

**UNIVERSIDAD DE ATACAMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA EN MINAS**



**DEFINICIÓN DE GAMA DE PRODUCTOS BOOSTER
ESTANDARIZADA Y ANÁLISIS DE RUTAS ESTRATÉGICAS
ANTE EXPORTACIONES.**

ENAEX S.A

FRANCISCO PIZARRO FLORES

2019

**UNIVERSIDAD DE ATACAMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA EN MINAS**



**DEFINICIÓN DE GAMA DE PRODUCTOS BOOSTER
ESTANDARIZADA Y ANÁLISIS DE RUTAS ESTRATÉGICAS
ANTE EXPORTACIONES.**

ENAEX S.A

“Trabajo de titulación presentado en conformidad a
los requisitos para obtener el título de Ingeniero
Civil en Minas”

Profesor Guía Sr Osvaldo Rojos Piffaut

FRANCISCO PIZARRO FLORES

2019

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las personas que han estado a lo largo de esta etapa universitaria, etapa llena de crecimiento en conocimiento y llena de experiencias enriquecedoras a nivel personal. Agradecer a mis compañeros(as) de universidad por haber compartido clases y momentos de compañerismo (carrete y buenas risas), a mis a mis amigos del voluntariado VTP por ser excelentes amigos(as) y excelentes personas (gracias Vale, Cinthia, German, Luis, Katherines). Gracias a mi familia por estar siempre ahí y esforzándose por darme todo y más (Ximena, Juan Carlos, Belén y Carlos), los quiero mucho.

Agradecer de manera especial a los que hicieron posible este trabajo de titulación, al grupo Enaex por darme la oportunidad de realizar el desafiante trabajo de titulación en sus dependencias. Gracias a Ursula Bustamante por ser tan buena guía y crear el excelente ambiente laboral, aprendí demasiado en esta etapa. Al resto del equipo Sueli Gonçalves y Jimmy Vicencio por la ayuda permanente.

Y especiales agradecimientos a Camila y JP por recibirme en su hogar mientras realicé este trabajo, muchas gracias por el espacio y por el compartir, me sentí en casa.

“La incomprensión, más que la imposibilidad de comprender, es la imposibilidad de sentir.”

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en un proyecto desarrollado al interior del grupo Enaex S.A, una empresa reconocida en la fabricación y servicios de manipulación de explosivo en Chile y el mundo, principalmente a usuarios mineros, obras civiles y/o militares. Esta empresa nace hace cerca de 100 años en Chile y en los últimos años se ha iniciado una estrategia de globalización en la participación de distintos mercados. El proyecto presentado a continuación se basa en el análisis de información sobre productos Booster que el grupo posee, específicamente se tiene plantas productoras de altos explosivos en Chile y en Brasil. Este producto es el encargado de transmitir la alta energía generada por el detonador hacia el resto de la columna explosiva en un pozo y/o perforación, permitiendo la detonación del agente de tronadura usado [anfo, emulsión, acuagel, encartuchados, etc)

Se analiza la realidad de cada mercado local, entendiendo el uso que se le da a cada producto de la gama ofrecida, así se da cuenta de diferencia entre características respecto de cada país y el número de productos ofrecidos, en un inicio Chile cuenta con 19 productos y Brasil con solo 5. Esta diferencia se explica debido a que en Chile se han hecho desarrollos acordes a las necesidades del mercado de los clientes, así por ejemplo se cuentan con producto rompedores (serie cónica), productos para carguío ascendente (Up One- Up Hole), productos innovadores en forma geométrica (APD-675 gr), entre otros productos. Se desarrollan matrices de funcionalidad de los productos para hacer recomendaciones en gama de productos ofrecidos sea más estándar como grupo Enaex, de esta manera se recomienda que en Chile se reduzca la cartera, dejando fuera a productos con poca venta y priorizando productos que sean productivos en planta de fabricación y tengan márgenes importantes, dejando afuera productos como Minibooster 15 gr, APD-675 gr, algunos productos cónicos, etc. Por el lado de Brasil se recomienda

aprovechar desarrollos hecho en Chile y esta forma proveer productos especiales para condiciones operaciones especiales, específicamente se recomienda incorporación de Booster para tiros ascendentes Up-One en mercados subterráneos de Brasil.

Además, como parte del proyecto desarrollados se analiza de igual manera la forma más estratégica de proveer a mercados internaciones en la exportación de productos desde Chile y Brasil. Considerando costos logísticos y de flete para finalmente concluir desde que país es más conveniente proveer productos Booster a mercados como el estadounidense, australiano, mexicano, sudafricano, peruano y otros que son de interés para el grupo Enaex aumentar participación. Las principales conclusiones con los costos actuales es que es más competitiva la fábrica de Booster chilena ubicada en Rio Loa, Calama para la mayoría de los destinos. Al interior del presente trabajo se profundiza en cada aspecto de asuntos mencionados.

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivo General.....	1
1.2 Objetivos Específicos.....	1
1.3 Generalidades.....	2
1.4 Motivación.....	5
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.....	7
2.1 Perforación.....	7
2.2 Clasificación Métodos de Explotación.....	8
2.3 Procesos Explosivos y Detonación.....	9
2.4 Propiedades Explosivos.....	10
2.5 Los Explosivos.....	12
2.6 Sistema de Iniciación (Booster).....	14
2.7 APDs Rompedores.....	19
2.8 Incoterms.....	22
CAPITULO 3: DESARROLLO.....	24
3.1 Metodología Proyecto.....	24
3.2 Levantamiento Información Fabricas Booster Enaex.....	26
3.2.1 Producción y Diagrama de Proceso Fabricación Booster.....	26
3.2.2 Análisis de Ventas y Clientes	31
3.2.3 Comparación parámetros económicos de producción.....	35
3.2.4 Conclusiones de la comparativa de análisis de ventas	38
3.2.5 Definición de Perfil de Utilización de la gama de productos.	39
3.3 Definición de gama de productos Booster estandarizada Enaex.....	47
3.3.1 Análisis de la cartera de productos Chile.	47
3.3.2 Propuesta final cartera productos Booster Chile.	58
3.3.3 Análisis de la cartera de productos Brasil.....	59
3.3.4 Resumen Gama de productos Propuesta	66
3.4 Análisis Estrategias ante Exportaciones de Booster.....	68
CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
4.1 Conclusiones.....	78

4.2 Recomendaciones.....	81
CAPITULO 5: ANEXOS.....	82
5.1 Ficha Técnica Productos X-Booster [Brasil].....	82
5.2 Ficha Técnica Producto APD CPT 2200 [Brasil].....	83
5.3 Ficha Técnica Productos APD serie P [Chile].....	84
5.4 Ficha Técnica Producto APD 250 UB [Chile].....	85
5.5 Ficha Técnica Producto APD P 675 [Chile].....	86
5.6 Ficha Técnica Producto APD UP ONE [Chile].....	87
5.7 Formulario Preguntas Country Managers.....	88
REFERENCIAS.....	89

INDICE FIGURAS

Figura 1.1: Participación global del grupo Enaex.....	3
Figura 2.1 Distintos tipos de métodos de explotación mineros.	8
Figura 2.2 Esquema proceso de detonación.	10
Figura 2.3 Cadena de Iniciación en una tronadura ..	15
Figura 2.4 Influencia de tamaño y VOD de Booster en columna explosiva ..	16
Figura 2.5 MMPP, características técnicas y instalación detonador..	18
Figura 2.6: Mecánica de rotura con APD cónico en voladura secundaria.....	20
Figura 2.7: Destranque de Chimeneas con uso de APD cónicos.	21
Figura 2.8; Esquema incoterms navieros.....	22
Figura 3.1: Ubicación plantas productoras Booster Grupo ENAEX.	26
Figura 3.2: Comparativo de procesos en plantas productoras Enaex.....	28
Figura 3.3: Cifras producción historia plantas de producción Booster.	29
Figura 3.4: Gama de productos Booster según país de producción.	30
Figura 3.5: Funcionalidad de los productos Booster	31
Figura 3.6: Distribución de Ventas de Booster según país de producción....	32
Figura 3.7: Ventas de productos Booster fabricados en Rio Loa.	32
Figura 3.8: Principales ventas en productos Booster- Chile.	33
Figura 3.9: Ventas de productos Booster fabricados en Quatro Barras.....	34
Figura 3.10: Principales ventas en productos Booster- Brasil.....	34
Figura 3.11: Costos de producción unitario serie cilíndrica de Booster.	35
Figura 3.12: Principales Clientes Booster en Chile.....	36

Figura 3.13: Principales Clientes Booster en Brasil..	37
Figura 3.14: Productos por tipo de minería y funcionalidad CHILE.....	39
Figura 3.15: Esquema laboreos en Block / Panel Caving	40
Figura 3.16: Productos por tipo de minería y funcionalidad Brasil.	41
Figura 3.17: Productos clasificados según volumen de consumo.	48
Figura 3.18: Consumo de productos de la serie cónica.	48
Figura 3.19: Ventas históricas de productos serie cónica.	49
Figura 3.20: Consumo de productos de la serie cónica.	51
Figura 3.21: Productos clasificados según volumen de consumo.	52
Figura 3.22: Productividad de serie cónico de Booster y 450 cilíndrico.....	53
Figura 3.23: Ventas de Productos especiales Underground.....	54
Figura 3.24: Producto diseñado para perforaciones ascendentes.....	55
Figura 3.25: Productos Sofron-Miniblaster y esquema de uso en un tiro.....	56
Figura 3.26: Proyección ventas extras Miniblaster.....	56
Figura 3.27: Propuesta de gama productos Booster Final.....	58
Figura 3.28: Principales Características producto APD Up One.....	60
Figura 3.29: Posibles clientes con demanda de Up-One.....	61
Figura 3.30: Estimación de productos en mercado brasileño..	62
Figura 3.31: Características APD P-675 (truncocónico) y P-900 (cilíndrico)..	64
Figura 3.32: Test Medición VOD 675 y 900 gr.....	64
Figura 3.33: Test deformación cilindro acero.	65
Figura 3.34: Portafolio de Productos Booster Inicio de proyecto.	66
Figura 3.35: Portafolio de Productos Booster propuesto con proyecto.	67

Figura 3.36: Identificación Must Countries para grupo Enaex.	68
Figura 3.37: Costos comparación entre exportaciones Chile-Brasil.....	69
Figura 3.38: Distancias entre plantas productoras y puerto de embarque....	70
Figura 3.39: Datos de costos y documentos necesarios FOB Brasil - Chile. 71	
Figura 3.40: Standard de container por país, y consideración de pallet..	74

INDICE TABLAS

Tabla 3.1: Matriz de uso de Booster en Minería Cielo Abierto - Chile.....	43
Tabla 3.2: Matriz de uso de Booster en Minería Subterránea- Chile.	44
Tabla 3.3: Matriz de uso de Booster en Minería Cielo Abierto – Brasil.	45
Tabla 3.4: Matriz de uso de Booster en Minería Subterránea - Brasil.....	46
Tabla 3.5: Resumen Propuesta, Analisis cifras económicas.	54
Tabla 3.6: Características formato de Up One – Cilíndrico 150.....	61
Tabla 3.7: Fletes para comparación entre plantas productoras.	73
Tabla 3.8: Costos de exportación plantas productoras destino a USA..	75
Tabla 3.9: Costos de exportación plantas productoras destino a AUS..	75
Tabla 3.10: Costos de exportación plantas productoras destino a MEX.....	75
Tabla 3.11: Costos de exportación plantas productoras destino a S AFRI... ..	76
Tabla 3.12: Costos de exportación plantas productoras destino a PER..	76
Tabla 3.13: Costos de exportación plantas productoras destino a BRA.	77
Tabla 3.14: Costos de exportación plantas productoras destino a CHI..	77

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 Objetivo General

El objetivo general del presente trabajo de tesis es aportar y servir de ayuda al grupo Enaex S.A. en las decisiones a tomar con respecto a la comercialización de la gama de productos Booster, considerando las líneas productivas que se tienen a nivel global.

1.2 Objetivos Específicos

- i. Estudiar y analizar Big Data de procesos productivos y ventas de iniciadores de tronadura “Booster” en los últimos años.
- ii. Identificar perfiles de utilización sobre gama de productos ofrecidos, considerando las necesidades del cliente y aplicaciones de terreno.
- iii. Análisis de oferta de productos de las plantas productoras y determinar posibilidad de tener una gama más estandarizada.
- iv. Análisis de caso sobre oportunidad de posicionar ciertos productos innovadores ofrecidos en el mercado, de manera de incentivar el uso en faenas mineras que requieran soluciones operacionales específicas a nivel global.
- v. Mapear posibles mercados para realizar exportación de productos Booster, y definir mejores planes de acción comercial para suplir la demanda global a partir de costos y restricciones de país de destino.

1.3 Generalidades

El presente trabajo se realizó para la compañía Enaex S.A, empresa que cuenta con una vasta experiencia en el mercado de explosivos¹. Es una empresa chilena que empezó sus operaciones en 1920 y se ha consolidado principalmente como uno de los mayores productores de nitrato a nivel mundial.

A nivel de Latinoamérica se destaca por la venta de explosivos y accesorios destinadas principalmente a empresas de extracción de metales y/o recursos naturales, obras civiles y rubro militar, además de ofrecer servicios integrales de fragmentación de roca en las principales faenas mineras en Chile a través de sus plantas de servicio.

Durante los últimos años Enaex ha aplicado una estrategia de aumentar su participación en mercados globales, por lo tanto, ha adquirido empresas también del área de explosivos en Brasil, Estados Unidos, Francia y Perú.² Además de las sucursales en los países en donde se tiene participación en el mercado. En Brasil se cuenta con una fábrica de Booster y Emulsiones.

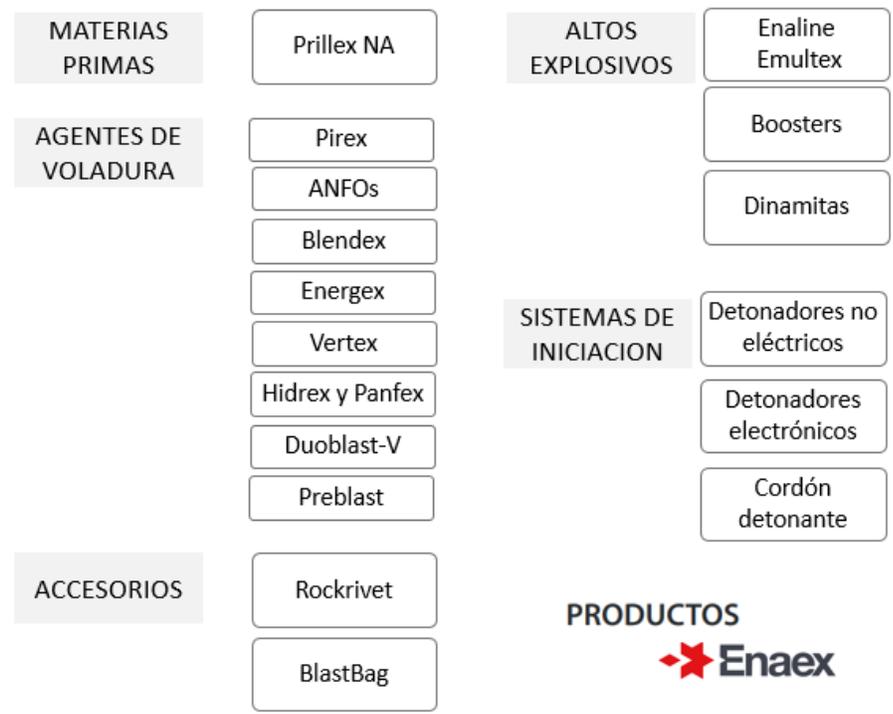
¹ Informe Memoria Anual 2018, Reporte Integrado, ENAEX.

² Revista Minería chilena, artículo "Se expande el mercado de explosivos grupo ENAEX", 24-abril-2017.

Figura 1.1: Participación global del grupo Enaex. Fuente: Informe Memoria Anual 2018



Figura 1.2 Gama de productos ofrecidos por el grupo Enaex S.A. Fuente: Elaboración propia.



Estos productos son de relevancia para algunos rubros donde se busca la fragmentación de rocas con explosivos, principalmente en minería y obras civiles. Técnicas como esta, se han masificado desde el siglo XVII en donde el uso de pólvora en minería se popularizó. A partir de entonces, con los inventos de Alfred Nobel en siglo XIX (aparición de la dinamita), tiempo después, la utilización de ANFO, el desarrollo de hidrogeles, y actualmente la preparación de agentes explosivos y la agregación de componentes para tener características explosivas únicas y diferenciadoras según las características de terreno (emulsiones distinta composición y ANFOS pesados) han hecho de la industria productora de explosivos, una industria que evoluciona en soluciones de manera rápida. Junto con los explosivos, todos sus accesorios para llevar a cabo la tronadura, han tenido el mismo comportamiento, siendo necesario estar en constante actualización de funcionalidades y ofrecer productos acordes a las necesidades del cliente actual.

A la par con la tronadura, las técnicas de perforación de rocas han avanzado de igual forma desde un uso manual, a perforadoras con grandes martillos hidráulicos actualmente que logran controlar parámetros que logran mejores resultados de pozo. Estas dos variables (perforación y tronadura) ³ son claves para lograr un resultado óptimo en la fragmentación de la roca para el posterior manejo del material tronado, principalmente el carguío para luego trasladarlo a otras zonas.

Desde un principio del uso de explosivos, hasta hace un par de épocas atrás, se consideraba un arte el trabajo con estos, debido a que era necesario la pericia y experiencia de los que lo usaban, actualmente se tienen las técnicas basadas en conceptos científicos físico-químicos que describen la acción de sustancias explosivas ⁴, mecanismos de rotura de roca y hasta de propiedades

³ Guía Operación para Minería, Perforación y Tronadura, Sonami, 2016.

⁴ Reglamento General de Explosivos, norma 56-2th, INDITECNOR.

geomecánicas de los macizos rocosos de describen el comportamiento que se tendrá.

Se consideró los fundamentos que actualmente describen los fenómenos explosivos, para entender el funcionamiento que se le da a los Booster en terreno ⁵ y de esta forma tener el papel que desempeña a lo largo de la cadena de la operación de tronadura para lograr el objetivo final de la fragmentación de las rocas.

1.4 Motivación

La necesidad de Enaex S.A de consolidar su participación en el mercado global de productos explosivos, hace necesario analizar en profundidad cada producto producido y ofrecido, entendiendo muy bien las características, el desempeño y las necesidades del cliente⁶.

Este trabajo de tesis se realizó como parte del área de Corporate Bussines Support de la compañía, la cual busca obtener estrategias de negocios que se puedan aplicar de manera global en todos los mercados que se tenga participación como grupo Enaex.

Este trabajo está motivado a ser una herramienta para aportar a crear valor a la compañía, con la decisión o elección de estrategias de negocio que apunten a ser una empresa prestigiosa en la industria en la entrega las soluciones de alto valor ⁷ a las regiones mineras más importantes alrededor del mundo.

En este contexto, se tiene el objetivo principal, el estudio de los productos Booster con los que cuenta la compañía para ofrecer al mercado, para esto, se analizaron datos internos de la compañía, revisando asuntos como las

⁵ Perforación y Voladura de Rocas en Minería, Jose Bernaola Alonso, J.Castilla. Madrid. 2013.

⁶ Informe Memoria Anual 2018, Reporte Integrado, ENAEX.

⁷ Articulo: Claves para crear valor en las empresas, Thierry Guihard, México, 2017.

cifras de producción y ventas, principales clientes, ensayos de desempeño, etc. A lo largo del periodo de trabajo además se realizaron reuniones con representantes de diversas áreas al interior del grupo (área de servicios, técnica, comercial, comercio exterior, logística, representante de países, operadores de plantas de servicio, etc.) y además se consultaron fuentes de reportes del área de explosivos para tener detalles de mercados y competencia. Señalar que toda esta información es confidencial, por lo tanto, al interior de este trabajo se han modificado en forma aleatoria cifras y algunas conclusiones, para de esta manera cumplir con la confidencialidad del grupo Enaex.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

A continuación, se describen conceptos básicos para lograr el entendimiento del trabajo realizado.

Las principales etapas del ciclo en minería que se involucran directamente en este trabajo se describen a continuación.

2.1 Perforación

Dentro del proceso de tronaduras para lograr la fragmentación de un material, la primera operación que se debe realizar, es la perforación de la roca, esta etapa tiene la finalidad de abrir un hueco en el macizo rocoso con una adecuada distribución y geometría, que luego será cargado con explosivos y accesorios para lograr la tronadura como resultado⁸. Actualmente el medio para realizar la penetración de la roca es con la aplicación de energía mecánica (percusión, rotación y roto percusión) que la aporta una perforadora hidráulica en la mayoría de los casos, se diferencian estas perforadoras en el procedimiento de perforación, logrando una primera diferenciación según el tipo de trabajo que se realiza.

