17] «Producción de minas y canteras 2014 | Agencia Nacional de Minería ANM». [En línea]. Disponible en: <https://www.anm.gov.co/?q=Produccion-minas-canteras-2014>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [18] Dinero, «Desaceleración de obras civiles», *Obras civiles se desaceleran en mayo de 2015*. [En línea]. Disponible en: <http://www.dinero.com/economia/articulo/obras-civiles-desaceleran-mayo-2015/209528>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [19] C. E. E. Tiempo, «Inversión para obras civiles ha ido frenando su ritmo», *El Tiempo*, 16-mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15410397>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [20] «Atención al Ciudadano - Ministerio de Minas y Energía». [En línea]. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/en/memorias-al-congreso>. [Accedido: 29-oct-2018].
- [21] WorldSteel Association, «Sustainable Steel, Indicators 2018 and Industry Initiatives». 2018.
- [22] WorldSteel Association, «World Steel In Figures 2018». 2018.
- [23] «ANDI - Cámaras Sectoriales». [En línea]. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Home/Camara/6-comite-colombiano-de-productores-de-acero>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [24] «¿Por qué han crecido en Colombia las importaciones de acero? | RCN Radio». [En línea]. Disponible en: <https://www.rcnradio.com/economia/importaciones-de-acero-van-en-aumento-en-colombia>. [Accedido: 24-oct-2018].
- [25] Acero en revista, «PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ACERO EN COLOMBIA 2005-2016», InfoAcero, 10-jul-2017. [En línea]. Disponible en: <https://infoacero.camacero.org/produccion-y-consumo-de-acero-en-colombia-2005-2016/>. [Accedido: 30-oct-2018].
- [26] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Encuesta Mensual Manufacturera». [En línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-mensual-manufacturera>

# Hierro

Modelo de oferta y demanda 2018 - 2035



**Colombia 2035: Continuidad**

Febrero, 2035

*“Solamente aquel que construye el futuro tiene derecho a juzgar el pasado.”*

Friedrich Nietzsche

Las expectativas prometían cambios radicales que impulsarían al Estado hacia una sólida visión; sin embargo, al llegar el 2035, las amenazas no materializadas y las oportunidades no aprovechadas en el sector minero, son las que determinan su realidad. El País es administrado a través de entidades públicas que siguen sin lograr una óptima sincronización, lo que lleva a que en ocasiones las reglas de juego no sean claras y justas para todos.

**Premisas modelo de continuidad**

El comportamiento histórico de la oferta y la demanda del mineral incluye o muestra el efecto que el estado de las fuerzas motoras han tenido a la fecha sobre el mineral. Por ejemplo los niveles de producción históricos de un mineral acogen el efecto de las fuerzas motoras, si los grupos sociales han tenido un impacto negativo, para un mineral en particular, que ha ocasionado una parada en la producción, este efecto estará representado en la serie histórica como una disminución en la producción en el periodo asociado a dicho evento.

Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que el escenario de continuidad establece que las fuerzas y el comportamiento actual siguen la misma tendencia actual, los modelos de demanda y oferta para este escenario sólo se basan en los modelos matemáticos de proyección de series futuras.

Dichos modelos matemáticos se basan solamente en la información histórica disponible para cada mineral, razón por la cual la proyección va a seguir un comportamiento parecido a la series históricas utilizadas. Lo anterior significa que si en la serie histórica se tienen pendientes positivas fuertes seguidas de pendientes negativas, la proyección también las va a tener. Así mismo, si la información histórica en su mayoría se mantiene en un rango de valores determinado, el modelo va a tender a estar alrededor de ese rango de valores.

Adicional, dependiendo de la cantidad de datos históricos que se tengan, se va a ver influenciado la precisión del modelo. Entre mayor sea el tiempo de la proyección, más datos se van a requerir para hacer la proyección, y menos preciso va a ser.

Los casos donde no se realizaron algunas proyecciones, ya sea de producción, importaciones, consumo intermedio o exportaciones es porque: 1) No existen datos: en la información del BOU las cifras son cero. 2) Los datos son marginales: cuando la magnitud de los datos no proporciona una gráfica que ofrezca información adecuada para análisis (dado que, en escala, el contraste con respecto a los otros datos disponibles los hace irrelevante).

## Modelo de proyección de oferta y demanda para Hierro

Para la construcción del modelo para la proyección de oferta y demanda del Hierro, se consideraron las mismas variables que corresponden al análisis de Balance Oferta / Utilización, es decir, las mismas empleadas por el DANE en el Sistema de Cuentas Nacionales, en el capítulo de Bienes y Servicios, y que están relacionadas con el entregable Balance Nacional de Minerales 2012 – 2016 realizado en el marco del proyecto.

Para realizar las proyecciones se utilizaron las fuentes de datos que se describen a continuación, con las respectivas series de datos que se indican al lado de cada una, tanto para oferta como para demanda. El esquema de la información que se presenta a continuación es:

[Tipo de dato]	[fuente]	(serie de tiempo)
Consumo Intermedio	DANE	(2012 - 2016)

### Series de datos relativos a OFERTA

- Producción – Dane (2012 - 2016)
- Producción – UPME (1970 - 2018)
- Importaciones – DANE (2012 - 2016)
- Importaciones – UPME (1994 - 2017)
- Regalías – UPME (2012 - 2018)
- Producción acero crudo Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Producción laminados largos Colombia - Comité Colombiano de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Importaciones de aceros largos Colombia - Comité de Productores de Acero (2016 - 2018)
- Precio Hierro - Index Mundi (2003 - 2017)
- Producción mundial de hierro proyectada - FitchSolutions research (2013 - 20127)
- Precio del mineral de hierro – FitchSolutions (2008 - 2022)
- Producción de acero en China – FitchSolutions (2018 - 2027)
- Costos de capital de un proyecto de hierro a nivel mundial (Capex) – CRU (2017)
- Costos de capital de un proyecto de hierro a nivel América Latina (Capex) – CRU (2017)
- Proyección oferta de hierro a nivel mundial – CRU (2008 - 2035)
- Área potencial hierro en Colombia - Servicio Geológico Colombiano (2012)
- Producción de acero crudo Colombia - BMI Research (2005 - 2027)
- Producción de acero laminado en rollos Colombia (Hot rolled) - BMI Research (2005 - 2015)
- Producción de barras de acero laminado (Hot rolled bar) - BMI Research (2005 - 2015)
- Producción de aceros laminados largos (Hot rolled longs) - BMI Research (2005 - 2015)
- Producción de acero laminado con acabados (Hot rolled flats) - BMI Research (2005 - 2015)
- Precio Hierro - CRU (China Spot, Real) (2008 - 2035)
- Precio Hierro - CRU (China Spot, Nominal) (2008 - 2035)
- Precio Hierro – Metalary (1980 - 2018)
- Precio Hierro (ajustado por inflación) – Metalary (1980 - 2018)