Clasificación según rubro:

- Minería Cielo Abierto
- Minería Subterránea
- Obras Civiles
- Usos Militares
- Otros

Señalar que dentro de cada rubro existen tipos de perforaciones tanto manuales como mecanizadas que pueden tener distinta funcionalidad, por ejemplo, perforación de banqueos, perforación de avances galerías o túneles,

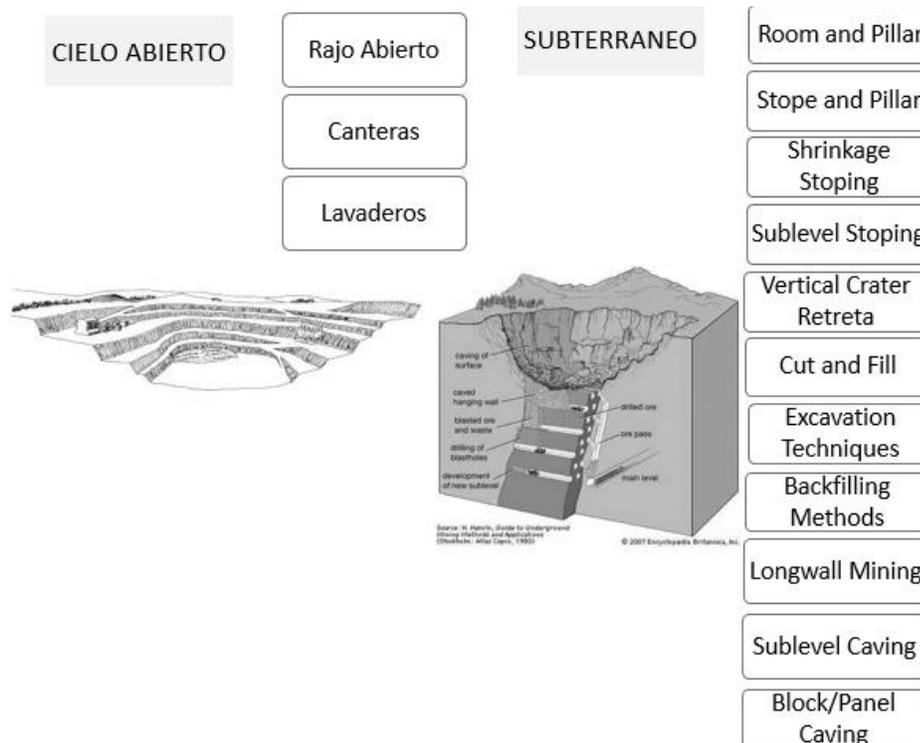
⁸ Tesis “Desarrollo de metodología de diseño y planificación de tronadura”, Fabián Rebolledo E. Santiago, 2018.

perforación de producción, perforación de chimeneas, perforación para sostenimiento.

De lo anterior recalcar que las características de la perforación cambiarán según tipo de operación que se realizara, de esta manera para efectos de este trabajo se profundizará más en los métodos de explotación masificados en minería para conocer sus principales características, sin recordar que existen rubros como obras civiles u otros que no siguen este tipo de clasificación⁹.

2.2 Clasificación Métodos de Explotación¹⁰

Figura 2.1 Distintos tipos de métodos de explotación mineros. Fuente: Elaboración Propia.



Con esta clasificación se tiene un panorama general del tipo perforación que se tendrá en cada caso, al interior del trabajo se definirá los productos

⁹ Documento "Diseño de la Perforación de Pozos", sitio web: <http://oilproduction.net/files/Diseno%20de%20perforacion.pdf> Julio 2019.

¹⁰ Apuntes PDF "Métodos de explotación – Selección de método". (www.u-cursos.cl, 2019)

característicos a partir del tipo de minería, a continuación, se explicara los fenómenos de los explosivos y procesos de detonación que actuaran en cada una de estas perforaciones.

2.3 Procesos Explosivos y Detonación¹¹.

El objetivo del uso de explosivos para fragmentar rocas, consiste en tener una energía química concentrada situada al interior de los pozos, de tal forma que con una cantidad y ubicación correcta de esta energía se logre la liberación de esta, en forma controlada en espacio y tiempo para realizar la fragmentación del material, esta energía química se transforma principalmente en gases y calor, logrando una dilatación en volumen hasta 10.000 veces¹².

Para el proceso de rompimiento y desplazamiento de material desde el punto de vista del uso y comportamiento de la carga explosiva se puede observar las siguientes etapas¹³:

- Detonación¹⁴.
- Propagación de ondas de choque y esfuerzo.
- Expansión de gas a presión.
- Movimiento material.

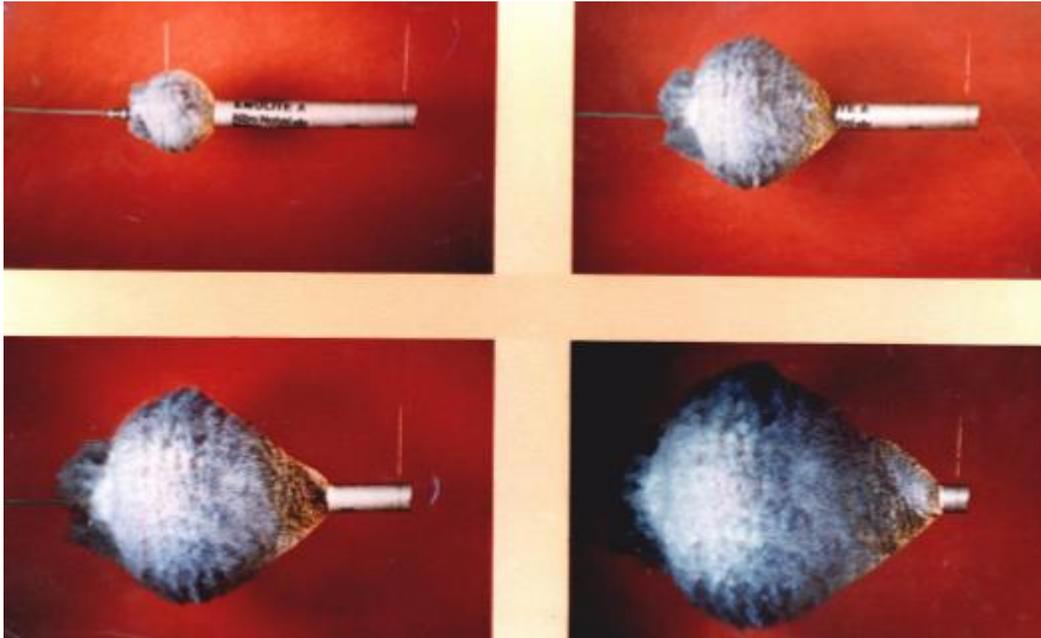
¹¹ Sitio web: <http://www.ingenieroenminas.com/manual-de-perforacion-y-voladura-de-rocas>, Julio 2019.

¹² "Perforación y voladura en minería a cielo abierto", Farje Verfaray, Italo, Lima 2006.

¹³ Manual de tronadura Enaex S.A – Gerencia Técnica.

¹⁴ Sitio web: Km77.com/glosario, Julio 2019.

Figura 2.2 Esquema proceso de detonación¹⁵ Fuente: Enaex Australia.



Se observa el fenómeno de detonación de una carga explosiva, en donde la masa se transforma en gases a alta presión y temperatura¹⁶, esto genera una onda de choque la cual viajara a través del entorno.

Se comprende de esta manera, el modo en el cual un explosivo logra generar la energía suficiente para cumplir el objetivo de fragmentación y desplazamiento del material. A lo largo de todos estos procesos se requiere la energía de iniciación para que se puedan desarrollar y mantener las condiciones estables en cada etapa.

2.4 Propiedades Explosivos¹⁷

A continuación, se enumeran las principales características a la hora de definir un tipo de explosivo y su uso.

¹⁵ "Curso Básico Explosivos", Gerencia Minería Subterránea, Asistencia Técnica. ENAEX.

¹⁶ PDF "Explosivo Roca, Perforacion y Tronadura", Enrique Caballero, Universidad de Chile.

¹⁷ Blanck, J. P., et Thiard, R.: "L'Energie des Explosifs".1994.

- Potencia: Energía disponible para producir efectos mecánicos.
- Velocidad de Detonación: Define el ritmo de liberación de energía a través de la columna explosiva¹⁸.
- Densidad: Se puede establecer que, entre más densidad, mayor efecto rompedor.
- Presión Detonación: Depende de densidad y velocidad de detonación del explosivo, es la presión en el frente de detonación¹⁹.
- Estabilidad: Resistencia a sufrir descomposición química o física en condiciones ambientales normales.
- Resistencia al agua: Capacidad para mantener características aun en prolongadas exposiciones de agua ²⁰.
- Sensibilidad: Facilidad de un explosivo a iniciar la detonación. Se ha observado que en algunos explosivos al aumentar la densidad existe una desensibilización.
- Balance de Oxígeno (BO): Un explosivo es considerado que tiene un BO cero, cuando tiene el O justo para oxidar por completo el combustible presente.
- Otros: Resistencia a T° limites, Generación de Gases y Humos.

A lo largo del presente trabajo sobre el funcionamiento del Booster, una de las características a prestar atención es la presión de detonación, la cual es la presión en la zona de reacción cuando el explosivo detona, importante a considera la zona alrededor del Booster.

¹⁸ Dick, R., et al.: "Explosives and Blasting Procedures" U.S. Bureau of Mines, 1993.

¹⁹ Drury, F. C., and Westmann, D. J.: "Consideration Affecting the Selection and Use of Moderns Chemical Explosives" SEE, 1990.

²⁰ Du Pont: "Blaster's Handbook", 16 Edition, 1990.

2.5 Los Explosivos

Según la velocidad de detonación de los explosivos se pueden clasificar en²¹:

-Explosivos detonantes (rápidos): Entre 2.000 m/s a 7000 m/s.

-Explosivos Primarios: Alta energía y sensibilidad, son usados como iniciadores para detonar a los secundarios²².

-Explosivos Secundarios: Carga principal que se usan en los pozos para realizar el arranque de rocas, menos sensibles, pero tiene un mayor trabajo útil.

-Explosivos deflagrantes (lentos): Menor a 2000 m/s²³.

Los primeros son los que comúnmente se usan en industrias como la minería y/o obras civiles, que es donde se pone el foco como grupo ENAEX²⁴.

Dentro de los explosivos secundarios se tiene a los agentes explosivos, sus ingredientes que por sí mismos no son explosivos, solo puede ser detonado por un explosivo primario. Los agentes de tronadura tienen principalmente en su estructura:

-Oxidante: Químico que proporciona oxígeno para la reacción. (NA principalmente).

-Combustible: Químico que reacciona con el oxígeno para producir calor.

-Sensibilizador: Proporciona la fuente de calor (puntos calientes) para impulsar la reacción química del oxidante y el combustible.

Crterios de decisión al seleccionar el explosivo²⁵.

²¹ "Evolución de los explosivos industriales" Víctor Legorburu Zuazua y Luis Sánchez Barbero.

²² "Manual del vigilante de explosivos" Hector Mora Chamorro, 2008.

²³ "Determinación de la velocidad de detonación de los explosivos" AENOR, España 1994.

²⁴ Manual de tronadura Enaex S.A – Gerencia Técnica

²⁵ "Cap. 12: Criterios de Selección de Explosivos" Manual de Voladuras, Lopez Jimeno.

Una parte del diseño de las voladuras es establecer las en un primer lugar las características de la perforación y la elección del tipo de explosivo a utilizar y los accesorios de voladura correspondiente, estas decisiones serán influyentes de gran medida del resultado a obtener. A continuación, se enumeran varias a tener en cuenta al momento de estudiar la etapa de voladura:

- Diámetro Carga.
- Características Roca.
- Volumen roca a tronar.
- Condiciones atmosféricas.
- Presencia de agua.
- Entorno complejo.
- Humos.
- Condiciones Seguridad.
- Calidad y disponibilidad de Suministro.

Estos factores son importantes de tomar en cuenta al momento de realizar las elecciones del material explosivo a utilizar. El resultado final que se busca en la tronadura, se puede cuantificar considerando variables como:

- La cantidad de vibraciones generadas.
- La cantidad de fragmentación producida.
- El sobrequebre y la violencia con la que esto ocurre.
- Seguridad ante proyección de rocas y riesgos químicos (gases).

Para el presente estudio se enfocará en los Booster o iniciadores de columna explosiva, al interior del desarrollo se realizará un análisis de usos-

performance de la cartera a través de un seguimiento de los clientes, donde se desarrolla las variables críticas específicamente para el uso de cada tipo de Booster.

2.6 Sistema de Iniciación (Booster)²⁶

El tema a desarrollar dentro de este trabajo es realizar un estudio en profundidad de los productos destinados a la iniciación por medio del cebado, es importante esta etapa de la tronadura debido a que se debe iniciar una columna de agente explosivos que por definición es más insensible y además se puede garantizar el máximo rendimiento de la energía desarrollada por los explosivos, por lo cual se requiere de un estímulo externo para que comience la reacción química y la explosión tenga lugar.

Según la sensibilidad del explosivo, se puede iniciar por:

- Onda de Choque
- Calor
- Mecánica
- Onda electromagnética de alta energía.

La mayoría de los explosivos industriales se inician mediante la primera opción, lo que significa que es necesario otro explosivo (Booster) para iniciar el explosivo principal.

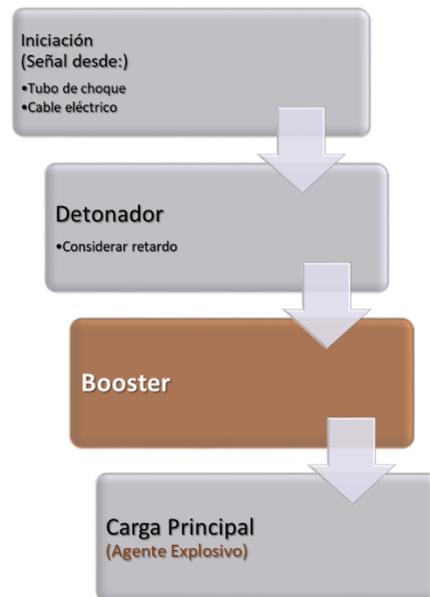
Algunos términos para comprender esta primera fase son:

- Primer: Carga explosivo potente y sensible utilizada para iniciar una columna principal de explosivo.
- Booster: Este elemento completa el trabajo de primer en la columna explosiva y crea las zonas de alta liberación de energía

²⁶ "Catálogo de Iniciadores APD Booster" Enaex S.A.

en la aquella columna. En este se concentrar a lo largo del presente estudio.

Figura 2.3 Cadena de Iniciación en una tronadura²⁷ . Fuente: Elaboración Propia.

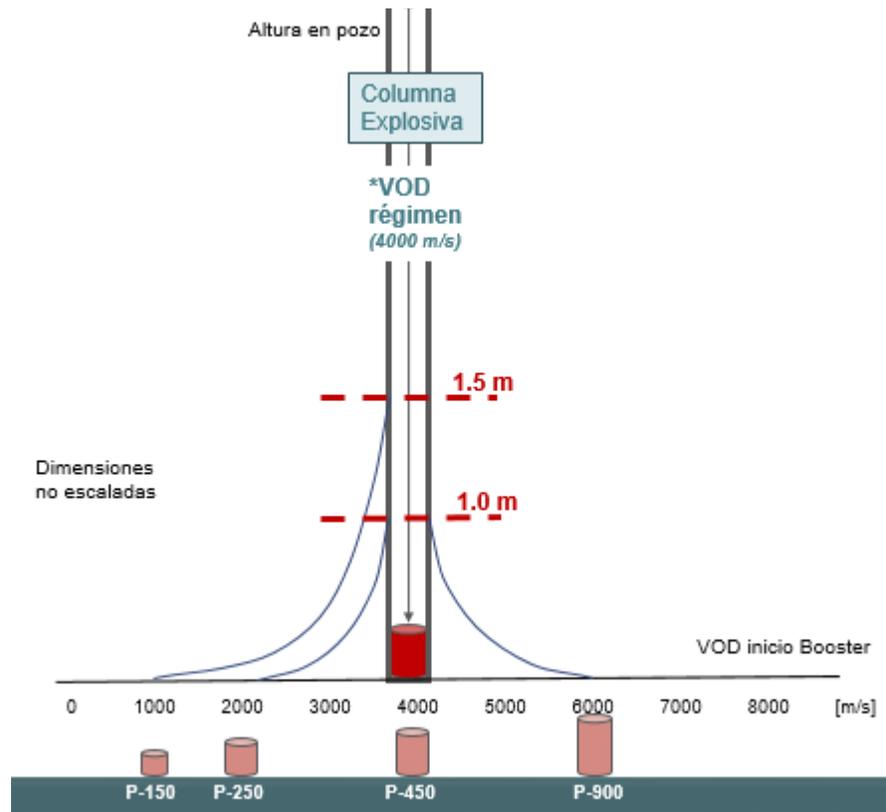


Se puede observar el orden de iniciación de cada componente de tronadura al interior de cada pozo de perforación, el Booster tiene el objetivo de multiplicar la energía (onda de choque) que se obtiene del detonador, para activar el agente explosivo principal²⁷. El sistema de iniciación (1ra → 3era fase) permiten transferir la señal de detonación a cada pozo, asignando un tiempo de iniciación.

²⁷ PDF “Apuntes Curso Explotación de minas” Julián Ortiz, Universidad de Chile. (u-cursos.cl)

El rendimiento de un iniciador y su efecto transmitido hacia el agente explosivo se puede definir por la presión de detonación y las dimensiones²⁸.

Figura 2.4 Esquema influencia de tamaño y VOD de Booster en columna explosiva. Fuente: Elaboración Propia.



En eje horizontal se muestra cada Booster (según tamaño) con su VOD inicial, y en el eje vertical se representa la altura del pozo, el funcionamiento del Booster busca que se logre la VOD de régimen (en esquema es 4000 m/s) por lo que cada Booster tendrá un tiempo distinto para alcanzar la VOD régimen a partir de su VOD inicial²⁹, lo que se representa por la diferencia de altura en el gráfico, entre menor es esta altura es más eficiente el Booster elegido.

²⁸ "Curso tronadura en minería a cielo abierto", material Enaex S.A.

²⁹ Manual de tronadura Enaex S.A – Gerencia Técnica

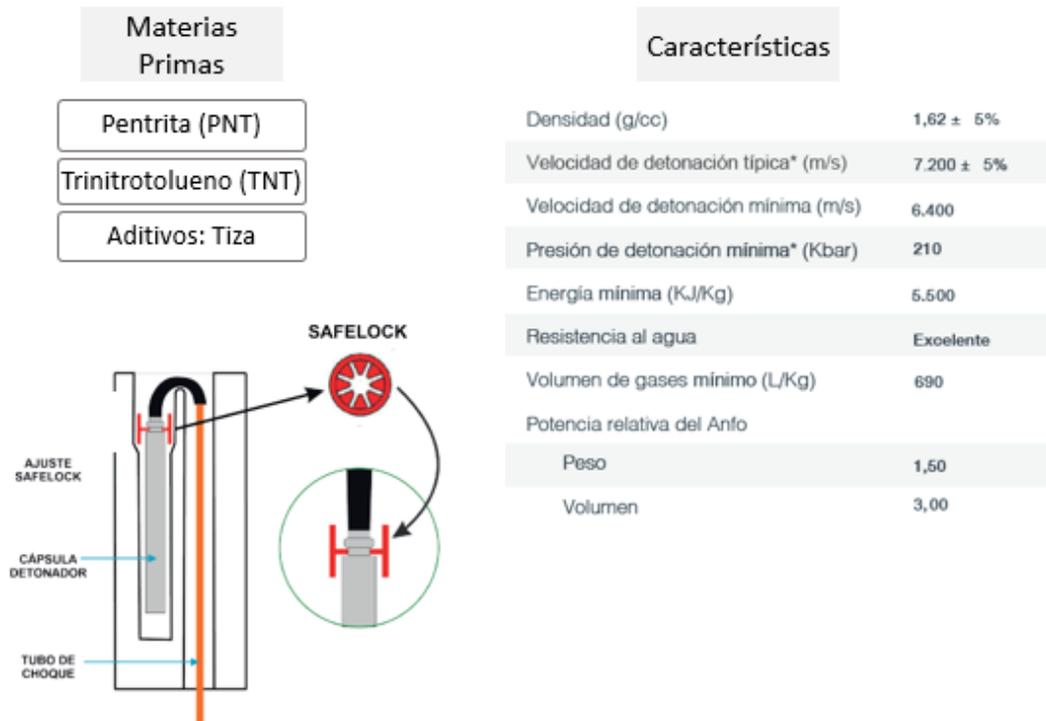
Una baja presión de detonación crea una caída parcial de la velocidad de detonación, caso contrario si existe una presión de detonación superior³⁰. Además en cuanto al diámetro existen recomendaciones de utilizar un Booster superior a 2/3 aprox. del diámetro de la carga. Señalar que se está analizando la influencia en la presión del explosivo, y no en la energía total del explosivo, la cual es una propiedad inherente a la naturaleza de cada explosivo.

En la actualidad, los iniciadores en base a pentolita son los más utilizados, entre algunas características de estos mencionar:

- Insensibilidad a impactos y fricción.
- Estabilidad ante resistencias mecánicas.
- Se insertan con facilidad con el detonador.
- Pequeños, compactos, fácil de manejar y sin efectos adversos debido a su manipulación.
- Vida útil amplia.

³⁰ "Desarrollo de un procedimiento para la medida de la velocidad de detonación de los explosivos" Jose Serrano Diez, 1991.

Figura 2.5 Enumeración de Materias primas, características técnicas y esquema mostrando modo de instalación con el detonador. Fuente: Elaboración en base a Fichas Técnicas de productos.



Factores a considerar en el uso del Booster³¹:

-Efecto del cordón detonante y su área de influencia en la columna explosiva. (puede provocar deflagración del explosivo circundante).

-Presencia de agua o barros en pozos (densidad del explosivo, mal ubicación del Booster).

-Cebados múltiples en un pozo.

La iniciación múltiple se requiere para evitar la disminución de la velocidad de detonación alcanzada a lo largo del pozo a medida que es mayor la altura del pozo (el iniciador de más arriba asegura la detonación de la sección superior

³¹ "Perforación y Voladura de rocas en minería" Jose Bernaola, Jorge Castilla y Juan Herrera, Madrid. 2013.

y el iniciador del fondo asegura la iniciación de la sección inferior)³². También un iniciado multiplique se puede usar como seguro ante una posible falla en el sistema de iniciación. En teoría el principio de la colisión de ondas de choque, la cual señala que cuando dos ondas de choque se encuentran, la presión final es mayor que la suma de las dos presiones iniciales, indica que esto debería ser favorable para fracturar la roca en la voladura.

-Posición del cebado dentro del pozo.

Al existir un tiempo finito para que la reacción de la detonación dentro del explosivo alcance la velocidad de régimen, antes de que esto ocurra, la energía disponible para la fragmentación se reduce. La región alrededor del iniciador puede por lo tanto recibir menor energía de choque que cualquiera otra a lo largo de la columna explosiva. Es por esto que la ubicación del iniciador es un factor a considerar.

Durante la realización del presente trabajo se analiza toda la gama de productos Booster de Enaex, entre los cuales se encuentra además los productos cónicos o rompedores, a continuación, se presentan los aspectos teóricos de este producto.

2.7 APDs Rompedores

Son dispositivos eficientes para la reducción de bolones en labores a cielo abierto, canteras, obras civiles y subterráneas, especialmente cuando no es práctico realizar perforaciones³³. Su formulación al igual que los iniciadores APD son en base a pentrita y TNT (mezcla denominada pentolita), por lo tanto, comparten las características técnicas y solo varía la finalidad de su uso³⁴.

³² Manual de tronadura Enaex S.A – Gerencia Técnica

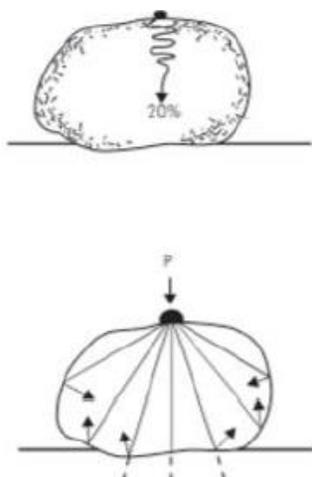
³³ “Explosivos en Métodos Mineros”, Apuntes Tronadura Docente Juan Ordenes H.

³⁴ Ficha técnica “Rompedores Cónicos APD”, Altos explosivos ENAEX.

La utilización de estos productos consiste en adherir un explosivo en la parte delgada de una roca o que presente fisuras³⁵. No se requiere perforaciones, pero no es efectiva en rocas de mayor dureza o mayor magnitud.

Estas cargas cónicas se colocan directamente en contacto con la superficie de la roca, cubiertas con una gruesa capa de arcilla o barro, para lograr el confinamiento, este factor es importante debido a que, si no se realiza un confinamiento adecuado, solo se aprovecha una mínima proporción de la energía de la explosión (10 – 20%), el resto se disipa en el aire causando un golpe de presión en el aire (fuerte ruido). Además, el mejor resultado se obtiene pegando el APD a la roca. La mecánica de rotura usando este producto es por efecto puntual compresivo, con deformación plástica inicial hasta que las tensiones internas producen la ruptura por compresión-tensión³⁶.

Figura 2.6: Mecánica de rotura, uso de APD cónico en voladura secundaria³⁷. Fuente: Griffith "ruptura in rocks".



³⁵ Manual de tronadura Enaex S.A – Gerencia Técnica

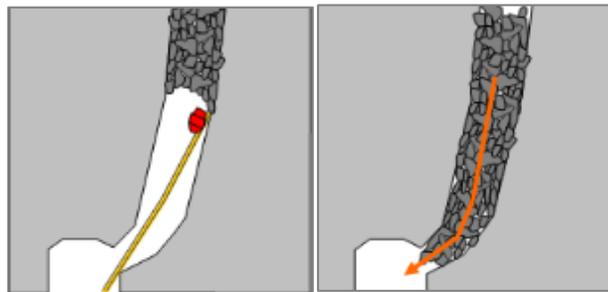
³⁶ Griffith, A. 1991. The phenomena of rupture in rocks.

³⁷ "Curso Básico Explosivos", Gerencia Minería Subterránea, Asistencia Técnica. ENAEX

Se observa el punto de aplicación de la carga (P), y la dispersión de la energía estimada.

Además, los productos cónicos son utilizados para el destranque de chimeneas o piques (labores verticales) con mineral con la ayuda de coligues. Cuando en estas labores no se logra el escurrimiento del material de forma expedita y libre, se forman los arcos, provocando una colgadura.

Figura 2.7: Destranque de Chimeneas con uso de APD cónicos. Fuente: Fuente: Griffith "ruptura in rocks".



Se observa proceso para destrabar la colgadura considerando el diseño de la operación adecuada con uso de coligue y rompedores cónicos, también se puede destrabar esta situación con perforaciones auxiliares desde el nivel superior, o con laboreo de piques paralelos a la zona de atascamiento.

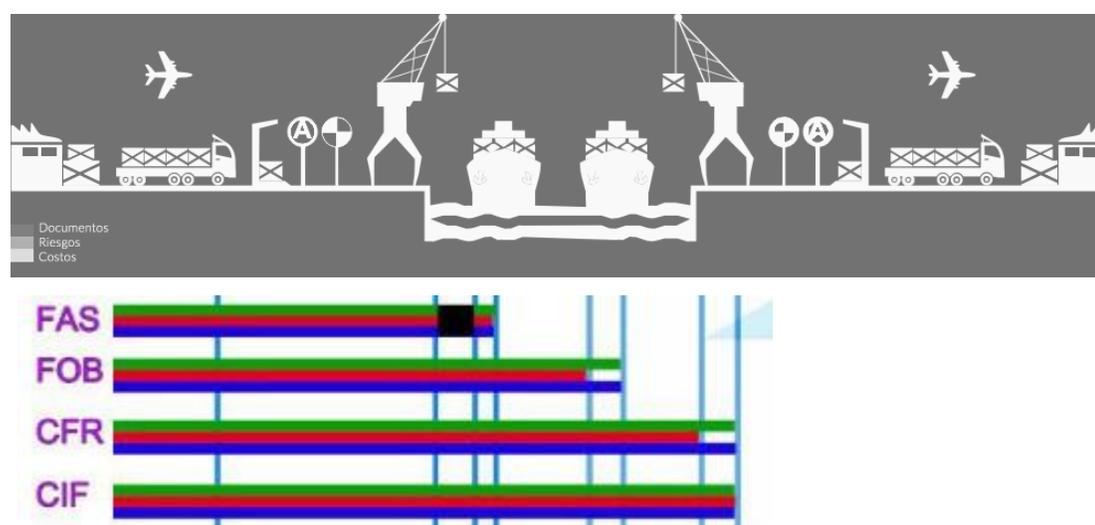
Para la última parte del presente estudio se analizan escenarios de exportación para definir la mejor estrategia al momento de envío de productos a mercados internacionales. Por lo tanto, se explicarán a continuación las definiciones más importantes para comprender este estudio.

2.8 Incoterms

Los incoterms (international commercial terms) son términos para reflejar las normas de aceptación por cada una de las partes en un contrato de compraventa internacional de mercaderías sobre las condiciones de entrega de las mercancías³⁸.

Depende del modo de transporte los diferentes tipos de contrato que existen³⁹:

Figura 2.8; Esquema incoterms navieros. Fuente: Llamazares “Incoterms”.



Se esquematiza las reglas incoterms en los contratos estipulados por vía marítima, considerando las diferencias entre los documentos, riesgos y costos que incurre cada parte del trato⁴⁰ (comprador y vendedor).

Agregar un primer grupo que es la entrega directa a la salida de la fábrica de producción⁴¹. EXW (Ex-Works), en fábrica. El vendedor no tiene más

³⁸ Llamazares García-Lomas, Olegario (2011). “Capítulo 4: Los Incoterms Uno a uno”

³⁹ Consulta WEB “Tipos transporte según mercancías, como elegir”, www.logismarket.es. Julio 2019

⁴⁰ Consulta web “Glosario Logístico”, www.alv-logistica.org, Julio 2019.

⁴¹ Consulta web “Incoterms 2010”, www.sanrandertrade.com, Julio 2019.

compromisos que entregar el producto en sus instalaciones, traspasando todos los costos, documentación y riesgos al comprador.

Los demás términos, FAS (Free Alongside Ship), frente al costado del buque, el comprador hace entrega de la mercadería en el muelle del pacto acordado.

FOB (Free On Board)⁴², franco a bordo, el vendedor entrega la mercadería a bordo del buque convenido.

CFR (Cost and Freight), costo y flete, se entrega la mercadería en el puerto de destino convenido.

CIF (Cost, Insurance and Freight), costo, seguro y flete, se entrega en el puerto de destino convenido y el vendedor se responsabiliza por la carga hasta aquel punto, considerando el seguro.

Estos son los fundamentos teóricos principales que son necesarios para entender el desarrollo del estudio, si es necesario profundizar en algún fundamento se hará a medida que se desarrolla el estudio.

⁴² Cámara de Comercio Internacional. Comité español (2019). Incoterms 2010

CAPITULO 3: DESARROLLO

3.1 Metodología Proyecto

Para llevar a cabo el proyecto trabajado sobre el estudio del Booster a nivel corporativo de Enaex, se debió estudiar los productos que se ofrecían, las aplicaciones y usos del Booster, suministrados tanto desde Brasil como Chile, además de definir las estrategias de actuación en mercados de demanda a nivel mundial.

Se definieron los siguientes puntos a desarrollar al interior del estudio:

- Identificar perfiles de utilización sobre el portafolio a partir de las necesidades del cliente y la aplicación en terreno.
- Definición de planes de acción sobre algunos de los productos que actualmente se tiene en carteras de Chile y Brasil. Como la incorporación y/o eliminación de productos ofrecidos en cada mercado.
- Mapeo de procesos de exportación en países con presencia del grupo, y análisis sobre opciones de suministro rentables para atender la demanda global.

Para llevar a cabo estos temas y sus análisis se definió el proyecto en términos de tiempos como sigue:

- 1ra etapa: Recabar información inicial y solicitar datos necesarios para la investigación.
- 2da etapa: Análisis de big data
- 3ra etapa: Desarrollo de casos y análisis sobre la cartera de productos.
- 4ta etapa: Definición de estrategias para suplir demanda global.

En cada una de las etapas del trabajo, se desarrolló el proyecto en base a reuniones de con equipos multidisciplinarios para explicar los objetivos y obtener la información necesaria para los análisis, se contó con la participación de diversas áreas dentro de la empresa:

- Área de Gestión de Control y Activos
- Área comercial y equipo KAM
- Área Logística y Comercio Exterior
- Área de Costos
- Área Técnica de Fragmentación
- Área de Representante de países (USA, Brasil, Canadá, Chile, Australia, Perú, México, Argentina).
- Área de Representantes de faenas (Cielo Abierto, Subterráneo y Otras productoras)
- Otras.

Además, se realizaron visitas técnicas:

- Fábrica de Altos Explosivos, APD-1 y APD-2, Rio Loa, Calama.
- Planta de Servicios, Cerro Colorado, BHP, Iquique.
- Planta de Servicios, El Salvador, Codelco, Atacama.

A través de las entrevistas y visitas con las que se realizó el presente trabajo, fue posible desarrollar lo que a continuación se detalla. Las medidas de control que existieron fueron reuniones de bajada de información y muestra de los avances de los distintos análisis que se obtenían con jefatura directa (Vicepresidencia de Transformación Digital y Experiencia Cliente).

3.2 Levantamiento Información Fabricas Booster Enaex

A continuación, se detallan los análisis obtenidos a partir de los datos iniciales en cuanto a data de producción, ventas, fichas técnicas, etc. En la primera parte de los resultados se enumeran los antecedentes principales para entender situación actual del mercado de Booster a partir del análisis de los datos, para luego continuar con los casos de negocios trabajados aplicando análisis sobre la información inicial.

3.2.1 Producción y Diagrama de Proceso Fabricación Booster.

Enaex cuenta en dos países con fábricas de Booster, en Chile y Brasil, en el presente estudio se profundiza en las similitudes y diferencias para entender mejor el funcionamiento de cada una, y recabar buenas prácticas para replicarlas a nivel corporativo.

Figura 3.1: Ubicación plantas productoras Booster Grupo ENAEX. Fuente: Elaboración Propia



Para la fabricación de los iniciadores se tiene a nivel general, el mismo proceso en ambas plantas, en cada una de estas, la obtención de la pentolita a partir de la pentrita y el TNT (trinitrotolueno) es la finalidad principal.

La composición de la pentolita en las plantas de Enaex se describe a continuación.

PETN (Tetranitrato de Pentaeritrol)	55 ± 2%
TNT (Trinitrotolueno)	45 ± 2%

- PENT, conocido como pentrita es un alto explosivo potente, es sensible al choque o fricción, tiene una alta velocidad explosiva de 8400 m/s.
- TNT, compuesto orgánico, es estable y relativamente insensible a la fricción, golpes y agitación.

El modo de operar de cada una de las fabricas se puede definir en 5 etapas:

- Manejo Materia Prima (% Composición y fundición)
- Relleno de piezas
- Enfriamiento
- Revisión y Limpieza
- Embalaje

Por medio del siguiente diagrama se resumen las principales características de cada planta con las que cuenta el grupo ENAEX, según cada etapa.

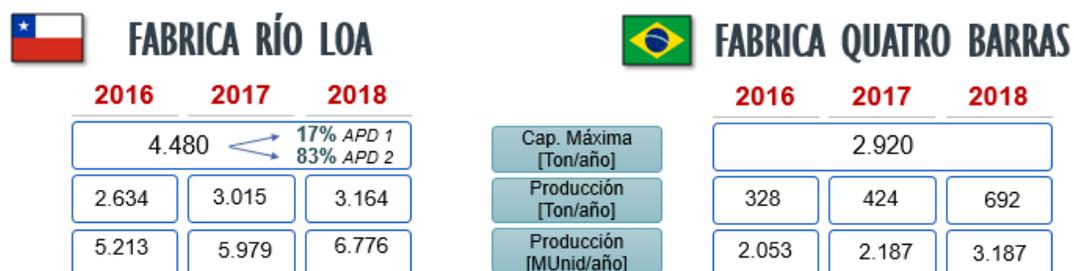
Figura 3.2: Comparativo de procesos en plantas productoras Enaex. Fuente: Elaboración Propia

	 01.Materia Prima	 02.Relleno	 03.Enfriamiento	 04.Revision y Limpieza	 05.Embalaje
 APD 1	 3 Reactores [225 Kg]  45 min	Semi-Automatizado  Solo P-450	 Agua	 Densidad Color e Inspección Visual, Peso productos	Sin trazabilidad
 APD 2	 6 Reactores [225 Kg]  45 min	Manual <i>(descarga con jarra)</i>  Mix Productos			Trazabilidad <i>(Contienen distinta información)</i>
 QUATRO BARRAS	 2 Reactores [500 Kg]  35 min	Manual <i>(descarga punto fijo)</i>  Mix Productos			 Limpieza

Se describe en esquema comparativo las plantas del grupo ENAEX S.A. En Río Iloa se cuenta con dos fábricas de Booster, una de las cuales es semi-automatizada en el proceso de relleno de cada envase. Las otras plantas al ser manuales, cuentan con oportunidades de mejora para aumentar la eficiencia y disminuir los tiempos y costos de producción. Las principales diferencias entre fábricas de Chile y Brasil son las capacidades de los reactores de tratamiento de la materia prima (aquí se realiza la mezcla TNT y PETN, para luego fundir y lograr la mezcla homogénea), el modo de llenado de las piezas Booster de los operadores es diferente debido a que en Chile se llena sobre una mesa, en la cual el operador debe manipular el llenado según el área que abarca, mientras en Brasil el operador está en un punto fijo y las piezas se llenan a medida que llegan por medio de la correa transportadora. El sistema de trazabilidad de las plantas tiene diferencias por los datos requeridos por cada cliente finales de los productos.

La principal diferencia se tiene en las capacidades de producción que tiene cada una. A continuación, se muestran datos de los últimos tres años, y la capacidad instalada.

Figura 3.3: Cifras producción historia plantas de producción Booster. Fuente: Elaboración Propia



Se especifica las capacidades de diseño de cada planta productiva, señalar en el caso de Chile, la planta automatizada es de menor capacidad, y solo fabrica Booster iniciadores 450 gr, mientras que las plantas manuales producen mix de producto dependiendo de la planificación que se tenga a partir de los requerimientos del cliente, en la figura se puede observar la gama de productos que se tiene según el país de producción. La eficiencia de las plantas es similar en cada una. Diferencia en la operación entre Chile y Brasil es el sistema de turnos con las que funcionan, en el primer caso se trabaja en turnos de 12 horas, mientras que en el segundo caso se tienen turnos de 8 horas.

Las diferencias que se ven en la producción a lo largo de los años es netamente debido a requerimientos de la oferta del Booster por parte de los clientes.

Señalar que se trabajó con la proyección para el presente y siguiente año, mostrando una pequeña tendencia a continuar en alza la cifra de producción requerida, estos escenarios son posible debido a que existe una holgura entre producción actual y la capacidad instalada en cada planta, esta información es solo de referencia y no se detalla por ser información confidencial del grupo Enaex.

A continuación, se representan los productos fabricados en cada país, señalar la diferencia en la gama, Brasil cuenta con un total de 5 productos, mientras

que en Chile se ofrecen 18 productos, en el desarrollo de este estudio se ahondara en el perfil de utilización de estos productos y entender la diferencia en la cartera ofrecida por cada país.

Figura 3.4: Gama de productos Booster según país de producción. Fuente: Elaboración Propia

	UNDERGROUND	SERIE CILINDRICA	SECUNDARIA	OPEN PIT
	 <p>Up Hole 150 – 650 P-250 UB Up One 250 Minibooster 15 Miniblaster 40 Miniblaster acoplador MBS - MBD</p>	 <p>P-150** P-225 P-450** P-900</p>	<p>*SERIE C</p>  <p>C-100 C-225 C-450 C-900 C-1350 C-1500 C-2250</p>	<p>Otros</p>  <p>P-675 CPT-2200</p>
	 <p>X-Booster 30</p>	 <p>X- Booster 150 X- Booster 250 X- Booster 450 X- Booster 900</p>		

Se muestran todos los productos que se producen y ofrecen en cada mercado, se aprecia claramente la diferencia entre la cantidad de productos que se produce Chile (listado superior del esquema) y los que se producen en Brasil. Se observa, que dentro de la serie cilíndrica de Booster de ambos países no se tiene mayor diferencia, sin embargo, en productos destinado netamente a minería subterránea, en Chile se tienen 8 productos, mientras que en Brasil solo 1. En Chile, además se tienen 7 productos Booster cónicos para voladura secundaria y otros productos destinados especialmente para minería cielo abierto que en Brasil no se poseen.