## Modelo de proyección de oferta y demanda para Hierro

### Series de datos relativos a DEMANDA

- Consumo intermedio – Dane (2012 - 2016)
- Variación Existencias – Dane (2012 - 2016)
- Exportaciones – Dane (2012 - 2016)
- Exportaciones – UPME (2010 - 2017)
- Índice Inversión en obras civiles - Dane (Promedio anual) (2008 - 2017)
- PIB Construcción - Dane (Miles de millones de pesos) (2008 - 2017)
- PIB Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil - Dane (Miles de millones de pesos) (2008 - 2017)
- PIB Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales - Dane (Miles de millones de pesos) (2008 - 2017)
- Precio Hierro - Index Mundi (Dólares por tonelada) (2008 - 2017)
- Producción mundial de acero - FitchSolutions (millones de toneladas) (2013 - 2022)
- Precio del mineral de hierro - FitchSolutions (Dólar por tonelada) (2013 - 2022)
- Demanda mineral de hierro global - CRU (millones de toneladas) (2018 - 2035)
- Demanda mineral de hierro China - CRU (millones de toneladas) (2018 - 2035)
- Consumo de acero crudo Colombia - BMI Research (2008 - 2027)
- Consumo de acero acabado Colombia - BMI Research (2008 - 2027)

### Variables modelo de continuidad

Para la construcción del modelo, se consideraron específicamente las variables que se enuncian a continuación, dado que el índice de correlación de mayor de 0,4 como valor absoluto:

<b>Producción:</b>	<b>Consumo intermedio:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción DANE</li> <li>• Precio Hierro - Index Mundi</li> <li>• Producción de acero crudo Colombia - BMI Research</li> <li>• Precio Hierro - CRU (China Spot, Real)</li> <li>• Precio Hierro (ajustado por inflación) - Metalary</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo intermedio DANE</li> <li>• Índice Inversión en obras civiles - DANE (Promedio anual)</li> <li>• PIB Construcción - DANE (Miles de millones de pesos)</li> <li>• Consumo de acero crudo Colombia - BMI Research</li> <li>• Precio Hierro - CRU (China Spot, Nominal)</li> <li>• Precio Hierro (ajustado por inflación) - Metalary</li> </ul>

Los modelos requieren de su misma serie para “aprender” su comportamiento histórico y su relación con las otras variables utilizadas. Por lo anterior es que para el modelo de oferta (producción, importaciones) una de las variables utilizadas es la serie histórica de producción/importaciones y para el modelo de demanda (consumo intermedio) una de las variables utilizadas es la serie de consumo intermedio.

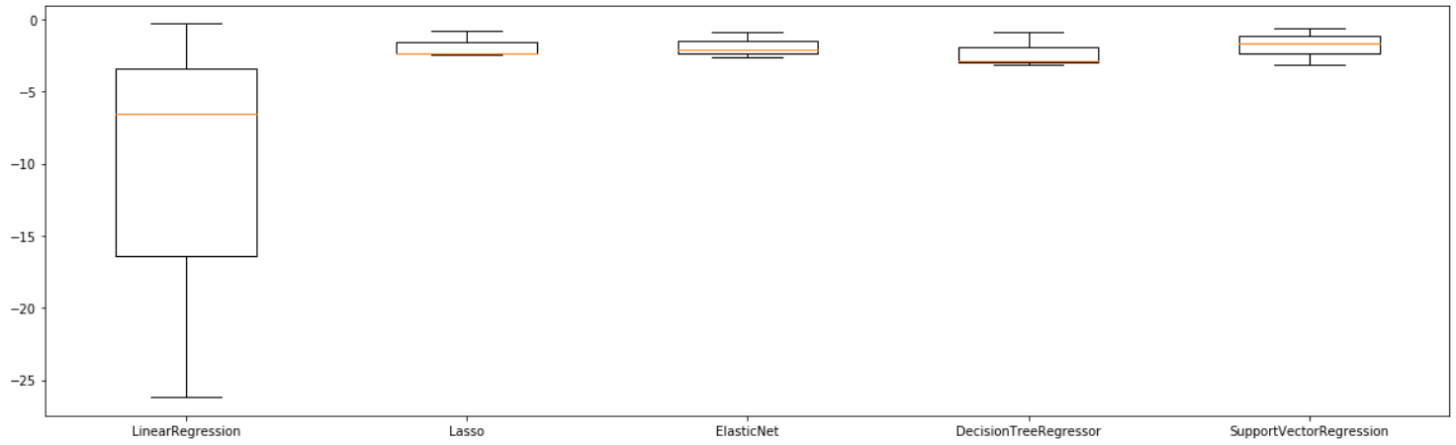
En los modelos de oferta y/o demanda también se incluyeron variables como: el PIB de minas y canteras, que es una representación de los esfuerzos por mejorar el sector, ya sea que estos esfuerzos provengan desde el gobierno, desde la inversión privada en el sector de minas o dado por el comportamiento del mercado de la canasta de minerales con la que cuenta el país. De igual forma, se incluyeron las variables de asociadas con el mercado del mineral.