Estas diferencias entre gamas de productos ofrecidos se analizarán como una parte de este estudio para determinar las causas y lograr una estandarización entre las plantas productoras del grupo Enaex.

Figura 3.5: Funcionalidad de los productos Booster. Fuente: Elaboración Propia

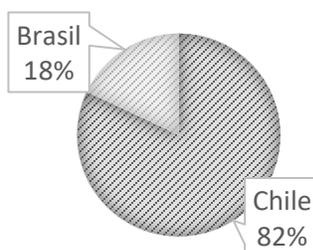


3.2.2 Análisis de Ventas y Clientes

Con la información histórica se ahondo en el comportamiento que han tenido los productos Booster en los últimos años, para analizar la diferencia entre las preferencias entre clientes de Chile y Brasil, se determinó el año 2018 como

la base de los análisis de los datos para obtener el destino de ventas que ha tenido ENAEX, los volúmenes de productos vendidos en cada país, además se obtuvieron datos económicos, los principales clientes y una segmentación según el rubro utilizado.

Figura 3.6: Distribución de Ventas de Booster grupo Enaex según país de producción. Fuente: Elaboración Propia



Al comparar el nivel de ventas se observa que dentro del grupo Enaex, las ventas desde la fábrica de Chile aportan más del 80% (3.030 [Ton/año]), mientras que Brasil aporta con 656 [Ton/año] de Booster.

Al analizar en detalle las ventas de cada país se obtiene el siguiente resumen de mercados destinos y principales productos.

- Ventas desde planta Chile, Rio Loa:

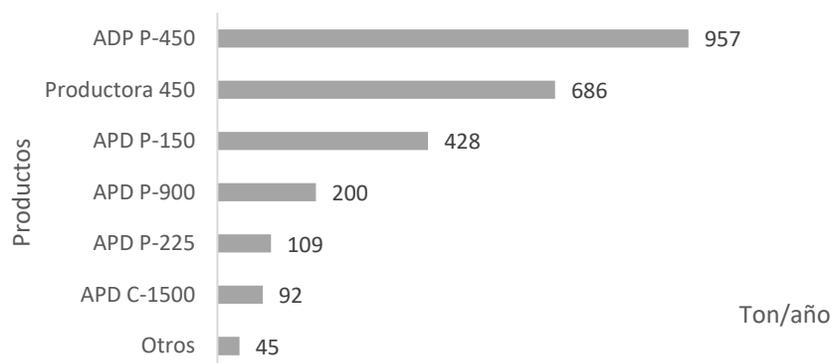
Figura 3.7: Ventas de productos Booster fabricados en Rio Loa. Fuente: Elaboración Propia



Se observan que la gran parte de los productos que se comercializan son para mercado nacional. Los países en donde se tiene exportación de Booster son principalmente de América. Señalar que la información de este trabajo se modificó las cantidades y no se incorporó la totalidad de países con participación, debido a ser información estratégica del grupo Enaex.

Para analizar los principales productos vendidos y obtener de manera general la preferencia de los clientes, se resume información en siguiente gráfico, se detallan las ventas de productos en el mercado nacional.

Figura 3.8: Principales ventas en productos Booster- Chile. Fuente: Elaboración



De manera general se aprecia se observa la tendencia de mayores ventas de la serie P (iniciadores cilíndricos en todos los gramajes) siendo el más usado el producto de 450 gr. Señalar que se tiene producto especial destinado a cliente que por razones de confidencialidad no se menciona el nombre original.

En la lista de los más vendidos además se observa un producto de la serie cónica rompedora. Se seguirá profundizando en el uso de cada producto por parte de los clientes, para determinar el perfil de uso de los productos, y entender por qué los productos con menos ventas no están siendo demandados por los clientes.

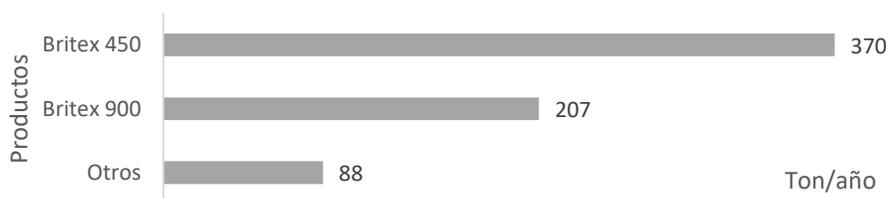
- Ventas desde Planta Brasil, Quatro Barras:

Figura 3.9: Ventas de productos Booster fabricados en Quatro Barras. Fuente: Elaboración Propia



Existe el mismo comportamiento esperable en donde las mayores ventas están destinadas a mercado local, y un poco más del 10% de ventas se destinan a mercados de exportación, señalar que se omitió y modifiqué la información real. Sin embargo, para este trabajo, posteriormente interesa conocer los mercados destino desde Chile y Brasil, determinando las mejores rutas para proveer los productos. De igual forma se analizan los principales productos vendidos en Brasil, a pesar de que la gama ofrecida en Brasil no es amplia.

Figura 3.10: Principales ventas en productos Booster- Brasil. Fuente: Elaboración Propia



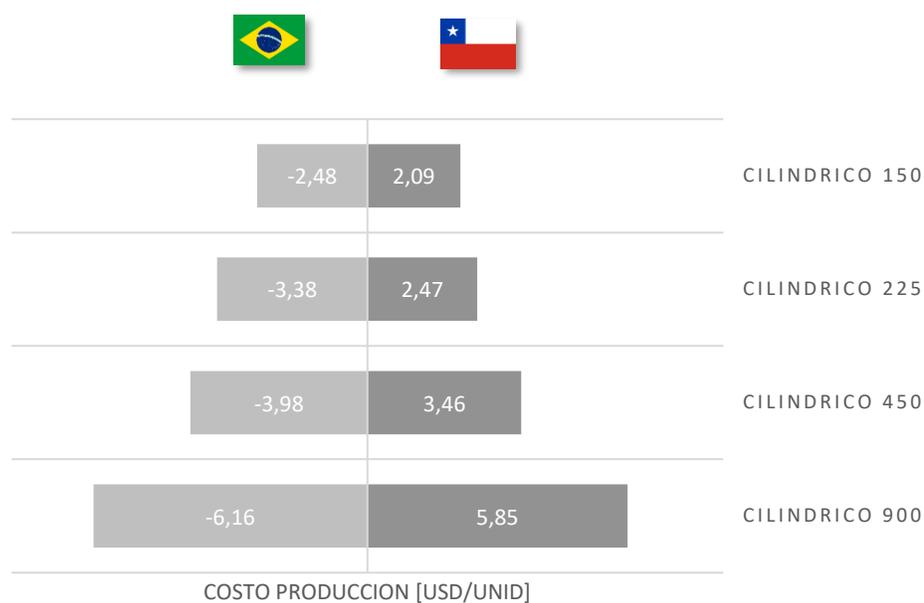
Se aprecia que al igual que en Chile el producto más vendido es el iniciador cilíndrico de 450 gramos, y en menor medida los productos de otros gramajes, recordar que en Brasil solo se tiene la serie cilíndrica de iniciadores.

3.2.3 Comparación parámetros económicos de producción

Al considerar de manera unitaria algunos parámetros económicos de cada producto, se puede analizar los de mayor costo de fabricación asociado y la diferencia al comparar entre fábrica de Brasil y Chile.

A continuación, se muestran los costos de los principales productos vendidos a modo de comparar las diferencias que se tienen entre cada planta productora.

Figura 3.11: Costos de producción unitario serie cilíndrica de Booster. Fuente: Elaboración Propia.



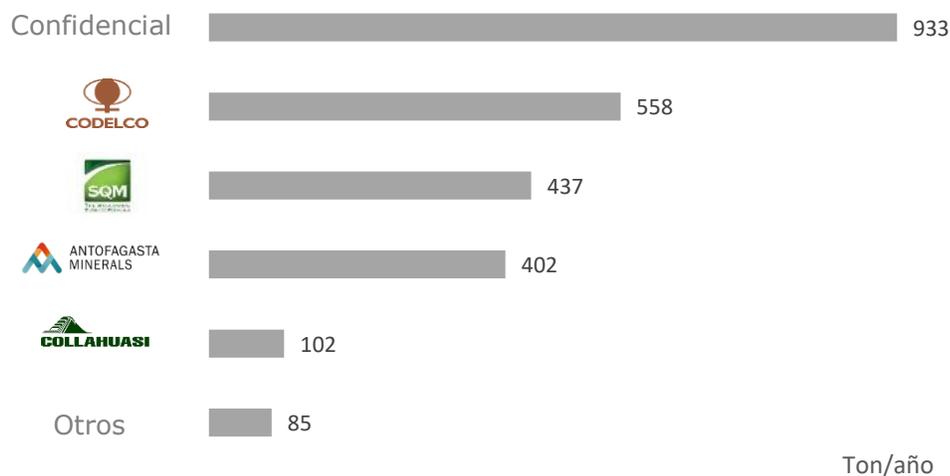
Se observa la ventaja de Chile al obtener costos de producción más bajos en todos los productos de la serie principal. Al detallar más este análisis y observar la estructura de costo de cada país, se determina que las principales diferencias son los costos asociados a materia prima, específicamente el TNT, debido a que en Brasil esta materia prima solo la provee organismos del ejercito a un elevado precio. Además de la capacidad productiva mayor que existe en plantas chilenas resulta en costos de producción menores.

Además, se puede señalar luego del análisis de datos que los productos de mayor margen unitario para la compañía son en Chile, algunos productos de alto gramaje cónicos y cilíndricos. Mientras que los de menores márgenes son los de menos gramaje cónicos, cilíndricos y algunos con funcionalidad especial, llegando incluso a algunos productos con margen negativo.

No se profundizará en cifras por ser información confidencial, pero las condiciones de productividad de algunos productos y la negociación con el cliente final se asocian a un bajo margen en estos productos, especialmente cuando se ofrece un servicio integral como Enaex Servicios.

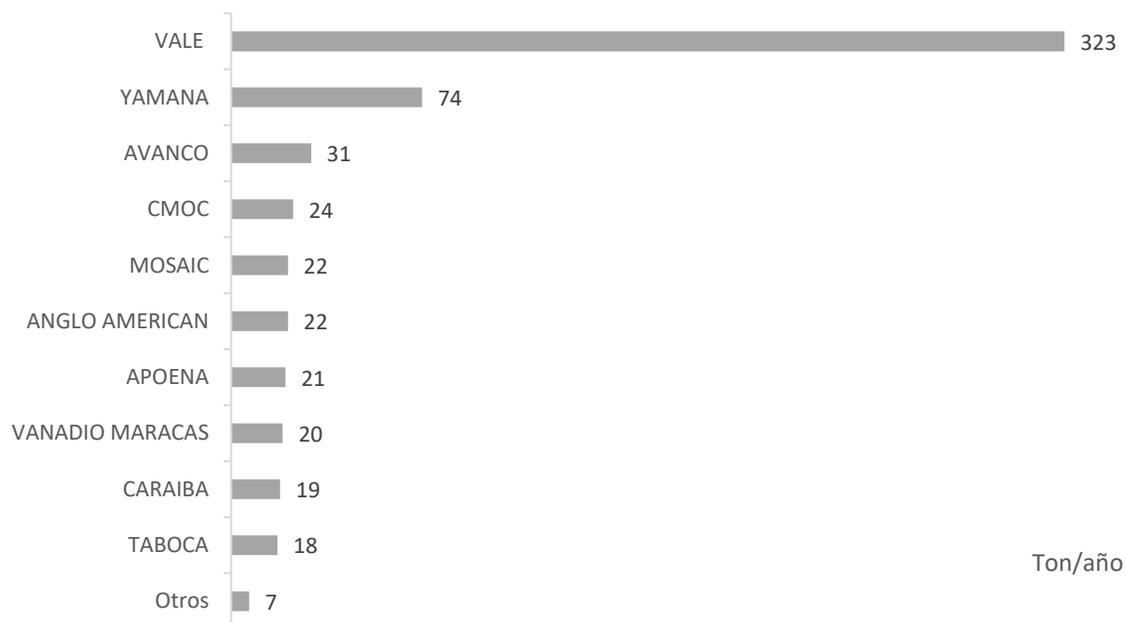
Al concentrarse en los mercados locales de Chile y Brasil, para analizar los clientes a los que se está llegando se identificaron los siguientes a lo largo del año 2018. Señalar que se cuenta en ambos países con una presencia importante en las compañías mineras y obras civiles.

Figura 3.12: Principales Clientes Booster en Chile. Fuente: Elaboración Propia.



Los principales clientes son grandes empresas de la minería del cobre y no metálicos, se observa que hay pocos clientes concentrando grandes volúmenes de Booster.

Figura 3.13: Principales Clientes Booster en Brasil. Fuente: Elaboración Propia.



Se observa principales clientes de Brasil, siendo la minería de hierro el foco mayoritario. Diferencias con Chile se observan al ver la cantidad de empresas usuarias, existiendo una distribución de clientes más numerosa en Brasil. En la categoría Otros de Brasil se cuentan con más de 100 clientes agrupados en tal categoría, estas son principalmente canteras de bajos consumo de productos, en Chile no existe tal comportamiento debido a que los clientes de pequeña minería no trabajan directamente con Enaex, si no, que se tiene la estrategia de que utilizan un distribuidor minoritario.

En las ventas de ambos países se puede observar la importancia de clientes que concentran gran parte del consumo de Booster.

3.2.4 Conclusiones de la comparativa de análisis de ventas y clientes

Al analizar los principales productos vendidos se observa que ambos países son demandados por 450 gramos en primer lugar, la diferencia está cuando se analiza los siguientes más vendidos, en Chile es el de 150 gramos, mientras que en Brasil es el de 900 gramos, esta diferencia se explica debido a que en Chile existe en mayor minería subterránea en comparación a Brasil. En el caso de la preferencia de Brasil se explica al analizar los clientes que demandan 900 gramos que son grandes compañías mineras dedicadas a la explotación de Hierro.

Por parte de ambos países existen ventas para exportación llegando a distintos mercados, en algunas ocasiones se tiene ventas desde cada país hacia el mismo destino, por lo que en el desarrollo de este trabajo se define como objetivo mapear y recomendar las rutas más estratégicas para proveer a los distintos mercados en donde se quiere aumentar la participación como grupo Enaex.

Los costos de producción entre ambos son distintos, y se observa que fabrica brasileña tiene costos mayores, los motivos de esto es que el costo de materia prima es mayor (TNT, debido a que solo hay un proveedor por reglamentación, siendo un organismo del ejército), además del nivel producción menor que se tiene en Brasil.

La variedad de clientes directos que tiene Enaex Brasil es mucho mayor que los clientes de Enaex Chile, explicado porque Brasil llega directamente a realizar con el cliente final (muchas canteras) que consumen pequeños volúmenes, en cambio en Chile existen otras productoras y/o distribuidores que se hacen cargo de proveer a la pequeña minería.

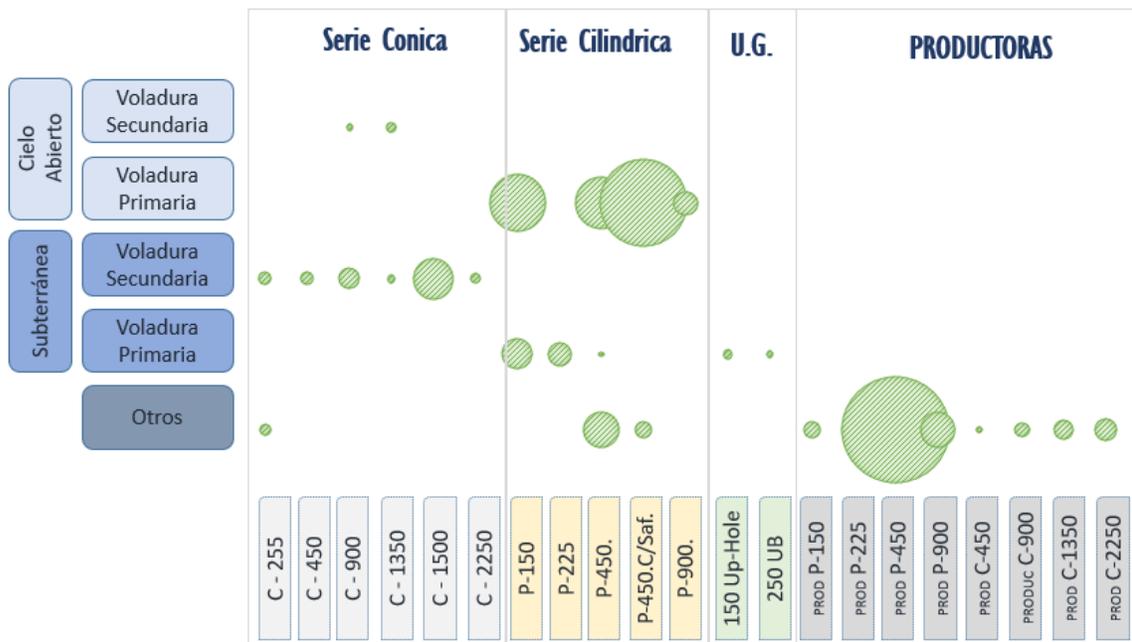
Al tener acceso a los productos demandados por cada cliente se puede determinar el uso que actualmente se está teniendo en la línea de los Booster y en el siguiente apartado se desarrolla este análisis.

3.2.5 Definición de Perfil de Utilización de la gama de productos.

Para determinar el uso que se le da a cada producto en particular de la gama ofrecida por Enaex, se muestra grafico de concentración en ventas realizadas a clientes segmentados por cada rubro al que pertenece.

Para el caso de Chile se muestra diagrama siguiente:

Figura 3.14: Concentración de productos por tipo de minería y funcionalidad CHILE. Fuente: Elaboración Propia.

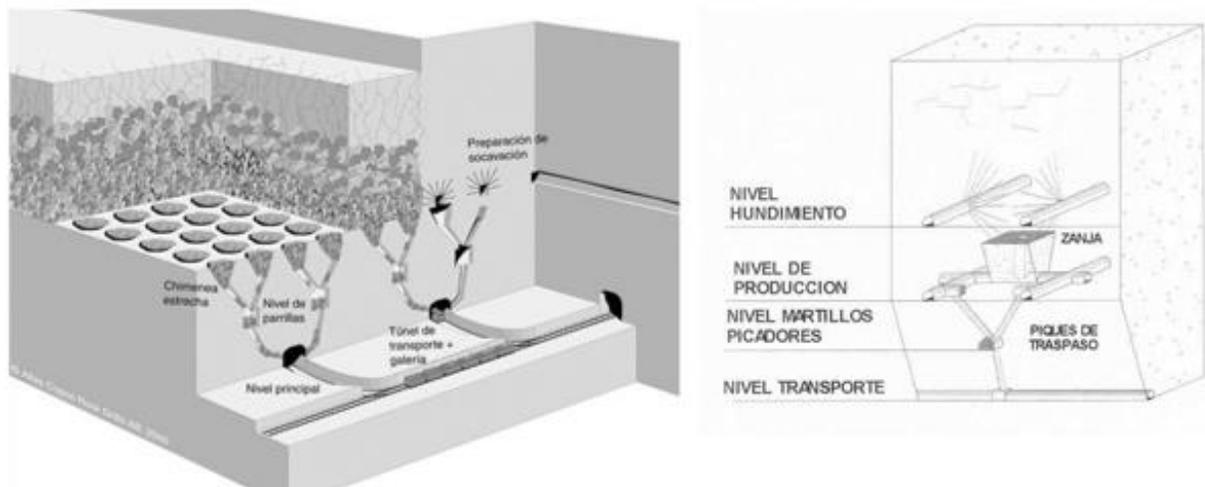


Se observa a la izquierda el tipo de minería y la funcionalidad que se le da a los productos Booster según cliente, mientras que en el eje horizontal se muestra cada producto de la gama ofrecida por Chile. Las burbujas representan la cantidad de cada producto según su utilización.

A través del gráfico anterior, se puede notar los diferentes usos que se le da a los productos Booster en Chile.

Productos Cónicos se identifican las concentraciones de consumo de los productos cónicos que se utilizan para voladura secundaria, se aprecia que el mayor consumo está en productos de mayor gramaje y en minería subterránea. Al analizar los clientes principales que los utilizan se encuentra que solamente es minería Panel / Panel Caving. Estos métodos de explotación de hundimiento tienen como característica el poco uso de explosivos para la fragmentación de la roca, siendo los mecanismos de fallas y la fuerza de gravedad los principales medios para fracturar la roca. Esto da como resultado rocas de una diversidad de tamaños, siendo necesario la voladura secundaria o cachorro, el lugar donde ocurren estos sobre tamaños son a lo largo del sistema de buzones o zanjas, lugar que se caracteriza por su dificultad de acceso y falta de seguridad, es por eso que actualmente la única alternativa para realizar voladura secundaria actualmente son los productos cónicos.

Figura 3.15: Esquema laboreos en Block / Panel Caving. Fuente: Guía Métodos Explotación.



En minería cielo abierto por su lado no existe altos consumos debido a que cuanto existen rocas de gran tamaño se realizan perforaciones y se carga con

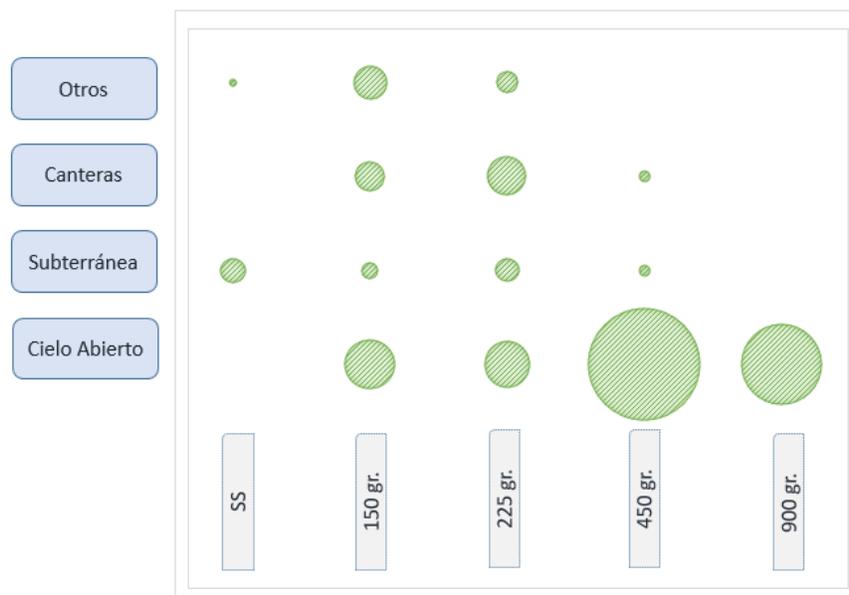
explosivo para lograr el confinamiento y no desperdiciar la energía como en el caso de los productos cónicos.

Productos cilíndricos son los iniciadores de agentes explosivos, son los productos más utilizados de las series de Booster, en Chile principalmente las mineras a cielo abierto son las que concentran mayor consumo debido al nivel de producción de estas, comparada con minería subterránea. El producto de gramaje 150 asociado a minería cielo abierto, se debe a empresas no metálicas. En minería subterránea se aprecia el uso de 150 y 225 principalmente. Se observa de igual forma el uso puntual del iniciador 900 gr en algunas faenas.

Productos especiales se observa su poco consumo debido a que se diseñaron para condiciones operacionales específicas.

Para el caso de Brasil se muestra diagrama siguiente:

Figura 3.16: Concentración de productos por tipo de minería y funcionalidad Brasil. Fuente: Elaboración Propia.



Se observa a la izquierda el tipo de minería y la funcionalidad que se le da a los productos Booster según cliente, mientras que en el eje horizontal se muestra cada producto de la gama ofrecida por Brasil. Las burbujas representan la cantidad de cada producto según su utilización.

Señalar que en Brasil no existen series cónicas, ni productos especiales, por lo tanto, es más sencillo reconocer los usos que se le dan a los productos, al igual que Chile la minería que más predomina es a cielo abierto por lo que el consumo de 450 gr es mayoritario. Brasil cuenta con producción de hierro, por lo que existe mayor consumo de productos de 900 gr. Además, existen en mayor cantidad las faenas tipo cantera que usa gramajes menores.

Se elaboraron matrices de uso del producto segmentados por país y además por tipo de minería (cielo abierto – subterránea). En estas tablas se muestra los principales agentes con los que se usan los distintos productos, los principales sustitutos, y las características diferenciadoras. Se tiene de esta manera un panorama general del funcionamiento de los Booster según tipo de faena y según los países que cuentan con plantas productoras.

Tabla 3.1: Matriz de uso de los productos Booster en Minería Cielo Abierto - Chile. Fuente: Elaboración Propia.

Productos		Iniciador Principal			Voladura Secundaria	Confinación Taco	Material Explosivo que Inicia	Dureza Roca	Sustituto
		Gran Minería	Mediana Minería y Canteras	No Metálica					
		Ø ≥ 6"	Ø < 6"	Ø [TBD]					
Serie P	150			☑			TBD - Emulsión		Tronex
	450	☑	☑				ANFO - Emulsión (Blendex; Emultex; Vertex)		
	900	☑					ANFO - Emulsión (Blendex; Emultex; Vertex)	Roca Dura	APD-675 Tronco cónico
675 Troncocónico		☑					ANFO - Emulsión (Blendex; Emultex; Vertex)		P-900
CPT 2200 ☑						☑	Se requiere Detonador		
Serie C	100	Sin ventas en open pit							
	225	Sin ventas en open pit							
	450	Sin ventas en open pit							
	900				☑		Cónicos requieren cordón detonante.		1) Perforación + Explosivo
	1350				☑				1) Perforación + Explosivo
	1500	Sin ventas en open pit							
	2250	Sin ventas en open pit							

Tabla 3.2: Matriz de uso de los productos Booster en Minería Subterránea- Chile. Fuente: Elaboración Propia.

Productos		Iniciador Principal			Voladura Secundaria	Material Explosivo que inicia	Sustituto
		Desarrollo	Produccion (Tiros descendentes)	Produccion (Tiros ascendentes)			
		∅ < TBD	∅ ≥ TBD	∅ [TBD]			
Serie P	150	✓				Tronex - Emulsion (Emultex - Duoblast)	1) Tronex 2) Emulsion Encartuchada
	225		✓			Tronex - Emulsion (Emultex - Duoblast)	
	450		✓			Tronex - Emulsion (Emultex - Duoblast)	
Up Hole 150				✓		Emulsion (Emultex - Duoblast)	
P-250 UB				✓		Emulsion (Emultex - Duoblast)	
Up One 250				✓		Emulsion (Emultex - Duoblast)	
Minibooster 15		Sin ventas en Underground					
Miniblaster 40		✓				Softron	1) Tronex 2) APD 150
Miniblaster MBS - MBD		Sin ventas en Underground					
Serie C	100	Sin ventas en Underground					
	225				✓	Conicos requieren cordon detonante.	1) Perforacion + Explosivo 2) PLASTEX-E 3)Plasma
	450				✓		
	900				✓		
	1350				✓		
	1500				✓		
	2250				✓		

Tabla 3.3: Matriz de uso de los productos Booster en Minería Cielo Abierto – Brasil. Fuente: Elaboración Propia.



CIELO ABIERTO



Productos		Iniciador Principal			Voladura Secundaria	Material Explosivo	Dureza Roca	Sustituto
		Gran Minería	Mediana Minería	Canteras				
		$\varnothing \geq 7''$	$\varnothing [4'' - 7'']$	$\varnothing < [2''-4'']$				
Serie CL	150		☑	☑		Anfomax		Ibegel (Emulsion Encartuchada)
	250		☑	☑		Energex - Ibemex - Ibenite - Ibemux - Vertex // Anfomax		Ibegel (Emulsion Encartuchada)
	450	☑	☑	☑		Energex - Ibemex - Ibenite - Ibemux - Vertex // Anfomax		Ibegel (Emulsion Encartuchada)
	900	☑				Energex - Ibemex - Ibenite - Ibemux - Vertex // Anfomax	Roca Dura	Ibegel (Emulsion Encartuchada)

Tabla 3.4: Matriz de uso de los productos Booster en Minería Subterránea - Brasil. Fuente: Elaboración Propia.



SUBTERRANEA



Productos		Iniciador Principal			Voladura Secundaria	Material Explosivo	Dureza Roca	Sustituto
		Desarrollo	Produccion (Tiros descendentes)	Produccion (Tiros ascendentes)				
		$\varnothing < \text{TBD}$	$\varnothing \geq \text{TBD}$	$\varnothing [\text{TBD}]$				
Serie CL	150	☑				Energex - Ibemex - Ibenite - Ibemux - Vertex // Anfomax		Ibegel (Emulsion Encartuchada)
	250		☑	☑		Energex - Ibemex - Ibenite - Ibemux - Vertex // Anfomax		Ibegel (Emulsion Encartuchada)
SS 30		☑				Energex - Ibemex - Ibenite - Ibemux - Vertex // Anfomax		

3.3 Definición de gama de productos Booster estandarizada para el grupo Enaex.

A continuación, se desarrolla un análisis por país considerando la información levantada en el apartado anterior, con el fin de realizar recomendaciones de productos a considerar en cada mercado, con la idea de lograr una mejora en la estandarización de productos ofrecidos por el grupo Enaex a nivel global, buscando obtener productos comunes independiente del país de producción, pero considerando las necesidades de cada mercado en particular.

3.3.1 Análisis de la cartera de productos Chile.

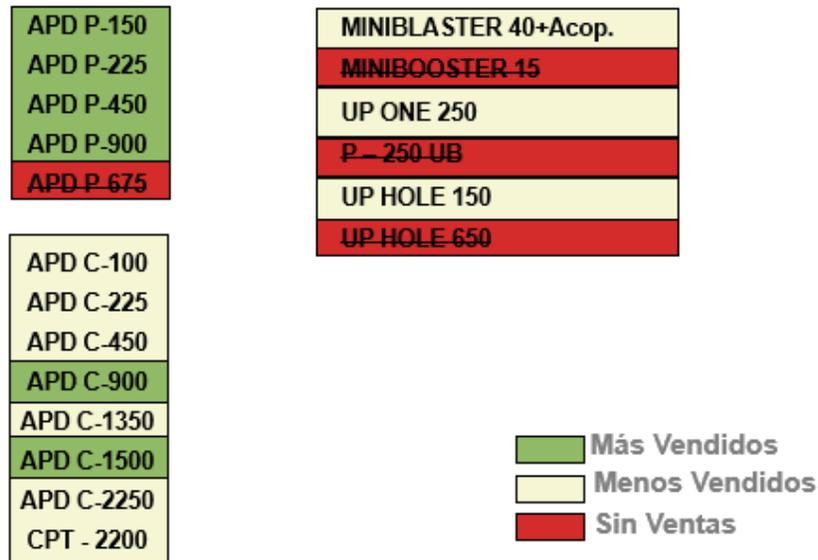
Para determinar las diferencias entre las carteras de la familia Booster ofrecidas tanto por Chile como Brasil, se estudiará las preferencias en cada mercado, esto a través de la información de cada faena y los productos que utiliza, y por medio de los volúmenes vendidos.

En Chile, se observa que los más vendidos son todos los productos de la serie cilíndrica (150 gr. a 900 gr.) y algunos de la serie cónica (900 gr. y 1500 gr.), mientras que los menos vendidos son los demás productos de la serie cónica, y los productos diseñados para condiciones operacionales especiales.

La estrategia que sigue es determinar que faenas en Chile están usando los productos menos vendidos y entender el motivo de uso particular, ofreciendo mejores soluciones acordes a las realidades operacionales en particular de aquellos clientes.

Por parte de Enaex además se busca migrar hacia una línea productiva más reducida en donde se incentive el uso de productos estratégicos que sean de mayor productividad.

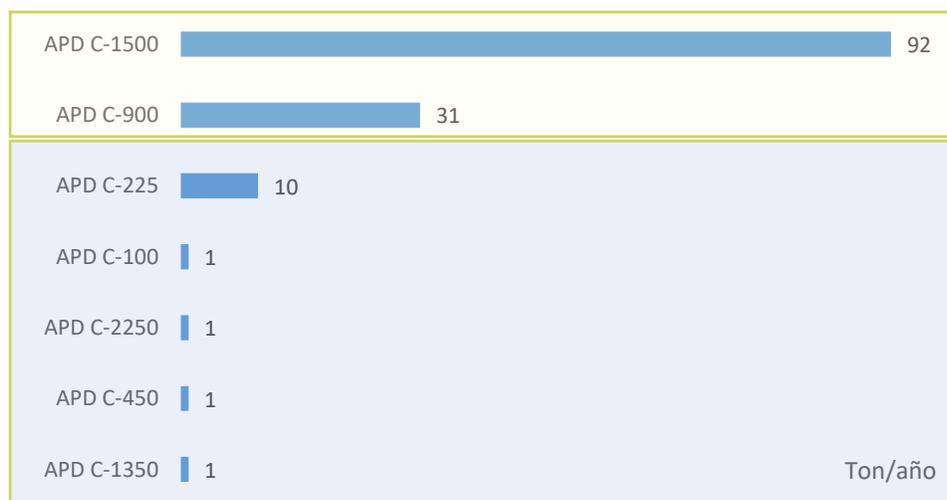
Figura 3.17: Resumen de productos clasificados según volumen de consumo. Fuente: Elaboración Propia.



En el presente estudio se analiza cada producto menos vendidos, los cuales principalmente corresponden a la línea cónica y productos especiales para usos en condiciones operacionales específicas.

Se profundizará en el análisis de la serie cónica, estos productos tienen poca productividad y los productos representan un 1% de los márgenes que tiene Enaex Servicios en Chile.

Figura 3.18: Consumo de productos de la serie cónica. Fuente: Elaboración Propia.



Se detallan los productos con ventas considerables y los productos con menores ventas en donde se identificaron los clientes principales que los demandan.

Usuarios

- Codelco
- Los Pelambres
- DIEXA
- La Chimba
- G y G Minería
- Minería Guanaco
- QB
- FAMA E
- Atacama Kozan
- Andina

Para el estudio se analiza cada producto y cada cliente, se muestran a continuación la tendencia de consumo de cada producto los últimos 8 años.

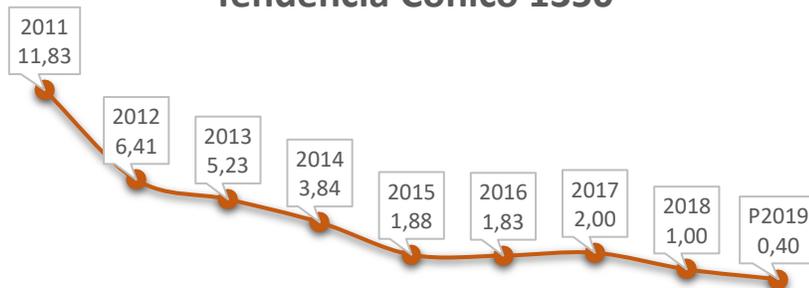
Figura 3.19: Serie de gráficos con ventas históricas de productos serie cónica. Fuente: Elaboración Propia.



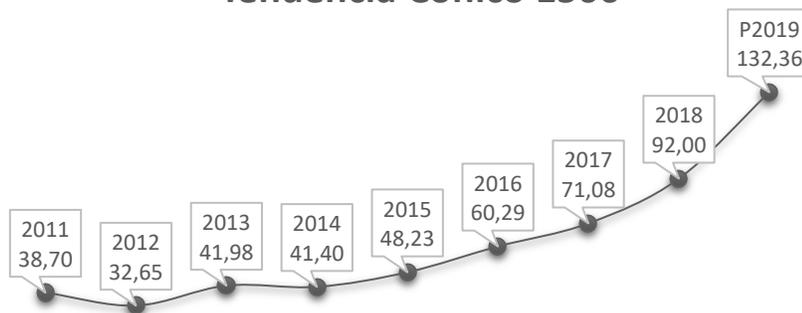
Tendencia Conico 900



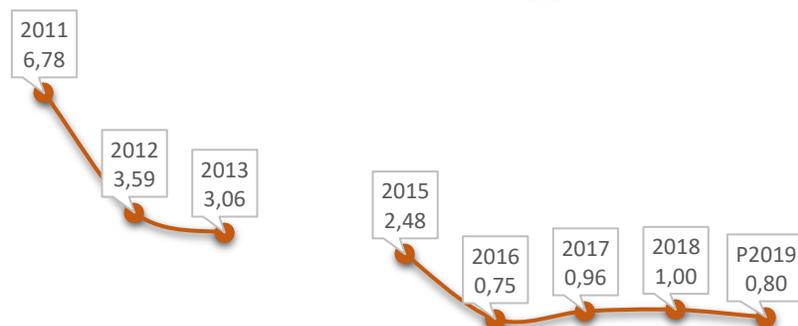
Tendencia Conico 1350



Tendencia Conico 1500



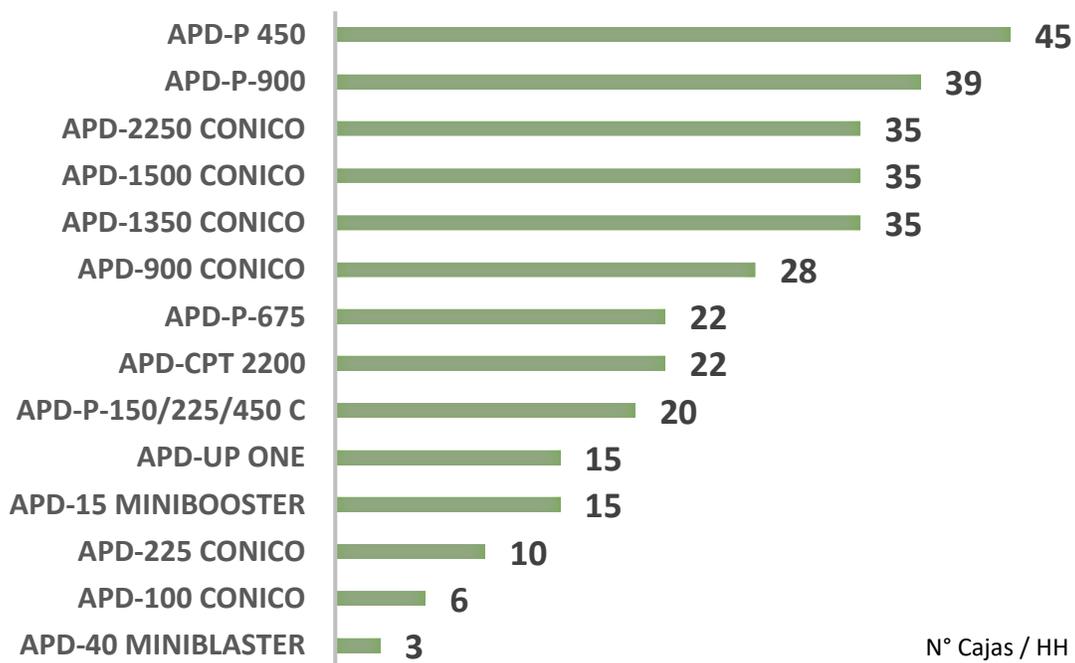
Tendencia Conico 2250



Además, para este análisis se considera la productividad de cada producto en la planta productora de Rio Loa. De esta manera se pretende mejorar la productividad general de la planta.

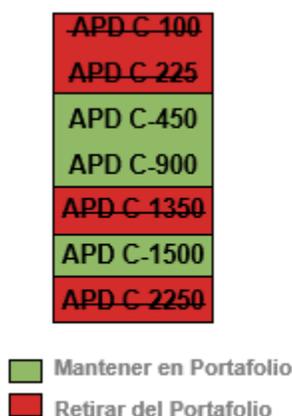
Cabe señalar que la operación para producir productos cónicos considera más tiempo debido a que se debe incorporar una etapa de armado de envase cónico, siendo necesario la producción en dos fases productivas.

Figura 3.20: Consumo de productos de la serie cónica. Fuente: Elaboración Propia.



Por políticas de confidencialidad no se presentará el análisis detallado de los casos de negocios que se propusieron, sin embargo, se mostrara de manera general la propuesta final que se realizó a partir de los volúmenes de venta, forecast presente año, productividad y margen de cada producto.

Figura 3.21: Resumen de productos clasificados según volumen de consumo. Fuente: Elaboración Propia.



La propuesta consta de sacar del mercado los siguientes productos, asociados con los consumos que se muestran:

PROY2019	[Unid/año]	Ofrecer:
C-100	0M	C-450
C-225	0M	C-450
C-1350	33M	C-1500
C-2250	0,8M	C-1500

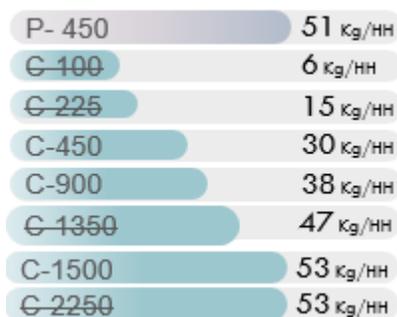
Estos consumos son cifras a partir del forecast del presente año. La propuesta consta de realizar migración de productos hacia gramajes que se mantendrán en la línea productiva. La estrategia se analiza junto al área técnica y comercial para de esta manera los clientes que utilizan estos productos tengan un producto para cumplir la misma función. La diferencia de gramajes

técnicamente tiene asociado a mayor gramaje, mayor poder rompedor, pero las condiciones actuales de operación no son las más adecuadas, existiendo mucha pérdida de energía con el uso de estos productos.