### Selección del modelo utilizado

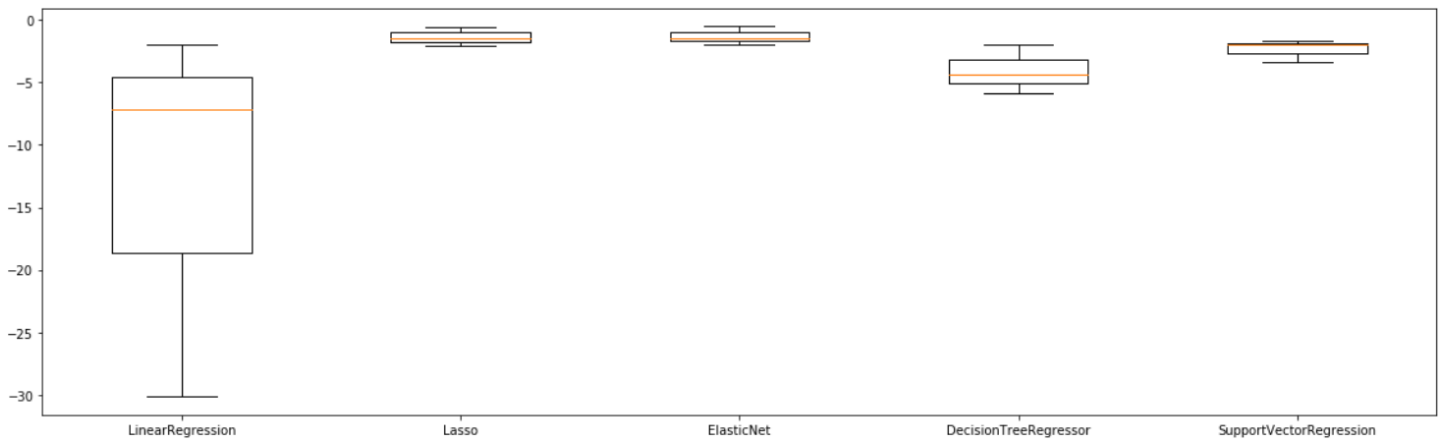
Las proyecciones se realizaron a partir de 5 técnicas diferentes de machine learning con el fin de evaluar cuál de ellas se adapta mejor a los datos históricos que permiten el entrenamiento de los modelos. Adicionalmente, se implementaron técnicas de entrenamiento cruzado de modelos para aprovechar al máximo los datos de entrenamiento (series históricas). Como resultado del entrenamiento cruzado de los modelos, se obtienen diferentes métricas del error (Ej. MSE, RMSE,  $R^2$ , AAE) las cuales son evaluadas con el fin de seleccionar el modelo que de un mejor ajuste hacia los datos.

Las siguientes gráficas muestran el MSE obtenido para los 5 modelos en el entrenamiento cruzado para producción, importaciones, consumo intermedio y exportaciones. En la de producción, consumo interno e importaciones se puede ver que los modelos de Lasso, Elastic Net, Decision Tree y Support Vector Machine tienen MSE similares lo cual indica que son candidatos para realizar la proyección.

**Producción**

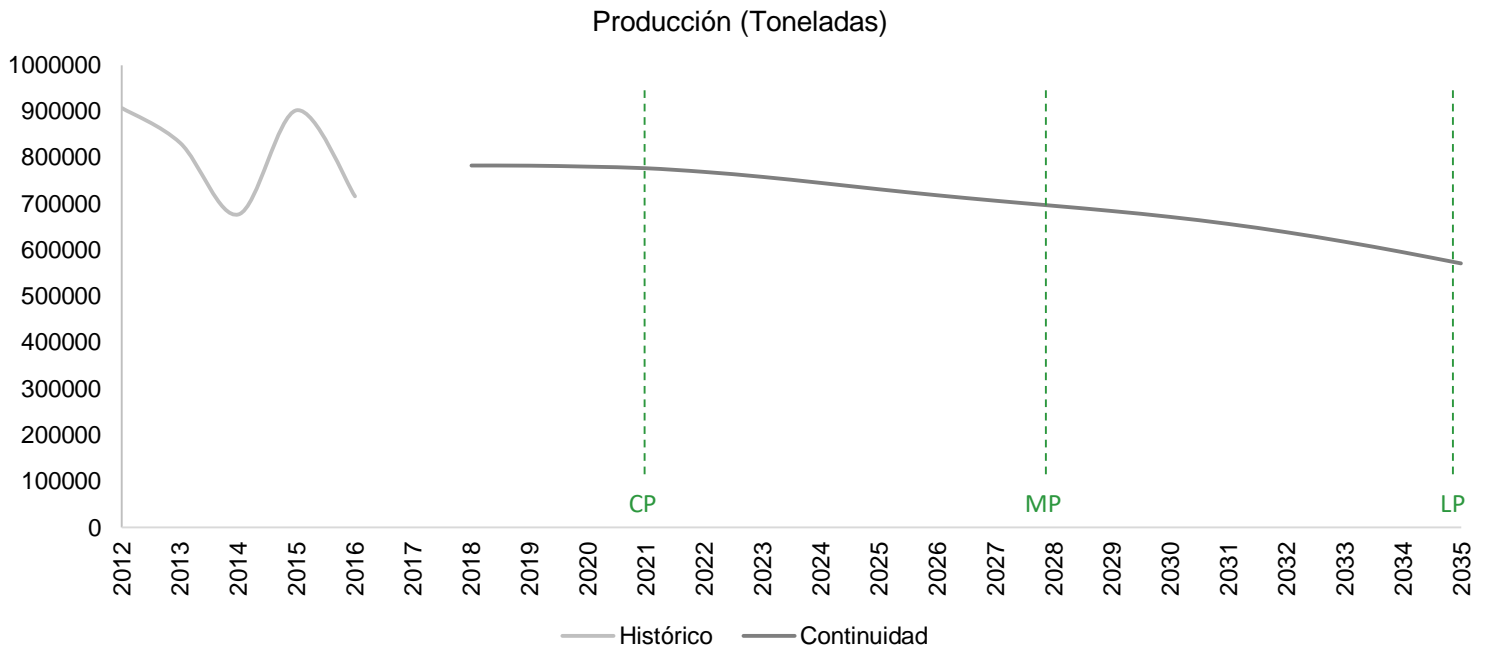


**Consumo intermedio**



Las medidas de error se presentan en los anexos asociados al mineral (ver anexo D)

## Modelo de oferta



## Producción

- La extracción de Hierro en Colombia se da principalmente en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.
- Se han identificado áreas con alto potencial para la minería de Hierro en Cundinamarca, Boyacá, Cundinamarca y Huila.
- Acerías Paz del Río es la principal empresa extractora (productora) de Hierro del país, la cual extrae el mineral de sus minas La Uva en Paz de Río, Boyacá y El Santuario en Ubalá, Cundinamarca.
- La producción de Hierro en Colombia generó \$6.376 millones en regalías entre 2012 y 2017, con lo cual se puede concluir que cada año se recibieron \$1.063 millones de pesos en regalías.
- La comunidad de los municipios de Guayatá y Tasco, se han declarado en contra de la extracción de hierro en sus territorios [1],[2].

En este escenario se espera que estas tendencias continúen:

- Acerías Paz del Río sigue siendo la única empresa integrada en el país (extrae hierro y produce acero)
- Los problemas con las comunidades continúan igual que hasta la fecha

- El Gobierno continúa con acciones para salvaguardar las condiciones del mercado nacional del hierro y el acero, de cara a las importaciones provenientes de países como Turquía y China.