Por lo tanto, la estrategia comercial y técnica es proporcionar una menor gama de productos, considerando la permanencia de gramajes necesarios para tener todos los usos que actualmente tiene la serie cónica. Y solidificar el soporte técnico al momento de ofrecer los productos cónicos al cliente, de esta manera se puede lograr la cartera reducida en productos poco productivos y que el cliente no sufra consecuencias en la operación.

Al considerar la productividad actual de la planta, en el caso de que se logre con éxito la migración se estaría considerando la producción de un producto (alternativa ofrecida de 1500 gr) más productivo, por lo tanto, existe tiempo disponible en la planta, que se cuantifico tanto en horas hombres disponibles, como también como margen extra que se podría obtener considerando producción de otro producto demandado (450 cilíndrico).

Figura 3.22: Productividad de serie cónico de Booster y 450 cilíndrico. Fuente: Elaboración Propia.



Se tiene la siguiente tabla resumen de caso propuesto:

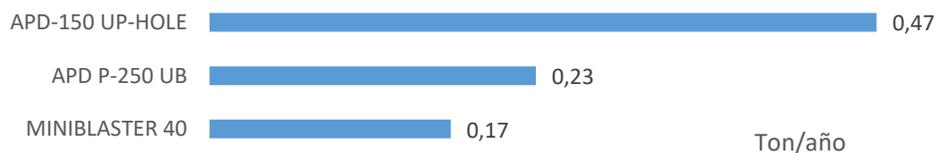
Tabla 3.5: Propuesta en Cifras económicas. Fuente: Elaboración Propia.

	Peso (g)	Cant	Costo Unit	Margen Unit	Margen Involucrado	
✘	C-100 gr.	0 M	2,74	0,34	0 MUSD	-18 MUSD
✘	C-225 gr.	0 M	3,76	-0,35	0 MUSD	
✘	C-1350 gr.	33 M	8,7	0,56	-18 MUSD	
✘	C-2250 gr.	0,8 M	22,8	-0,07	0,1 MUSD	
☑	C-450 gr.	0 M	4,86	0,58	0 MUSD	33 MUSD
☑	C-1500 gr.	33,8 M	10,7	0,63	21,3 MUSD	
☑	P - 450 gr.	20 M	3,24	0,59	11,8 MUSD	

Esta propuesta se valida con los equipos técnicos y comerciales adecuados y se inició conversaciones con los clientes directos que tienen consumo de estos productos.

Con los productos especiales para condiciones operacionales subterráneas se realizó un proceso similar en identificar volumen de ventas, clientes y analizar distintos casos de negocio para incentivar ventas de estos productos.

Figura 3.23: Ventas de Productos especiales Underground. Fuente: Elaboración Propia.



Los primeros dos productos son para condiciones de tiro ascendentes, cuentan con una forma diseñada ergonómicamente para que no tenga problemas en la operación con la manguera de carguío. Mientras que el último producto es para tronaduras controladas en contornos de la galería.

Como grupo Enaex se determina que se incentivara para tiros ascendentes un producto nuevo llamado Up-One 150 gr.

Figura 3.24: Producto diseñado para perforaciones ascendentes. Fuente: Enaex.



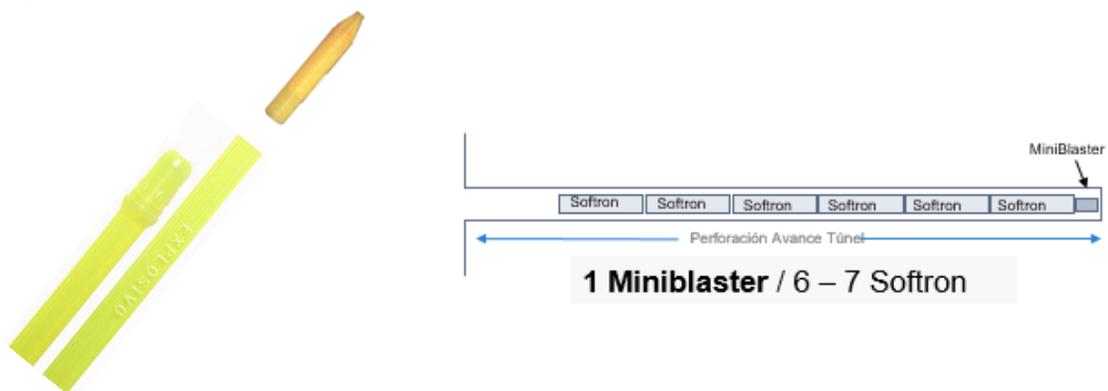
Para fomentar ventas de este nuevo producto y migrar otros productos se realiza trabajo en conjunto con área de ventas y representantes de cada planta de servicio (faenas). Para mostrar ventajas del producto en terreno.

De esta manera la cartera de productos de Enaex Chile en Booster lograra una disminución al solo tener este producto para tiros ascendentes. Si se considera la producción desde planta Rio Loa se tiene asociado una mejor producción de este producto.

Para el caso del miniblaster se busca obtener una estrategia en donde se considere las ventajas técnicas que tiene en el desempeño de voladuras controladas o de menor potencia explosiva y la productividad del producto en la planta de producción. Debido a que este producto tiene actualmente tiene la tasa de producción más baja.

El caso que se considera en el presente trabajo es uno de los escenarios que se realizaron para definir la mejor estrategia con este producto. En este caso de negocio se considera un incentivo de este producto debido a la utilización junto al softron (dinámica bajo poder detonante) usado en los contornos. Se estudia las ventas de softron y el escenario en donde el uso del softron se realice junto con el miniblaster. A continuación, se explica el uso del miniblaster con el softron.

Figura 3.25: Productos Softron-Miniblaster y esquema de uso en un tiro. Fuente:Elaboración propia.



Se considera la carga de tiros de profundidad de 3,5 metros, por lo que en mineras donde se utilice el softron idealmente tendrían asociado el consumo de 1/6 de miniblaster del total de ventas de softron.

Figura 3.26: Proyección ventas extras Miniblaster. Fuente: Elaboración propia.

Cantidades 2018:



Consumo Extra Miniblaster posible:

740 - 850 M Unid

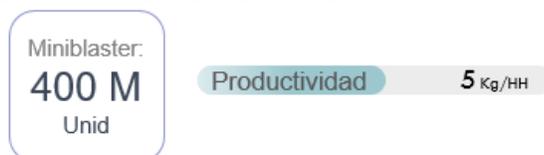
Estas cifras se pueden conseguir con la estrategia comercial adecuada al momento de ofrecer la solución completa ante casos de voladura controlada (Sofron + Miniblafter). Se identifica los principales clientes que consumen estos productos.

Usuarios

- Codelco
- Mina Florida
- Alto Maipo
- Otros

El análisis económico de los casos de negocio que se utilizaron para el estudio de este caso, fueron considerar la incorporación de 400M unidades de Miniblafter considerando precios de venta que se tienen actualmente, considerando el impacto en la planta productiva de esta decisión.

Posible Consumo Adicional:



Menos Producción Planta

Perdida de posibilidad de fabricar 450 gr:

APD 450 gr:
-53,5 M Unid

Con esta situación se tiene concluye que actualmente el incentivo de este producto afectaría la productividad considerablemente, y el precio fijado

actualmente no sería suficiente para contrarrestar esta baja de la productividad.

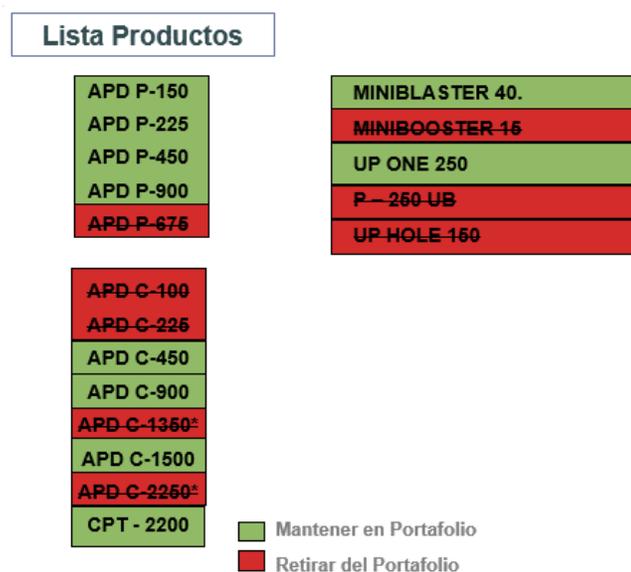
En el presente trabajo no se mencionarán las cifras económicas analizadas por ser información confidencial de grupo Enaex.

El resultado final de este caso de negocio es proponer un margen mínimo que se garantice al momento de las transacciones con los clientes, de lo contrario no se incentiva la venta de este producto. El margen obtenido es superior a un 58% del actual, por lo tanto, la estrategia comercial con los clientes lo considerara como base para negociar.

3.3.2 Propuesta final cartera productos Booster Chile.

La propuesta finalmente es reducir cartera de productos en Chile, 8 son los productos para iniciar el proceso de reducción de consumos y dejar la producción en el corto plazo.

Figura 3.27: Propuesta de gama productos Booster Final. Fuente: Elaboración Propia



La finalidad de esta propuesta es eliminar oferta de productos con poca productividad en la planta, además de potenciar los productos especiales

considerando márgenes mínimos para considerar el impacto de la productividad. La estrategia será definida caso a caso con los clientes, considerando productos sustitutos y contratos a futuros.

3.3.3 Análisis de la cartera de productos Brasil.

Al analizar los productos fabricados en Brasil se aprecia que la cartera de productos es muy reducida, siendo 5 los productos los ofrecidos, al identificar anteriormente el perfil de utilización de cada Booster tanto en Chile como en Brasil, uno de los objetivos de este trabajo es estandarizar las líneas de producción de ambos países y aprovechar algunos productos especiales que se han desarrollado.

Al comparar la gama de productos entre Chile y Brasil, se puede analizar que en Chile existen productos diseñados especialmente para minería subterránea y un Booster Troncocónico de 675 gr. Durante el proyecto se reunió con equipo técnico de Enaex Brasil para analizar el desempeño de estos productos y estudiar la posibilidad de incorporar estos productos a la gama ofrecida en Brasil.

Específicamente el producto para minería subterránea en tiros ascendentes APD 250 gr. Up One, se analizaron las características que tiene, la funcionalidad y se realizó comparación con el actual modo de trabajo en Brasil ante estos casos.

El APD Up One que se diseñó con forma balística para el mercado chileno para clientes de minería subterránea y tiros ascendentes (zonas de hundimiento, zanjas o embudos), aportando a tener mayor eficiencia en el primado, carguío de pozos y lograr la altura de perforación planificada.

Figura 3.28: Principales Características producto APD Up One. Fuente: Enaex.



Las ventajas del diseño balístico es que facilita la colocación del Booster en pozos ascendentes a pesar de las paredes angulosas que pueda presentar el pozo. De esta manera nunca se desacopla de la manguera y tiene menor tiempo de primado asociado.

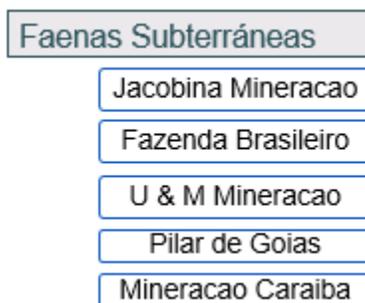
Actualmente en Brasil en las mineras que presentan tiros ascendentes se utiliza el Booster Cilíndrico de 150 gr. No se tiene en el mercado un producto para estas condiciones de operación más complejas.

Tabla 3.6: Características formato de Up One – Cilíndrico 150. Fuente: Enaex.

	Up One	150
Peso unidad (g):	250	150
Diámetro Cilindro (mm):	41,6	38
Largo (mm):	186	127
Unidades por caja:	42	96
Peso neto caja:	10,5	14,4

El resultado del análisis de este producto con equipo brasileño fue favorable al mostrar interés en las características del producto y se procedió a identificar a los posibles clientes que utilizarían este Booster.

Figura 3.29: Posibles clientes con demanda de Up-One. Fuente: Enaex.



En trabajo conjunto con los representantes de cada faena se estima una cifra de 9,3 [ton/año] de productos para tiros ascendentes, equivalentes a 62.000 aprox. de 150 gr que actualmente se utiliza para este fin.

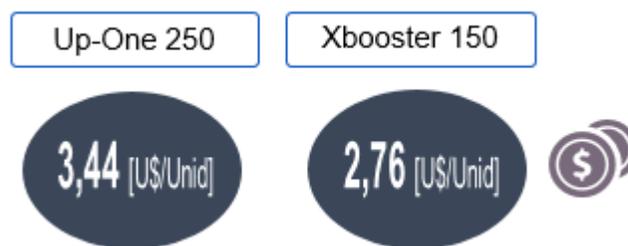
El caso de negocio a analizar es el envío de un camión desde Chile con el producto producido en Río Loa.

Para esta situación se debería enviar hacer un envío cada año (1 camión = Stock de 1 año y 3 meses), debido a que no es mucha cantidad de productos requeridos en el mercado brasileño.

Con el posible volumen se realizó simulación de costos de envío de producto desde la planta de Chile (Río Loa), considerando un flete terrestre hacia Brasil. El resultado fue un incremento llegar con un costo de producto de 3,44 USD/Unid. Los costos usados se detallarán en el siguiente apartado de análisis de costos de exportación.

Actualmente el producto utilizado para los tiros ascendentes de Brasil (X-Booster) 150 gr es de 2,76 USD/Unid.

Figura 3.30: Estimación de productos en mercado brasileño. Fuente: Enaex.



Señalar que el precio es más elevado por la cantidad de gramaje y el flete necesario por parte del Up-One, sin embargo, en Chile se tiene la misma tendencia de que el producto Up-One tiene mayor costo, aun de esta forma el cliente está interesado en comprar este producto que resuelve un problema de operación, sin esta opción existen oportunidades que se deben utilizar dos iniciadores para asegurar la iniciación correcta ante problemas en tiros ascendentes. Ante esto se decide continuar adelante con el caso de negocio y profundizar en la recepción del producto con los clientes, para estudiar la recepción ante las ventajas. Es un producto único con estas características en el mercado brasileño.

Otro caso a analizar es la posible fabricación de este producto directamente en la planta de Brasil (Quatro Barras), para este caso se realizó envío desde Chile de piezas de productos vacías para realizar costeo y productividad que se tendría en la fábrica brasileña.

Al finalizar la redacción de este documento se estaba realizando las pruebas de operación en la planta Quatro Barras con este producto. Además, se envió a cotizar envases con proveedor brasileño. Para tener los dos posibles casos y estudiarlos económicamente. En paralelo se realizan acercamientos a clientes para presentarles este nuevo producto y ver interés para incorporarlo en los futuros contratos.

Señalar que el alcance del proyecto original no contaba con este caso de negocio, por lo tanto, el plan de implementación de este caso se desarrollara considerando los nuevos tiempos de pruebas de producción y acercamiento comercial con los clientes.

Con este nuevo producto que se busca incorporar al mercado brasileño se busca que el grupo ENAEX provea de soluciones técnicas ante condiciones de operación difíciles en los mercados en los que actualmente está llegando.

APD troncocónico 675 gr.

De esta misma forma se analizó el producto troncocónico 675 gr, a continuación, se detallan principales características.

El APD P-675 se diseñó de tal forma, para ofrecer una alternativa más económica al producto P-900, busca igual el rendimiento de este, esto lo consigue debido a la forma geométrica que tiene, disminuyendo la materia prima necesaria para igual el desempeño del P-900.

Figura 3.31: Características formato P-675 (truncocónico) y P-900 (cilíndrico). Fuente: Enaex.

	675	900
Peso unidad (g):	675	900
Diámetro Cilindro (mm):	91,7	82,7
Largo (mm):	118	129,5
Unidades por caja:	30	18
Peso neto caja:	20,25	16,2



En Chile se realizaron pruebas tanto de laboratorio como en mineras para demostrar el desempeño al compararlos. Algunos resultados se representan a continuación.

Figura 3.32: Test Medición VOD 675 y 900 gr. Fuente: Enaex.

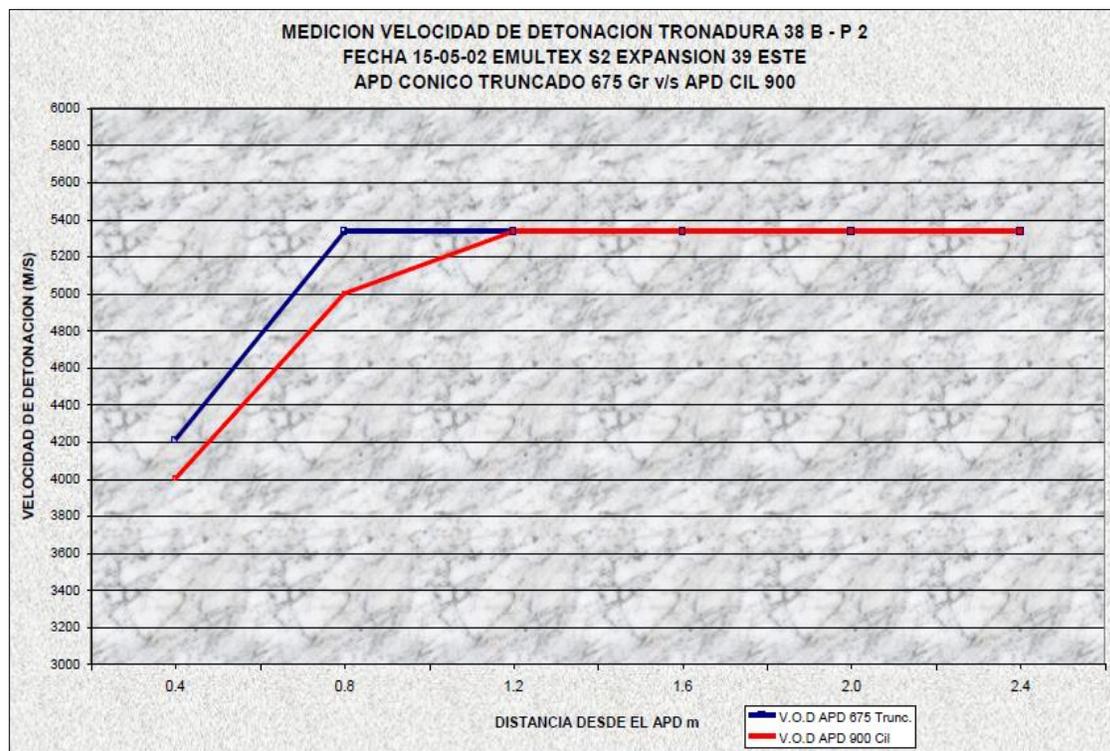


Figura 3.33: Test deformación cilindro acero. Fuente: SIA Enaex.



Los resultados mostrados determinan que las performances entre ambos productos son muy similares, incluso en medición de VOD el 675 tiene mejor desempeño. Esto es debido a la forma troncocónica permite direccionar la energía hacia un punto en particular, se consigue el efecto Monroe.

Equipo brasileño después de revisar características de este producto e identificar los posibles clientes que podrían utilizar este Booster troncocónico, se determinó que no era un producto que mejorara los aspectos importantes en las condiciones de aquellas faenas identificadas, el motivo principal es que en las faenas que utilizan 900 gr (producto a sustituir con 675 gr) no buscan mejorar el tiempo de obtención de la velocidad de régimen, sino, que tenían presencia de otros problemas como presencia de lodos al interior de pozos por lo que buscaban la utilización de Booster de mayor gramaje.

Por lo tanto, para el caso de la posible entrada de productos innovadores en Brasil se recomienda la incorporación solo del Booster para minería subterránea Up.One 250 gr. Al término de la redacción de esta memoria, se está definiendo el real interés por parte de los clientes al usar este producto, para obtener volúmenes finales de producción y establecer la mejor estrategia para cumplir el requerimiento de productos con producción local o envió desde Chile.