Lo anterior lleva al comportamiento de la producción mostrado en la anterior gráfica. En esta se puede evidenciar una tendencia decreciente en el corto (CP) y mediano plazo (MP), con una tasa anual compuesta del 1% entre 2018 y 2028. Posteriormente, en el largo plazo (LP) – 2035 -, la gráfica muestra una ligera recuperación cerrando la proyección con valores cercanos a las 762 mil toneladas de hierro.

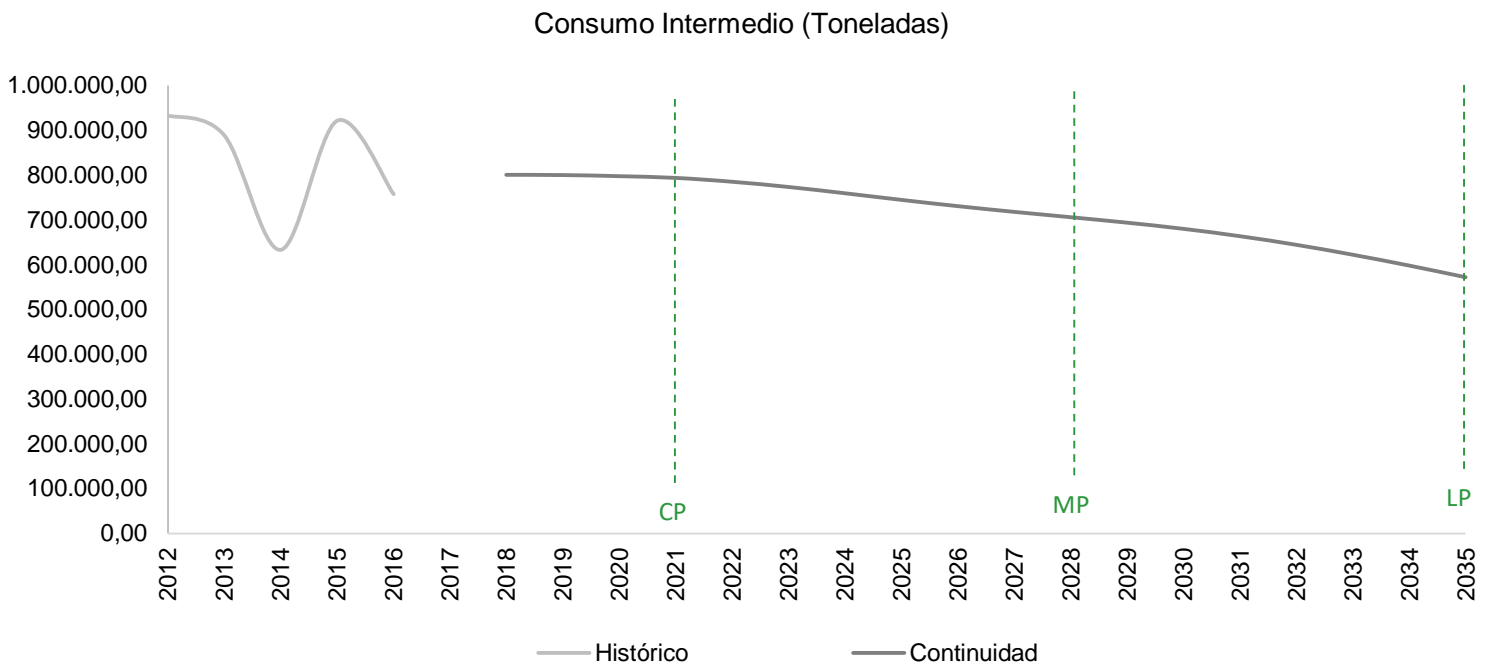
## Importaciones

- El mineral de hierro, según los resultados del Balance Nacional de Minerales y los datos obtenidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, no hay importaciones de este mineral en el país, razón por la cual no se presentan proyecciones ni gráficos asociados con importaciones para este mineral.

[01] Redacción Boyacá 7 días, El Tiempo, "Guayatá se opone a la minería", Abril 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13868155>

[02] Daniela Franco García, El Espectador, "La mina de la discordia en Boyacá", Octubre 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/mina-de-discordia-boyaca-articulo-522409>

## Modelo de demanda



### Consumo intermedio

- El consumo intermedio sigue el mismo comportamiento de la producción.
- La producción minera de hierro puede ser reemplazada por chatarra en la elaboración de acero.
- Los principales usos del Hierro son la producción de acero, múltiples aleaciones y elaboración de pigmentos abrasivos.
- Las empresas más destacadas en la producción de acero en Colombia son: Acerías Paz del Río S.A., Gerdau Diaco, Siderúrgica Nacional Sidenal, Sidoc y Ternium. Siendo sólo Paz del Río la siderúrgica que utiliza hierro primario en la producción del acero, las otras siderúrgicas operaran principalmente con el reciclaje de chatarra.
- Las medidas de protección comercial que ha tomado Estados Unidos frente al acero y aluminio ha provocado que China busque nuevos mercados para comercializar sus productos, ocasionando que en Colombia aumenten las importaciones de acero.

### Exportaciones

Las exportaciones de Hierro en Colombia equivalen al 0,003% de la utilización total de este mineral en el país, de acuerdo a la información reportada por el DANE en el marco del proyecto de "Cuenta Satélite".

Sin embargo, según al conocimiento de los consultores, Colombia no exporta Hierro, debido a que la exportación de hierro de mina colombiano no es viable (volúmenes producidos, costos de producción y transporte a puertos).

La partida arancelaria utilizada por el DANE es "Minerales de hierro y sus concentrados, excepto las piritas de hierro tostadas (cenizas de piritas) sin aglomerar", por lo que es posible que la información reportada por el DANE como exportaciones de hierro, corresponda a compuestos que contienen hierro, y no al mineral de hierro.

Por lo anterior, no se presentan proyecciones ni gráficos asociados con exportaciones para este mineral.