3.3.4 Resumen Gama de productos Propuesta

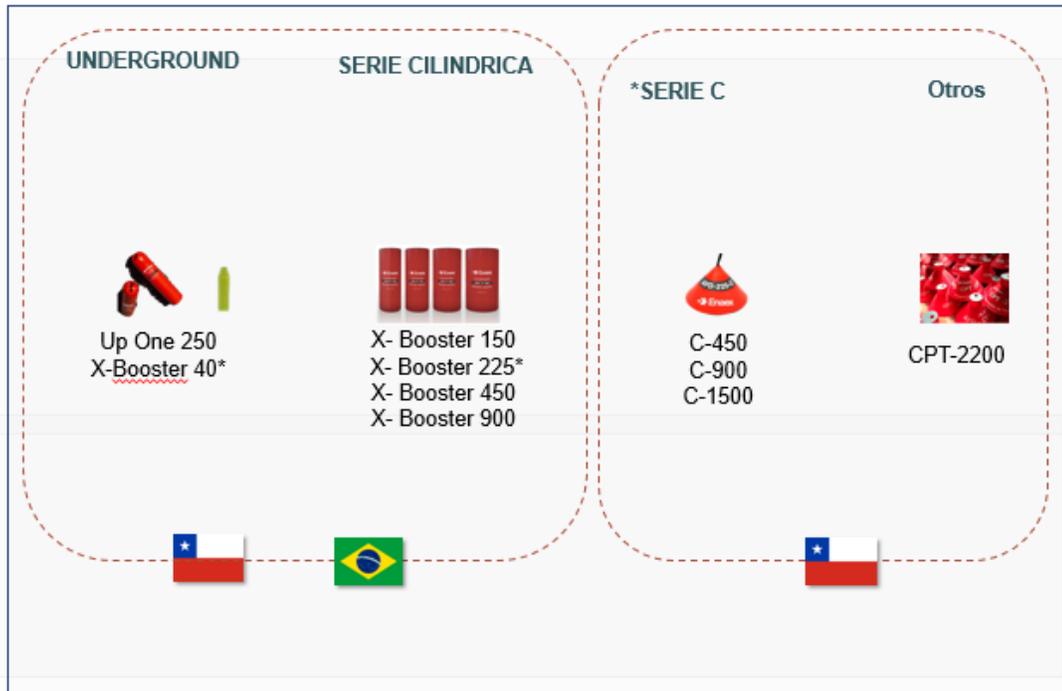
La propuesta luego del estudio realizado es lograr una gama de productos Booster ofrecidos por las dos plantas productoras lo más estandarizado posible, aunque tomando en cuentas las características de la minería (principal cliente) en cada país.

Figura 3.34: Portafolio de Productos Booster Inicio de proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

	UNDERGROUND	OPEN PIT		
	 <p>Up Hole 150 – 650 P-250 UB Up One 250 Minibooster 15 Miniblaster 40 Miniblaster acoplador MBS - MBD</p>	<p>*SERIE CILINDRICA</p>  <p>P-150** P-225 P-450** P-900</p>	<p>*SERIE C</p>  <p>C-100 C-225 C-450 C-900 C-1350 C-1500 C-2250</p>	<p>Otros</p>  <p>P-675 CPT-2200</p>
	 <p>SS 30</p>	 <p>X- Booster 150 X- Booster 225 X- Booster 450 X- Booster 900</p>		

*Series Usadas en Open Pit y Underground - **Productos disponible Con y Sin SafeLock

Figura 3.35: Portafolio de Productos Booster propuesto con proyecto. Fuente: Elaboración Propia.



*Productos distinto gramaje en cada país

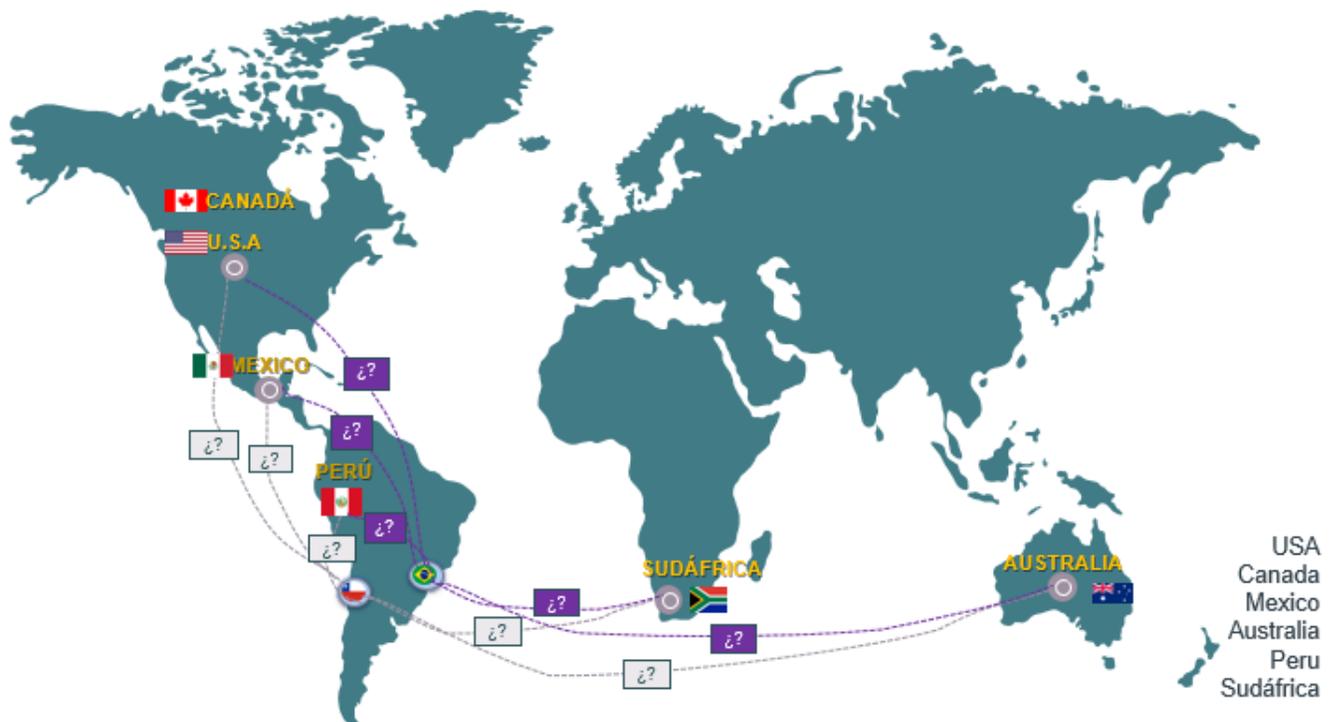
La recomendación es estandarizar 6 productos para ambos países, y conservar algunos productos para el mercado chileno para las características particulares de este. Además, se considera proyecto complementario al interior de Enaex de proporcionar el mismo nombre a los Booster cilíndricos normales (X-Booster), teniendo un nombre único independiente de cada país de fabricación.

3.4 Análisis Estrategias ante Exportaciones de Booster.

Objetivo de este trabajo al interior del grupo ENAEX es determinar a partir de la producción de las dos plantas productoras de productos Booster (Chile y Brasil) la mejor estrategia ante mercados de exportación y sus rutas, considerando principalmente costos asociados a documentación y transporte, frecuencia y disponibilidad de fletes y regulaciones o restricciones en el país de destino.

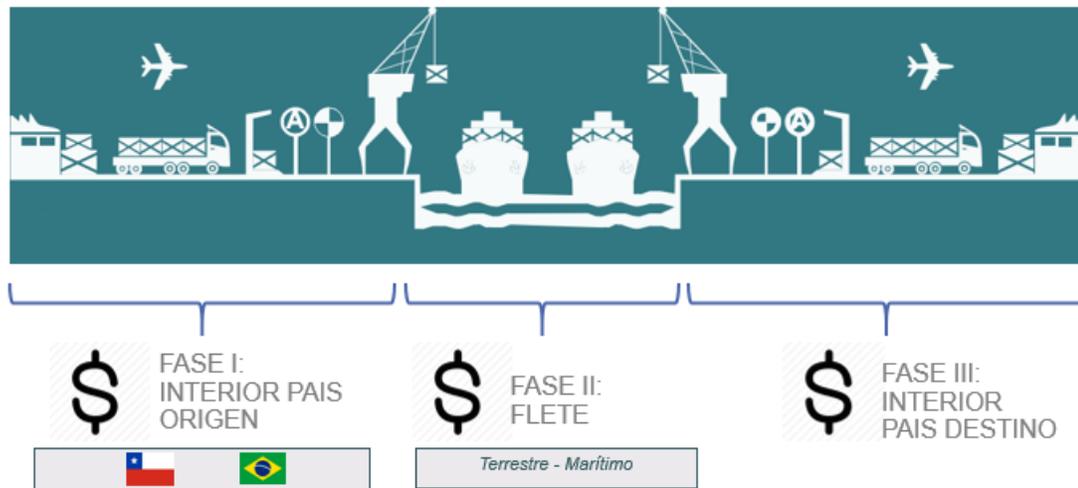
Los países que se analizaron son los que actualmente el grupo Enaex tiene definido como Must Countries, que son aquellos en los que se tiene presencia de mercado, pero que se quiere consolidar en cuanto a ofrecer una cartera de productos más integral, por lo tanto, es donde se concentran recursos y existen proyectos de inversión actualmente.

Figura 3.36: Identificación Must Countries para grupo Enaex. Fuente: Elaboración Propia.



El modo de definir la mejor ruta en caso de exportación fue el análisis de los costos desde cada país considerando tres grandes fases las cuales se muestran en el siguiente esquema.

Figura 3.37: Costos para realizar casos de comparación entre exportaciones Chile-Brasil. Fuente: Elaboración Propia.



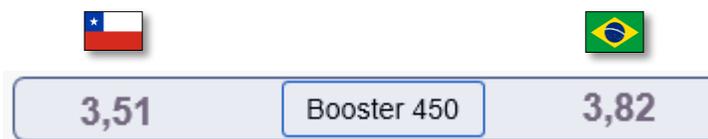
Para la primera fase, se considera todos los costos y documentación necesario hasta llegar al puerto en el país de origen (FOB). Luego se considera los costos de flete tanto marítimo como por vía terrestre. Los costos de la fase III, que son los de internación al país de destino, no se considera a fin de determinar la ruta más estratégica, debido a que se considera el mismo costo desde los dos países si es que se llega al mismo puerto de destino.

Se parte el estudio considerando los supuestos que se realizaran en el caso comparativo.

- 1) Producto considerado: Booster Cilíndrico 450 gr.
- 2) Cantidad de Envío: 1 contenedor estándar "A", "B" o "C" de 20 pies, cumpliendo el estándar de país y las restricciones de peso máximos según destino.

- 3) Se establece que se tendrá el mismo costo asociado en trámites de internación, por lo que NO se considera para la comparación.
- 4) Se considera el precio de transferencia por país de origen, de acuerdo a la fijación de precios intercompany de Enaex.
- 5) Preparación de container para embarques se fija con mismo estándar para Chile y Brasil.

Al comparar costos de producción EXW de cada fábrica de Booster del grupo Enaex, valores en USD/unid.



Realizando mapeo de costos y operaciones logísticas en ambos países, resumiendo la información en las siguientes tablas.

*Figura 3.38: Esquema distancias entre plantas productoras y puerto de embarque en país de origen.
Fuente: Elaboración Propia.*



Los costos que a continuación se enumeran son todos los requeridos en el país de origen.

Figura 3.39: Datos de costos y documentos necesarios FOB Brasil - Chile. Fuente: Elaboración Propia.



Agente Aduana (Inmediato)	245 U\$
Certificado Origen	15 U\$
Gasto Ejercito	85 U\$
Flete Puerto – Planta ⁽¹⁾	335 U\$
Flete Planta – Puerto	2.110 U\$
Almacenaje	485 U\$
THC y BL	430 U\$
Forraje Contenedor	285 U\$*
Trabajo Pallets	No usan pallet*
Informes extras USA	340 U\$

**Para efectos simulación se considera mismo estándar de estos ítems. (Estándar Chileno)*

(1) Incluye el trayecto de búsqueda de contenedor para cargar en la planta. Diferencia con Chile.

5.780 U\$



Resolución de Exportación (20 días)	83 U\$
Certificado Origen	12 U\$
GLT	15 U\$
Flete Planta - Puerto	1.310 U\$
Forraje Contenedor	1.460 U\$
Trabajo Pallets	550 U\$
THC	600 U\$
Pago Aduana	0,15% CIF
Emisión Bill of Lading ⁽²⁾	75 U\$
Almacenaje	260 U\$

(2) Costo lo asume el receptor de la mercadería. Diferencia con Brasil.

4.290 U\$

Los costos fueron modificados por ser información confidencial del equipo de COMEX y logística del grupo Enaex.

A continuación, se detallan los costos asociados a fletes tanto marítimos como terrestres según los países de destino, se muestra en tabla resumen:

Tabla 3.7: Tabla resumen de fletes considerados en la comparación entre plantas productoras Grupo Enaex. Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Puerto Entrega	Flete [USD/Cont]	Ruta Intermedia[USD/Cont]	Flete Intermedio [USD/Cont]	Frecuencia
BRASIL		Pto Galveston	16875	Galveston --> Planta Stocken	10000	Mensual
CHILE		Pto Guaymas, México	7500	Guaymas --> Planta Stocken	16000	Baja
BRASIL		Pto Alma	43750	Sin ruta intermedia		Mensual
CHILE		Pto Alma	65000	Sin ruta intermedia		Baja
BRASIL		Pto Veracruz	16250	Sin ruta intermedia		Mensual
CHILE		Pto Guaymas	7500	Sin ruta intermedia		Baja
BRASIL		Pto Durban	20000	Sin ruta intermedia		Mensual
CHILE		Pto Durban	45000	Sin ruta intermedia		Baja
BRASIL		Lima	21751	Sin ruta intermedia		Alta
CHILE		Callao	7900	Sin ruta intermedia		Alta
BRASIL		Calama	19808	Sin ruta intermedia		Alta
CHILE		No Aplica				
BRASIL		No Aplica				
CHILE		Quatro Barras	15800	Sin ruta intermedia		Alta

Tabla 3.8: Resumen de costos de exportación comparando plantas productoras con destino a USA.
Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Unidades Envío	Costo producción [U\$/unid]	Gastos Fase I [País origen]	Gastos Fase II [Flete]	Costo a Comparar [CFR – CPT]
BRASIL		36.700	3,82	5.872	26.875	5,11
CHILE		36.500	3,51	4.380	23.500	4,27

Tabla 3.9: Resumen de costos de exportación comparando plantas productoras con destino a AUS.
Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Unidades Envío	Costo producción [U\$/unid]	Gastos Fase I [País origen]	Gastos Fase II [Flete]	Costo a Comparar [CFR – CPT]
BRASIL		36.800	3,82	5.880	43.750	5,16
CHILE		35.100	3,51	4.210	65.000	5,39

Tabla 3.10: Resumen de costos de exportación comparando plantas productoras con destino a MEX.
Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Unidades Envío	Costo producción [U\$/unid]	Gastos Fase I [País origen]	Gastos Fase II [Flete]	Costo a Comparar [CFR – CPT]
BRASIL		36.700	3,82	5.872	16.250	4,42
CHILE		36.500	3,51	4.380	7.500	3,83

Tabla 3.11: Resumen de costos de exportación comparando plantas productoras con destino a SOUTH AF. Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Unidades Envío	Costo producción [U\$/unidad]	Gastos Fase I [País origen]	Gastos Fase II [Flete]	Costo a Comparar [CFR – CPT]
BRASIL		36.700	3,82	5.872	20.000	4,52
CHILE		36.500	3,51	4.380	45.000	4,85

Tabla 3.12: Resumen de costos de exportación comparando plantas productoras con destino a PER. Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Unidades Envío	Costo producción [U\$/unidad]	Gastos Fase I [País origen]	Gastos Fase II [Flete]	Costo a Comparar [CFR – CPT]
BRASIL		55.500	3,82	555	21.751	4,22
CHILE		55.500	3,51	111	7.900	3,68

Estos valores en general fueron modificados, no consideran el transfer Price si el destinatario final es sucursal de Enaex. Se aprovecha de realizar caso de envíos de cada fabrica productora a la otra, considerando posibles problemas de suministro.

Tabla 3.13: Resumen de costos de exportación comparando plantas productoras con destino a BRA.
Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Unidades Envío	Costo producción [U\$/unidad]	Gastos Fase I [País origen]	Gastos Fase II [Flete]	Costo a Comparar [CFR – CPT]
BRASIL		NO APLICA				
CHILE		55.500	3,51	111	19.000	3,82

Considerando envío desde Chile a Brasil, queda a precio similar del costo de producción de la planta brasileña.

Tabla 3.14: Resumen de costos de exportación comparando plantas productoras con destino a CHI.
Fuente: Elaboración Propia.

Origen	Destino	Unidades Envío	Costo producción [U\$/unidad]	Gastos Fase I [País origen]	Gastos Fase II [Flete]	Costo a Comparar [CFR – CPT]
BRASIL		55.500	3,82	555	19.808	4,18
CHILE		NO APLICA				

El costo del producto enviado desde Brasil es mucho mayor, principalmente por el alto costo de la planta Quatro Barras. Con esto se tiene una simulación de costos desde plantas de origen y los principales países donde el grupo Enaex posee presencia o quiere lograrla. Con el presente trabajo se realiza un programa Excel para mantener actualizado estos datos por parte de los equipos COMEX de ambos países, y sea una herramienta útil para cada

country manager para tener una estimación de costos y comparar ambas plantas productoras.

De esta manera se obtiene la definición de las rutas más estratégicas para llegar a los distintos mercados que el grupo Enaex define de interés para consolidar la partición como proveedor de agentes de voladura, altos explosivos y accesorios.

Desde Brasil es más conveniente envió hacia South Africa & Australia, debido a que concepto de flete es más relevante en esos casos y equipo COMEX brasileño consigue mejores precios.

CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Uno de los planes estratégicos que se plantea como grupo Enaex S.A es aumentar la globalización de sus productos y servicios, poniendo el foco en ofrecer soluciones acordes a las necesidades de cada cliente en cada zona.

Las principales conclusiones sobre este trabajo son en base al análisis que se realizó de los datos históricos para determinar comportamiento de mercado en cada país. De esta forma se determinó que se hace necesario considerar estandarización de la cartera de productos de forma global. Considerando en el caso del Booster las dos plantas productoras [Chile y Brasil]. Se recomienda la línea común de 6 productos [Serie cilíndrica normal, producto tiro ascendente y producto bajo gramaje] en las dos fábricas. Y en caso de Chile incluir productos desarrollados para requerimientos de cliente [serie rompedora cónica, Compactador Taco], con esto se prioriza a productos con buena recepción del cliente y con análisis de margen que justifican la decisión de mantenerlos ante requerimientos especiales. Todas esas decisiones basadas en la determinación de perfiles de utilización de cada producto, identificando las ventajas comparativas de los distintos productos, de esta manera se llegaron a tomar decisiones de incentivo de ventas de ciertos productos aprovechando sus desempeños en condiciones operacionales específicas.

La conclusión sobre la segunda parte del proyecto, consistió a través de un mapeo de los posibles mercados para realizar exportación para aumentar participación, se analizan los costos logísticos y de fletes para definir estratégicamente desde que fabrica de Booster es mejor mandar productos, las principales observaciones es que fabrica de Chile tiene una ventaja comparativa con respecto a Brasil debido a su nivel de producción el producto

es más barato, por lo cual en el mayor de los casos es recomendable el puerto de salida desde Chile. Aunque existen casos como Australia y South Africa que el flete es elevado desde Chile y en esos casos se hace más conveniente puerto de salida desde Brasil.

Estas conclusiones llevadas a cabo con el presente proyecto buscan ser útil en la toma de decisiones futuras ante estrategias a seguir y alinear los estándares a nivel global como grupo Enaex S.A.

4.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que se realizan al terminar este trabajo, el cual sirve como herramienta de levante de información sobre situación de mercados Booster de grupo Enaex S.A es poner en plan de ejecución las principales conclusiones realizadas.

- Plan de ejecución para llevar a cabo la disminución de la cartera en Chile de productos Booster, principalmente productos con bajo nivel de venta y bajo nivel productivo en planta de fabricación, enfocando en proveer las alternativas necesarias para suplir demanda del cliente con otros productos
- Plan de ejecución para llevar a cabo la incorporación a cartera de productos Booster en Brasil de desarrollos chilenos para condiciones operacionales especiales, específicamente ofrecer producto para tiros ascendentes Up-One.
- Estandarizar conceptos de exportación como modo de trabajo en puertos y preparación de carga [uso de pallet y/ aislación] para garantizar mismas condiciones de calidad en la entrega del producto independiente de la fábrica de origen.
- Realizar herramienta comparativa que muestre simulación de envío de Booster y esponja resumen de costos de exportación según cada planta productora, sirviendo a Country Managers para tomar decisión de ruta estratégica actualizada.
- Fomentar proyecto X-Booster de cambio de marca a productos Booster para obtener marca única y estándar, además de características de producto y cajas estándar y obtener reconocimiento global en nombre de productos como grupo Enaex.

CAPITULO 5: ANEXOS

A continuación, se adjuntan principalmente las fichas técnicas de los productos estudiados, tanto en Chile como en Brasil y herramienta utilizada para recabar las preguntas realizadas a los colaboradores.

5.1 Ficha Técnica Productos X-Booster [Brasil]

Ficha Técnica
Produtos/Altos Explosivos
W119


X-Booster®
Booster para agentes explosivos

DESCRIÇÃO

Os iniciadores cilíndricos X-Booster® são cargas explosivas de elevada potência e alto nível de segurança, destinados à iniciação de agentes explosivos. Sua embalagem plástica protege a mistura explosiva contida em seu interior, conferindo maior proteção contra impacto ou atrito e resistência à água. É o mais eficiente iniciador de agentes explosivos fabricado, recomendado para diferentes diâmetros.

INFORMAÇÃO DE TRANSPORTE

Alto Explosivo
Classe 1, Divisão 1.1 D
Nº ONU: 0042



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Densidade (g/cc)	1,62 ± 5%
Velocidade de detonação mínima* (m/s)	6.400
Pressão de detonação* mínima (kbar)	210
Energia mínima (kJ/kg)	5.500
Resistência à água	Excelente
Volume de gases mínimo (l/kg)	690
Potência relativa do ANFO	
Peso	1,50
Volume	3,00

* Medido em tubo de 1 1/2" x 12"

DIMENSÕES

Produto	Peso Unid. (g)	Diâmetro Externo (mm)	Comp. com Tampa (mm)	Unid. por caixa	Peso líquido caixa (kg)
X-BOOSTER 150	150	38	127	96	14,4 ±3%
X-BOOSTER 250	250	47	132	60	15,0 ±3%
X-BOOSTER 450 ¹	450	59,1	129,5	36	16,2 ±3%
X-BOOSTER 900 ¹	900	82,7	129,5	18	16,2 ±3%

¹ Com tecnologia SafeLock®
* Tamanho e peso dos reforçadores são aproximados.
** Para outros tamanhos, consulte a Enaex.

DIMENSÕES DA CAIXA

Comprimento x Largura x Altura (cm)	26,9 x 26,9 x 28,5
-------------------------------------	--------------------

APRESENTAÇÃO

Alto explosivo com base em Peróxido na forma cilíndrica, o qual se apresenta em diferentes gramaturas segundo a necessidade da iniciação.

SAFELOCK®

Accessório de segurança que evita o deslocamento do detonador do booster, durante o armazenamento ou carregamento de explosivos no furo.

FABRICAÇÃO

• Quatro Barras - PR, Brasil, Enaex Britânica.

ADVERTÊNCIA

Enaex S.A. se responsabiliza apenas pelas informações expressamente indicadas neste catálogo, e não será em nenhum caso responsável por danos, perdas ou qualquer contingência derivada do uso dos produtos, exceto aquelas expressamente indicadas pela legislação vigente. O uso de explosivos está regulado em cada país por leis próprias. Enaex S.A. se reserva o direito de modificar seus produtos, sem aviso prévio.

5.2 Ficha Técnica Producto APD CPT 2200 [Brasil]

Ficha Técnica Productos/Altos Explosivos W0117	
<h1 style="margin: 0;">APD CPT 2200</h1>	Compactador de taco

DESCRIPCIÓN

El Compactador de taco, es un dispositivo explosivo de alta brisancia, fabricado con Pantolita, el cual por su forma troncocónica es capaz de generar el llamado "efecto Monroe", que permite direccionar en un sentido específico la detonación de una carga.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Densidad (g/cc)	1,62 ± 3%
Velocidad de detonación típica* (m/s)	7.200 ± 3%
Velocidad de detonación mínima (m/s)	6.400 ± 3%
Presión de detonación* (Kbar)	216
Energía (KJ/Kg)	5.508
Resistencia al agua	Excelente
Volumen de gases (L/Kg)	692
Potencia relativa al ANFO	
En peso	1,50
En volumen	3,12

* Medido en probeta de 1 1/2" x 10".

USOS

- Utilizar como iniciador mínimo recomendado un Detonador N°8, eléctrico, no eléctrico, o mayor.
- La duración garantizada de este producto es de 5 años.

INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Alto Explosivo
 Clase 1, División 1.1D
 N° NU: 0042
 HDS-PEN-02

**DIMENSIONES***

Producto**	APD - CPT
Peso unidad (g)	2.200
Diámetro mayor (mm)	212
Unidades por caja	8
Peso neto caja (Kg)	17,6

*Tamaño y peso de unidades son aproximados.

**Para otros tamaños consultar a Enaex Servicios S.A.

DIMENSIONES DE LA CAJA

Largo x Ancho x Alto	46 x 42 x 18 cm
----------------------	-----------------

PRESENTACIÓN

Alto explosivo a base de Pantolita de forma troncocónica, el cual puede ser primado con detonadores del tipo Nonal o electrónico.

FABRICACIÓN

- Planta Río Loa, Enaex Servicios S.A

5.3 Ficha Técnica Productos APD serie P [Chile]

Serie APD-P

Booster para agentes de voladura

Los Iniciadores cilíndricos Serie APD - P son cargas explosivas de alta potencia y gran seguridad, destinada a la iniciación de agentes de voladura. Su envase de plástico protege a la mezcla explosiva que contiene, permitiéndole ser más insensible a los golpes o roces, así como una mayor resistencia al ataque del agua presente en algunas perforaciones.

DESCRIPCIÓN

El iniciador cilíndrico APD (Alto Poder de Detonación) es el más eficiente iniciador de agentes de voladura que se fabrica y es especialmente recomendable para diámetros medianos y grandes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Densidad (g/cc)	1,62 ± 3%
Velocidad de detonación típica* (m/s)	7.200 ± 3%
Velocidad de detonación mínima (m/s)	6.400 ± 3%
Presión de detonación* (Kbar)	216
Energía (KJ/Kg)	5.598
Resistencia al agua	Excelente
Volumen de gases (L/Kg)	692
Potencia relativa del Año	
Peso	1,50
Volumen	3,12

* Medido en probeta de 1" x 10"

USOS

- Utilizar como iniciador mínimo un Cordon detonante de 10 g/m.
- Utilizar como primado un Detonador N°8, eléctrico, no eléctrico, o mayor.
- La duración garantizada de este producto es de 5 años.

INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Alto Explosivo
Clase 1. División 1.1 D
N° NU: 0042
HDS-PEN-02



DIMENSIONES*

Producto (**)	Peso unid. (g)	Diámetro externo (mm)	Largo con tapa (mm)	Unid. por caja	Peso neto caja (kg)
APD-P-150	150	36,0	120,7	88	13,2 ± 3%
APD-P-225	225	42,8	120,7	60	13,5 ± 3%
APD-P-400	400	59,7	120,7	30	12,0 ± 3%
APD-P-450	450	59,7	120,7	30	13,5 ± 3%
APD-P-900	900	82,7	120,7	16	14,4 ± 3%

* Tamaño y peso de cartuchos son aproximados.

** Para otros tamaños consultar a Enaex Servicios S.A.

Producto	Peso unid. (g)	Diámetro externo (mm)	Largo con tapa (mm)	Unid. por caja	Peso neto caja (kg)
APD-P-125*	125	37,7	129,5	88	11,0 ± 3%
APD-P-150*	150	37,7	129,5	88	13,2 ± 3%
APD-P-450*	450	59,1	129,5	30	13,5 ± 3%

* Incluye accesorio Safelock

DIMENSIONES DE LA CAJA

Largo x Ancho x Alto	41 x 34 x 13 cm
	47 x 33 x 14 cm*

PRESENTACIÓN

Alto explosivo a base de Pentolita de forma cilíndrica, el cual se presenta en distintos gramajes según la necesidad de la iniciación.

FABRICACIÓN

- Planta Rio Loa, Enaex Servicios S.A.

5.4 Ficha Técnica Producto APD 250 UB [Chile]

APD-P-250 UB

Booster para tiros ascendentes

DESCRIPCIÓN

Cargas explosivas de Pentolita de alta potencia, especialmente diseñadas para ser utilizadas en tiros ascendentes, en zonas de hundimiento, de zanjas, o embudos de minas subterráneas, para facilitar la operación de primado. Su colocación puede ser hecha con la misma.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Densidad (g/cc)	1,62 ± 3%
Velocidad de detonación típica (m/s)	7.200 ± 3%
Velocidad de detonación mínima* (m/s)	6.400 ± 3%
Presión de detonación* (Kbar)	216
Energía (Kcal/Kg)	5.598
Resistencia al agua	Excelente
Volumen de gases (L/Kg)	692
Potencia relativa del Año	
Peso	1,50
Volumen	3,12
Duración Garantizada (años)	5

* Medido en probeta de 1 1/2" x 10".

USOS

- Utilizar como iniciador mínimo un Cordón detonante de 10 g/m.
- Utilizar como primado óptimo un Detonador N°9, eléctrico o no eléctrico, o mayor.
- La duración garantizada de este producto es de 5 años.

PRESENTACIÓN

Booster para tiros ascendentes, el cual comprende de una carga explosiva de Pentolita de alta potencia, diseñada para ser utilizada en tiros ascendentes en la minería subterránea.

INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Alto Explosivo
Clase 1. División 1.1 D
N° NU: 0042
HDS-PEN-02

**DIMENSIONES***

Producto	APD-P-250 UB
Peso unidad (g)	250
Diámetro mayor (mm)	46
Largo unidad (mm)	173
Unidades por caja	42
Peso neto caja (Kg)	10,5

* Tamaño y peso de unidades son aproximados.

DIMENSIONES DE LA CAJA

Largo x Ancho x Alto	38 x 34 x 14 cm
----------------------	-----------------

FABRICACIÓN

- Planta Rio Loa, Enxex Servicios S.A.

5.5 Ficha Técnica Producto APD P 675 [Chile]

APD-P-675

Booster para agentes de voladura

DESCRIPCIÓN

Carga explosiva tronco - cónica de alta potencia. El APD - P - 675 está especialmente diseñado para aprovechar al máximo su energía disponible en la iniciación de agentes de voladura y es recomendado para sectores de mineral en que se requiere una mayor fragmentación y en los diseños de perforaciones con menor pasadura.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Densidad (g/cc)	1,62 ± 3%
Velocidad de detonación típica (m/s)	7.200 ± 3%
Velocidad de detonación mínima* (m/s)	6.400 ± 3%
Presión de detonación (Kbar)	216
Energía (KJ/Kg)	5.598
Resistencia al agua	Excelente
Volumen de gases (L/Kg)	692
Potencia relativa al ANFO	
En peso	1,50
En volumen	3,12

* Medido en probeta de 1 1/2" x 16".

USOS

- Utilizar como iniciador mínimo un cordón detonante de 10 g/m.
- Utilizar como primado un Detonador N° 8, eléctrico o no eléctrico, o mayor.
- La duración garantizada de este producto es de 5 años.

INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Alto Explosivo
Clase 1. División 1.1D
N° NU: 0042
HDS-PEN-02

**DIMENSIONES***

Peso unidad (g)	675
Diámetro cilindro (mm)	91,7
Diámetro menor cono (mm)	41,7
Largo (mm)	118
Unidades por caja	30
Peso neto caja (Kg)	20,25

*Tamaño y peso de unidades son aproximados (± 3%).

DIMENSIONES DE LA CAJA

Largo x Ancho x Alto	46 x 42 x 18 cm
----------------------	-----------------

PRESENTACIÓN

Alto explosivo a base de Pentolita con forma del tipo cono invertido, especialmente diseñado para optimizar la energía.

FABRICACIÓN

- Planta Río Loa, Enaex Servicios S.A.

5.6 Ficha Técnica Producto APD UP ONE [Chile]

Ficha Técnica Productos/Altos Explosivos V0118	
<h1 style="margin: 0;">APD-UP ONE</h1>	Booster para tiros ascendentes

DESCRIPCIÓN

El APD-UP ONE es una carga explosiva de Pentolita de Alta potencia, especialmente diseñada para minería subterránea para ser utilizada en tiros ascendentes, en zonas de hundimiento, zanjas o embudos. Este APD facilita la operación del primado y su colocación puede ser hecha con la misma manguera de cargulo de anfo o emulsión.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Densidad (g/cc)	1,62 ± 3%
Velocidad de detonación* típica (m/s)	7.200 ± 3%
Velocidad de detonación mínima* (m/s)	6.400 ± 3%
Presión de detonación* (kbar)	216
Energía (KJ/Kg)	5.598
Resistencia al agua	Excelente
Volumen de gases (L/Kg)	692
Potencia relativa del ANFO	
Peso	1,50
Volumen	3,12

* Medido en probeta de 1 1/2" x 16".

USOS

- Utilizar como iniciador mínimo un Cordón detonante de 10 g/m.
- Utilizar como primado óptimo un Detonador Nº8, eléctrico o no eléctrico, o mayor.
- La duración garantizada de este producto es de 5 años.

INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

Alto Explosivo
 Clase 1. División 1.1D
 N° NU: 0042
 HDS-PEN-02

**DIMENSIONES**

Peso unidad (g)	250 ± 3%
Díámetro base (mm)	41,6 ± 0,5
Largo unidad (mm)	186
Unidades por caja	42
Peso neto caja (Kg)	10,5

*Tamaño y peso de unidades son aproximados.

DIMENSIONES DE LA CAJA

Largo x Ancho x Alto	41 x 35 x 13 cm
----------------------	-----------------

PRESENTACIÓN

Booster para tiros ascendentes, el cual comprende de una carga explosiva de Pentolita de alta potencia, diseñada para ser utilizada en tiros ascendentes en la minería subterránea.

FABRICACIÓN

- Planta Río Loa, Enaex Servicios S.A.

5.7 Formulario Preguntas Country Managers



Name/Nombre		Specific Question/ Pregunta Especifica
Project Team/Equipo de Proyecto		General / Business related Question
Position/Cargo		
1		What & how many different products did you manufacture? <i>¿Qué y cuántos productos diferentes fabricas o utilizas?</i>
2		What is the actual portofolio commercialized on your Market? <i>¿Cuál es el actual portafolio comercializado en el mercado?</i>
3		What are the most important features on our Product? <i>¿Cuáles son las características mas importantes de nuestros productos?</i>
4		What are your most important Clients and Customers? <i>¿Cuáles son los clientes más importantes ?</i>
5		How Competitive is your market? (Please refer your participation and our competence, with a percentage %) <i>¿Qué tan competitivo es el mercado? (Asociar % de participacion en comparacion con la competencia)</i>
6		What types of Products does the Competition have? What are the differences with us? <i>¿Qué tipo de productos tiene la competencia? ¿Cuál es la diferencia con nuestros productos?</i>
7		How many and what are the Quality problems associated with these Products? <i>¿Cuántos y que tipo de problemas de calidad presentan los productos?</i>
8		What are the potential customers and / or markets that we have in the future? <i>¿Cuál son los clientes potenciales y/o mercados que podríamos abarcar en el futuro?</i>
9		How deep is your knowledge on our Products? (About Boosters features and applications) <i>¿Qué tan profundo es su conocimientos sobre nuestros productos? (Sobre las características y aplicaciones del Boosters.</i>
10		What are the essential boosters and products for your operation? (Customer use) <i>¿Cuáles son los Boosters esenciales para su operación? (Uso del Clientes)</i>
11		How close you can evaluate your relation with the Client/User? <i>¿Qué tan cercana puede evaluar la relacion lograda con el cliente/usuario?</i>
12		What is the process of use for the client/User? (Desarrollo a Producción) <i>¿Cuáles son los procesos en los cuales se utiliza el producto? (Labores de Produccion, Desarrollo, Voladura Secundaria, Preacondicionamiento, etc)</i>
13		What are characteristics of Blast Diagram and What are the preferences of use for our boosters in this Diagrams? <i>¿Cuáles son las características del diagrama de perforacion y a partir de esto cuales son las preferencias de booster utilizados?</i>
14		What kind of detonator do you use in our products? (Electric, No Electric Detonators, Cord, others) <i>¿Qué tipo de detonador utilizan en nuestros productos? (detonador electronico, no electronico, cordon detonante, etc)</i>
15		How many operators work on boosters manipulation? <i>¿Cuántos operadores son necesarios para la manipulacion del booster?</i>
16		What is the average of age of experience for these operators? <i>¿Cuál es la edad promedio de estos operadores?</i>
17		Are you related with the frequent selling prices on Boosters? <i>¿Esta relacionado con el precio de venta frecuente de las Boosters ?</i>

REFERENCIAS

- ENAEX (2018). *Informe Memoria Anual, Reporte Integrado*, Chile
- Revista Minería chilena (24-abril-2017.) *Artículo “Se expande el mercado de explosivos grupo ENAEX”*.
- Sonami (2016). *Guía Operación para Minería, Perforación y Tronadura*, Chile.
- INDITECNOR. *Reglamento General de Explosivos, norma 56-2th*,
- Jose Bernaola Alonso, J.Castilla. (2013). *Perforación y Voladura de Rocas en Minería*, Madrid.
- Thierry Guihard (2017). *Artículo: Claves para crear valor en las empresas*.
- Fabián Rebolledo E. (2018). *Tesis “Desarrollo de metodología de diseño y planificación de tronadura”*, Santiago.
- (Julio 2019) *“Diseño de la Perforación de Pozos”*, Recuperado de: <http://oilproduction.net/files/Diseno%20de%20perforacion.pdf>
- (2019) *Apuntes PDF “Métodos de explotación – Selección de método”*. Recuperado de www.u-cursos.cl
- (Julio 2019). Recuperado de: <http://www.ingenieroenminas.com/manual-de-perforacion-y-voladura-de-rocas>,
- Farje Verfaray, Italo (2006). *“Perforación y voladura en minería a cielo abierto”*, Lima.
- Gerencia Técnica. *Manual de tronadura Enaex S.A –*
- (Julio 2019) Recuperado de: Km77.com/glosario.
- Gerencia Minería Subterránea *“Curso Básico Explosivos”, Asistencia Técnica. ENAEX.*
- Enrique Caballero, PDF *“Explosivo Roca, Perforación y Tronadura”*, Universidad de Chile.
- Blanck, J. P., et Thiard, R.(1994): *“L'Energie des Explosifs”*. Francia.

- Dick, R., et al. (1993): *“Explosives and Blasting Procedures”* U.S. Bureau of Mines.
- Drury, F. C., and Westmann, D. J. (1990): *“Consideration Affecting the Selection and Use of Moderns Chemical Explosives”* SEE.
- Du Pont (1990): *“Blaster’s Handbook”*, 16 Edition.
- Víctor Legorburu Zuazua y Luis Sánchez Barbero. *“Evolución de los explosivos industriales”*.
- Hector Mora Chamorro (2008) *“Manual del vigilante de explosivos”*
-
- AENOR (1994), *“Determinación de la velocidad de detonación de los explosivos”* España.
- Lopez Jimeno. *“Cap. 12: Criterios de Selección de Explosivos”* Manual de Voladuras,
- Enaex S.A *“Catálogo de Iniciadores APD Booster”*.
- Julián Ortiz, PDF *“Apuntes Curso Explotación de minas”*, Universidad de Chile. Recuperado de: u-cursos.cl.
- Enaex S.A. *“Curso tronadura en minería a cielo abierto”*
- Jose Serrano Diez, (1991). *“Desarrollo de un procedimiento para la medida de la velocidad de detonación de los explosivos”*.
- Jose Bernaola, Jorge Castilla y Juan Herrera (2013) *“Perforación y Voladura de rocas en minería”*, Madrid.
- Docente Juan Ordenes H. *“Explosivos en Métodos Mineros”*, Apuntes Tronadura.
- ENAEX Ficha técnica *“Rompedores Cónicos APD”*, Altos explosivos.
- Griffith, A. (1991). *The phenomena of rupture in rocks*.
- Gerencia Minería Subterránea *“Curso Básico Explosivos”*, Asistencia Técnica. ENAEX
- Llamazares García-Lomas, Olegario (2011). *“Capítulo 4: Los Incoterms Uno a uno”*
- (Julio 2019) *“Tipos transporte según mercancías, como elegir”*, Recuperado de: www.logismarket.es.
- (Julio 2019) *“Glosario Logístico”*. Recuperado de: www.alv-logistica.org.

- (Julio 2019) *“Incoterms 2010”*, Recuperado de: www.sanranderttrade.com.
- Cámara de Comercio Internacional (2019). *Incoterms 2010*. Comité español.