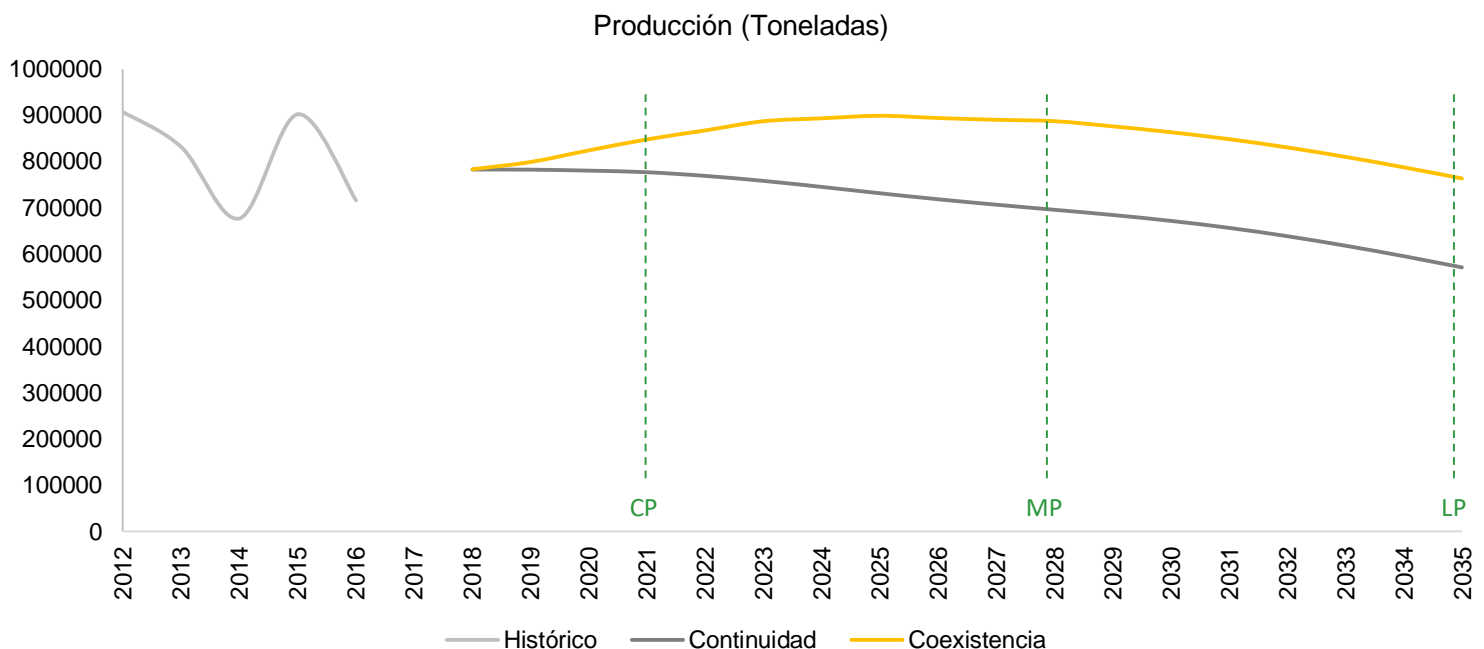
**Colombia 2035: Coexistencia**

Febrero, 2035

*“La mejor forma de predecir el futuro es crearlo”*

Peter Drucker

Colombia comprende que la riqueza está en aquello que nos complementa y que la minería responsable con el medio ambiente, las comunidades y con otras actividades que utilicen el suelo, es un instrumento de prosperidad. El equilibrio entre el impulso Estatal, una comunidad constructiva, activa y participante, y una minería apalancada en el conocimiento de su potencial, le permitieron a Colombia avanzar en espirales ascendentes de creación de valor compartido.

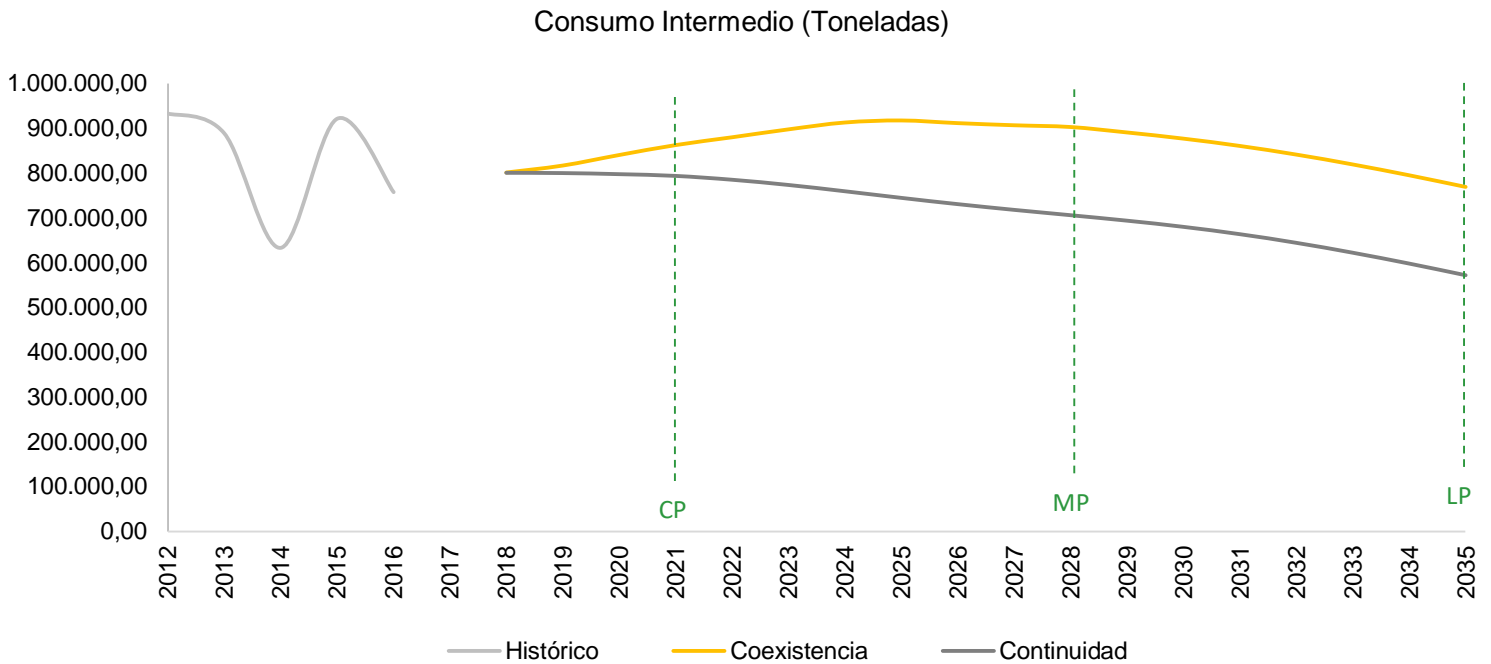
**Modelo de oferta**

En el escenario de coexistencia, se observa un incremento en la producción de Hierro con respecto a continuidad. Así mismo, como se muestra en la gráfica, en el escenario la producción tiene una tendencia creciente en el corto (CP), mediano (MP) y largo plazo (LP), con una tasa de crecimiento anual compuesta del 1% entre 2018 y 2035.

El anterior comportamiento se encuentra asociado con los siguientes supuestos:

- Tras negociaciones con la comunidad de Tasco, se logra una conciliación con Acerías Paz del Río para reabrir la mina 'El Banco'. Llegando a producir 10 mil toneladas por año en los primeros 3 años y 34 mil toneladas en los años posteriores.
- Se generan mejoras en las condiciones de producción en Ubalá y Paz del Río, lo cual ocasiona que estas minas produzcan su máximo histórico, de 529 mil y 300 mil toneladas respectivamente. Este incremento se da desde 2019 hasta 2026.
- Mejoras en las condiciones de producción en Guasca permiten que se produzcan 57 mil toneladas al año en esta mina.

## Modelo de demanda



El consumo intermedio va a responder al comportamiento de la producción por lo que se consume casi la totalidad del Hierro producido en Colombia

Por otra parte, se considera el supuesto en el cual entra en operación la acería de Zipaquirá, consumiendo 60 mil toneladas de Hierro al año [1], [2], [3].

[1]<https://m.portafolio.co/negocios/empresas/dream-team-pacific-rubiales-abrira-aceria-zipaquirá-146132>  
 [2]<http://www.grupomodulax.com.br/industria/2013/06/03/modulax-inicia-operacao-de-alto-forno-na-colombia/?lang=es>  
 [3][https://www.supersociedades.gov.co/delegatura\\_insolvencia/consulta\\_jurisprudencia/Jurisprudencia/2017-01-000359.PDF](https://www.supersociedades.gov.co/delegatura_insolvencia/consulta_jurisprudencia/Jurisprudencia/2017-01-000359.PDF)

## Impacto de las fuerzas para el escenario



Grupos sociales  
(Un ciudadano  
que exige)



Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Conciliación entre Acerías Paz del Río y la comunidad de Tasco.



Condiciones de mercado  
(Un juego con reglas y  
competidores)



Los hitos que se encuentran asociados con esta fuerza son:

- Mejora en las condiciones de producción en Ubalá, Paz del Río y Guasca.
- Acería de Zipaquirá vuelve a entrar en operación.

**Colombia 2035: Divergencia**

Febrero, 2035

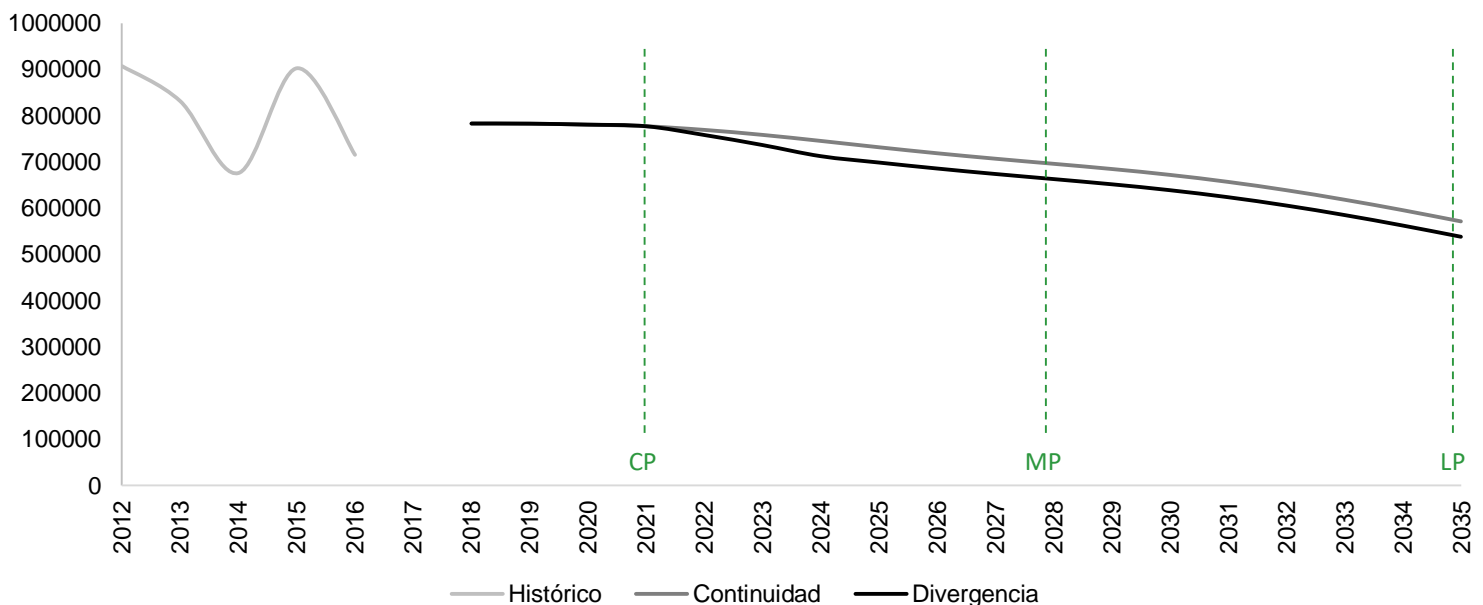
*“Si el ritmo de cambio de afuera excede el ritmo de cambio al interior, el fin esta cerca ”*

Jack Welch

La perspectiva de futuro donde la actividad minería era boyante y aportaba los recursos necesarios para apalancar el progreso del País, se disolvió entre actores de integridad cuestionable y el aire insalubre que ahoga al mundo. Fracasaron los esfuerzos en pro del desarrollo sostenible y se materializa la distopía. Algunos piensan que perdieron los mineros, pero la verdad es que todos perdimos un poco... o todo.

**Modelos de oferta**

Producción (Toneladas)

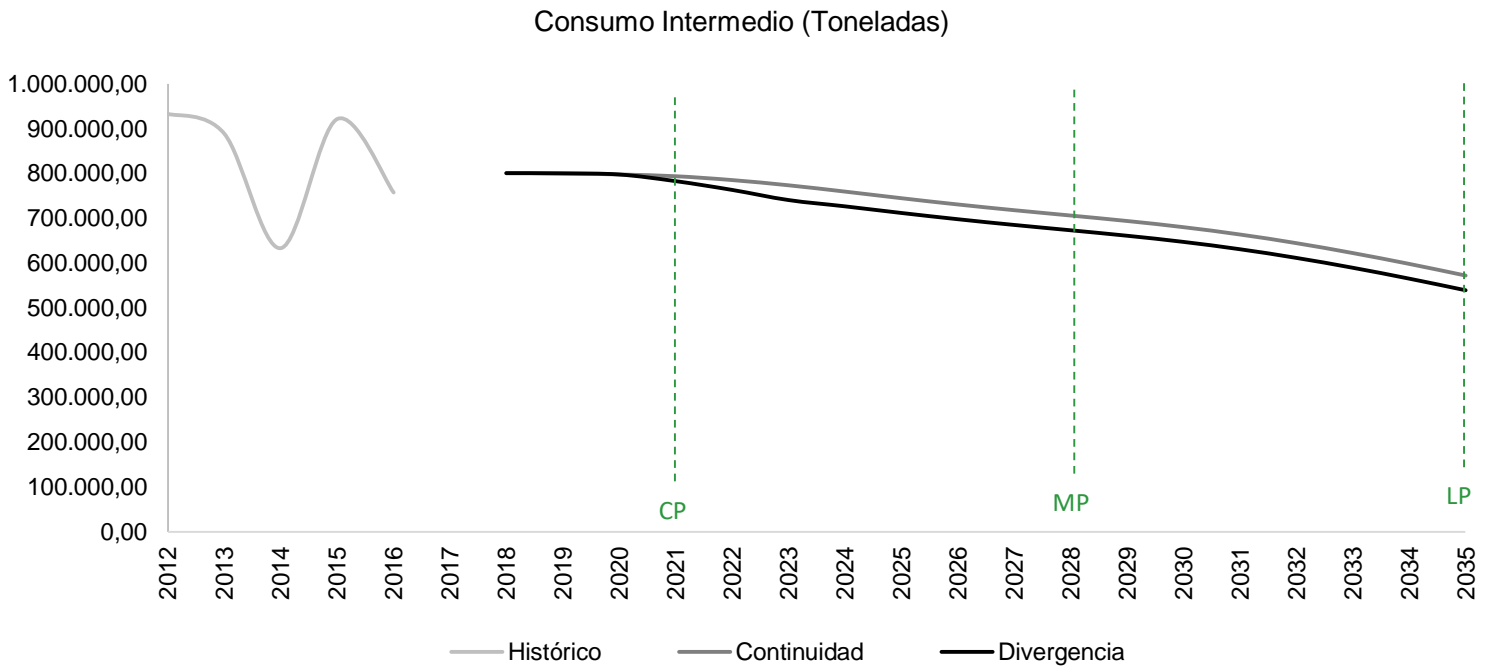


En el escenario de divergencia, se observa que en el corto plazo (CP) va a tener un comportamiento similar al escenario de continuidad, para posteriormente entre el corto y largo plazo (LP) tener una tendencia decreciente en la producción de Hierro hasta alcanzar un valor alrededor de las 730 mil toneladas en 2035. El anterior comportamiento se encuentra asociado con:

- Las importaciones de acero producidas como consecuencia de los aranceles impuestos por Estados Unidos, generan una disminución de la producción de acero en Colombia.

- Por lo anterior, se requiere una menor cantidad de Hierro en Colombia.
- Generando que las minas extraigan progresivamente menos mineral desde 2022 hasta 2025, llegando a extraer 44 mil toneladas menos.

## Modelo de demanda



En el escenario de divergencia, se observa una tendencia levemente decreciente en el consumo intermedio de Hierro hasta alcanzar un valor alrededor de las 769 mil toneladas en 2035.

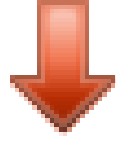
El anterior comportamiento se encuentra asociado con:

- El consumo intermedio de este mineral se encuentran apalancadas en los niveles de producción y en las condiciones de mercado, por lo cual presenta el mismo comportamiento que la producción, como se muestra en la gráfica.
- Las importaciones de acero producidas como consecuencia de los aranceles impuestos por Estados Unidos, generan una disminución de la producción de acero en Colombia.
- Por lo anterior, se requiere una menor cantidad de Hierro en Colombia.
- Generando que las minas extraigan progresivamente menos mineral desde 2022 hasta 2025, llegando a extraer 44 mil toneladas menos.

## Impacto de las fuerzas para el escenario

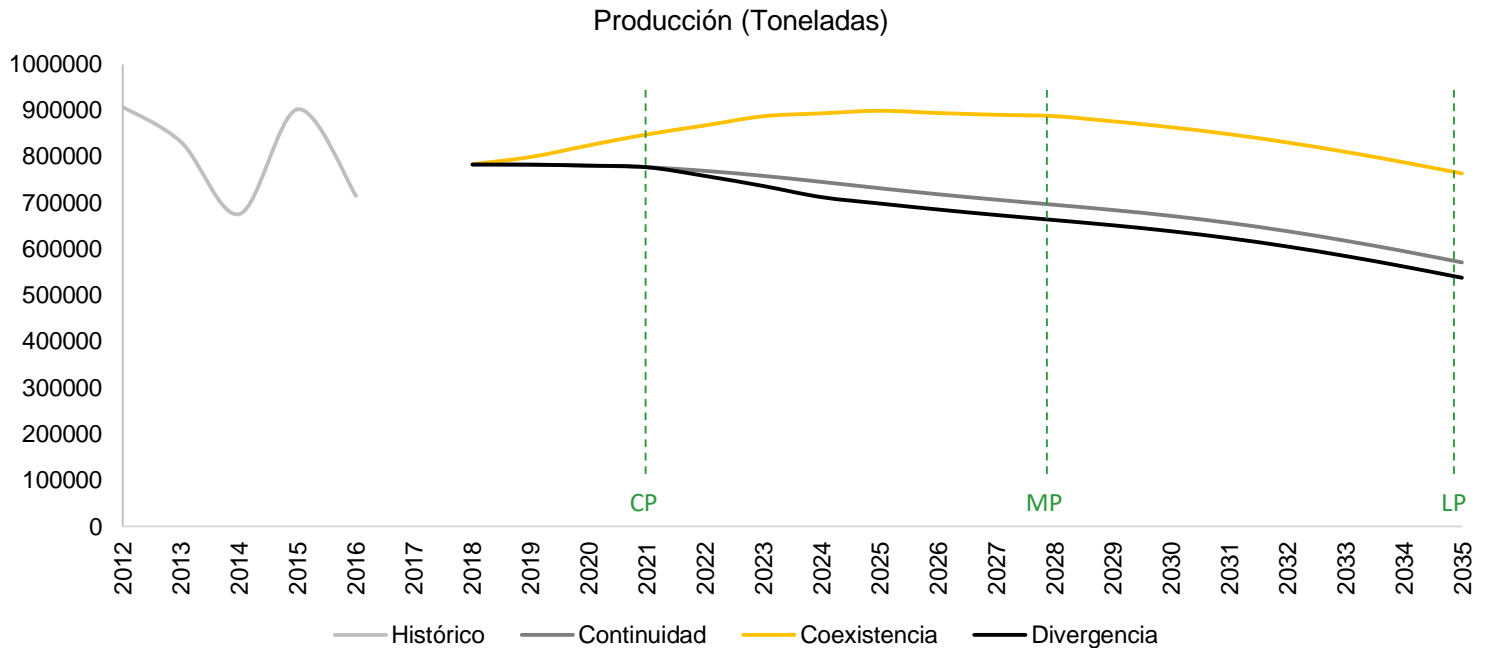


Condiciones de mercado  
(Un juego con reglas y  
competidores)



Las importaciones de Hierro y acero producidas por los aranceles de Estados Unidos, generan que las acerías adquieran una menor cantidad del Hierro producido en Colombia y las minas extraigan progresivamente menos mineral desde 2022 hasta 2025. Así mismo, disminuya la producción de acero y por ende el consumo intermedio del hierro.

## Modelo de oferta



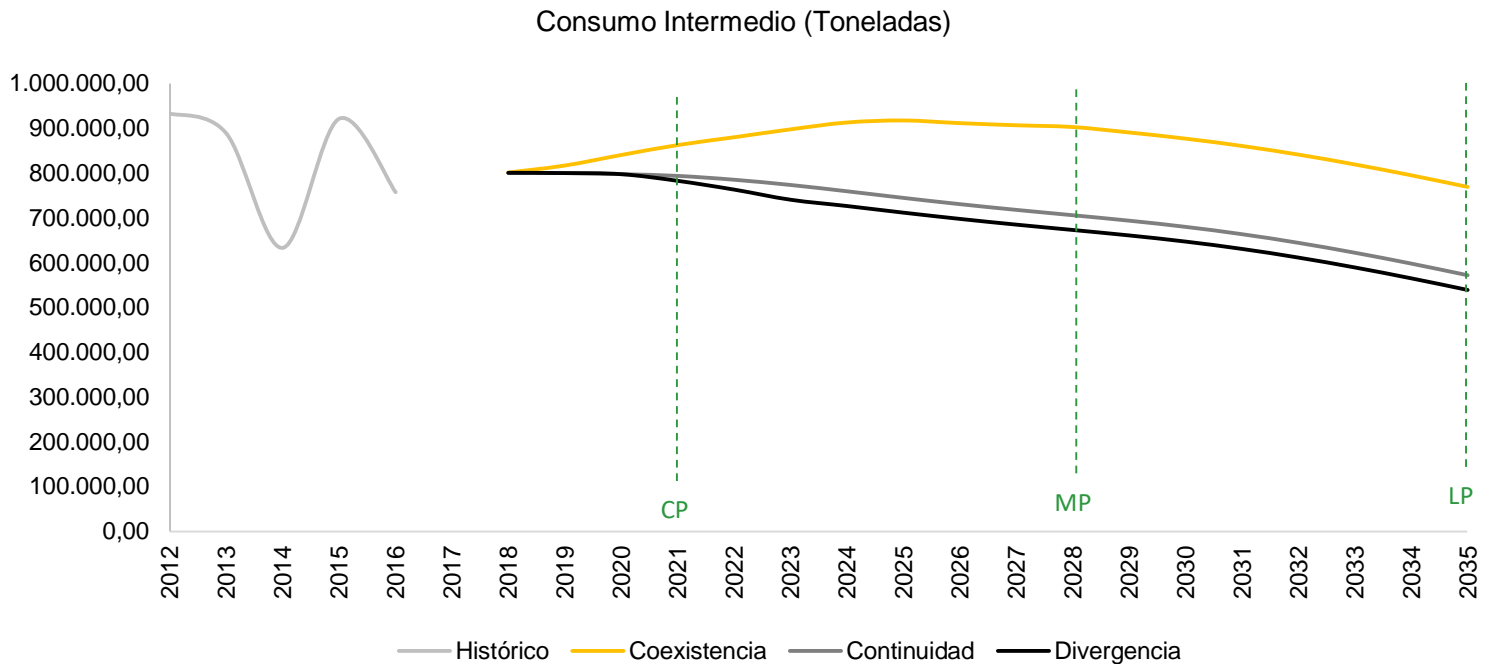
Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Coexistencia</b>	798.809	824.135	848.151	867.686	887.674	894.007	899.619	894.651
<b>Continuidad</b>	782.746	780.610	777.164	769.236	758.428	745.365	731.581	718.613
<b>Divergencia</b>	782.746	780.610	777.164	758.236	736.428	712.365	698.581	685.613

Cifras proyección de la producción (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Coexistencia</b>	890.818	887.787	876.530	863.742	848.531	830.540	809.930	787.257	762.932
<b>Continuidad</b>	706.780	695.750	684.493	671.705	656.494	638.502	617.892	595.220	570.894
<b>Divergencia</b>	673.780	662.750	651.493	638.705	623.494	605.502	584.892	562.220	537.894

## Modelo de demanda



Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 1/2

Escenario	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Coexistencia</b>	816.791	840.397	862.607	880.072	897.815	913.164	917.742	911.774
<b>Continuidad</b>	800.729	798.272	794.420	785.822	774.170	760.123	745.305	731.338
<b>Divergencia</b>	800.729	798.272	783.420	763.822	741.170	727.123	712.305	698.338

Cifras proyección de consumo intermedio (cifras en toneladas) – Tabla 2/2

Escenario	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Coexistencia</b>	906.997	903.058	890.871	877.060	860.683	841.364	819.277	795.012	769.006
<b>Continuidad</b>	718.560	706.621	694.434	680.623	664.246	644.927	622.840	598.576	572.570
<b>Divergencia</b>	685.560	673.621	661.434	647.623	631.246	611.927	589.840	565.576	539.570