

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Uso de material pebbles como taco para reducir la
granulometría del mineral disparado en la mina
Toromocho, Morococha - 2019**

Wagner Arbizu Centeno

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR:

Dr. Marco Antonio Carhuaz Chávez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien supo guiarme en el transcurso de mi desarrollo profesional.

A mi familia, quienes fueron el motor que incentivó día a día el logro de mis metas.

A mis maestros quienes me inculcaron nuevos conocimientos durante mi crecimiento y desarrollo profesional.

A la universidad alma mater, que en sus aulas me cobijó para ser un profesional de calidad hoy en día.

A todas las personas que confiaron y apostaron por mí.

DEDICATORIA

A Gianluca y Vanessa; mis hijos, por su comprensión de tantos fines de semana sin paseos.

A la memoria de Bartolomé y Trifunia; mis padres, quiénes desde arriba, se complacerán.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I:.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema	4
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia	5
1.3.1. Justificación científica.....	5
1.3.2. Justificación académica	5
1.3.3. Justificación tecnológica	5
1.4. Hipótesis de la investigación.....	6
1.4.1. Hipótesis general	6
1.4.2. Hipótesis específicas.....	6
1.5. Identificación de variables	6
1.5.1. Variable independiente	7
1.5.2. Variable dependiente.....	7
1.5.3. Definición conceptual	7
1.5.4. Definición operacional.....	7
1.6. Matriz de operacionalización de variables.....	8
1.7. Delimitación de la investigación	8
1.7.1. Delimitación espacial o geográfica.....	8

1.7.2. Delimitación temporal.....	8
1.8. Limitaciones de la investigación.....	8
CAPÍTULO II:.....	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes del problema	9
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	9
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	13
2.2. Generalidades de la unidad minera Toromocho – Morococha	14
2.2.1. Minera Toromocho.....	14
2.2.2. Geología general.....	19
2.2.3. El yacimiento mineral Toromocho	36
2.3. Bases teóricas.....	46
2.3.1. Material <i>pebbles</i> en minería	46
2.3.2. Granulometría en voladura.....	50
2.3.3. Programa SPLITNET.....	71
2.4. Definición de términos	77
CAPÍTULO III:.....	79
METODOLOGÍA	79
3.1. Método, y alcances de la investigación.....	79
3.1.1. Método de la investigación	79
3.1.2. Alcances de la investigación	80
3.2. Diseño de la investigación.....	80
3.2.1. Tipo de investigación.....	80
3.2.2. Nivel de investigación.....	80
3.2.3. Diseño de la investigación	80
3.3. Población y muestra.....	81
3.3.1. Población.....	81
3.3.2. Muestra.....	81
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	82
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos	82
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	82
3.5. Técnicas de tratamiento de datos.....	82

CAPÍTULO IV:	83
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	83
4.1. Proceso de voladura	83
4.2. Uso de material de tapado de taladros	86
4.2.1. Material detritus empleado con anterioridad	86
4.2.2. Material <i>pebbles</i>	87
4.2.3. Material zarandeado.....	88
4.3. Resultados comparativos del uso de material	90
4.4. Consideraciones económicas.....	99
4.4.1. Costos estimados para el material zarandeado para el tapado de taladros.....	99
4.4.2. Costos estimados de perforación para fragmentación > 1", mayor a 50% .	99
4.4.3. Costos estimados de voladura para fragmentación > 1", mayor a 50%	100
4.4.4. Resumen de costos para fragmentación > 1"	101
4.4.5. Costo beneficio estimado	102
4.5. Pruebas de hipótesis.....	103
4.5.1. Hipótesis general	104
4.5.2. Primera hipótesis específica	105
4.5.3. Segunda hipótesis específica	107
4.6. Discusión de resultados.....	108
CONCLUSIONES.....	111
RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
ANEXOS	118

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	8
Tabla 2. Datos para ingresar en la web de Splitnet.....	77
Tabla 3. Indicadores del uso de material detritus	90
Tabla 4. Indicadores del uso de material pebbles	91
Tabla 5. Indicadores del uso de material zarandeado.....	91
Tabla 6. Comparación del tamaño de granulometría según material de taco	94
Tabla 7. Costo por horario según tipo de material.....	97
Tabla 8. Costo del equipo, material necesario, días y horas de trabajo por tipo de material.....	98
Tabla 9. Costo de excavadora según tipo de material	98
Tabla 10. Prueba de normalidad de las variables	104
Tabla 11. Prueba de la hipótesis general de investigación	105
Tabla 12. Prueba de la primera hipótesis específica de investigación	106
Tabla 13. Prueba de la segunda hipótesis específica de investigación.....	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Inversión minera en los últimos 8 años	2
Figura 2. Ubicación del distrito de Morococha.....	17
Figura 3. Minera Chinalco Perú.....	26
Figura 4. Características del yacimiento minero.....	37
Figura 5. Molinos de etapa primaria, secundaria y pebbles	47
Figura 6. Esquema de los componentes de la perforación rotativa.....	52
Figura 7. Parámetros influyentes en el rendimiento de la voladura.....	54
Figura 8. Características de una voladura ideal	61
Figura 9. Voladura ideal	62
Figura 10. Elementos de una voladura en bancos	63
Figura 11. Ejemplos de profundidad de taladros y carga de fondo respecto al piso y la cara libre.....	63
Figura 12. Curva granulométrica aplicado con Split Net	67
Figura 13. Distancia errónea para la observación de fragmentos	74
Figura 14. Acercamiento adecuado para determinar la curva de tamaños	74
Figura 15. Forma correcta e incorrecta de la toma de un escalamiento conocido	75
Figura 16. Escalamiento correcto e incorrecto del método de dos objetos de escalamiento	76
Figura 17. Proceso de voladura en la mina Toromocho.....	84
Figura 18. Área de voladura en la mina Toromocho	85
Figura 19. Detritus de perforación usado como taco.....	86
Figura 20. Diseño de taco con detritus.....	87
Figura 21. Material pebbles usado como taco.....	87
Figura 22. Diseño de taco con material pebbles	88
Figura 23. Zaranda.....	89
Figura 24. Material zarandeado empleado como taco	89
Figura 25. Diseño de taco con gravilla	90
Figura 28. Comparación de la granulometría P80 según tipo de material.....	92
Figura 29. Comparación del porcentaje de finos (menores a 1 pulgada) según tipo de material.....	93

Figura 30. Curva granulométrica según tipo de material de taco	94
Figura 31. Resultados de eyección según tipo de material	94
Figura 32. Eyección vertical con material detritus	95
Figura 33. Eyección vertical con material pebbles	96
Figura 34. Resultados de tiempo de retención de energía según tipo de material	96
Figura 35. Comparación del tiempo de retención de energía	97
Figura 36. Costo beneficio generado	103

RESUMEN

La investigación tiene por objetivo evaluar la influencia de material Pebble sobre la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha – 2019. En la mina Toromocho, Morococha, se ha observado que posee una mala retención en el taco, lo que provoca polvo, ruido y eyección de rocas. La investigación consistió en realizar un estudio aplicado de nivel explicativo, haciendo uso del método científico y comparativo. El diseño empleado fue el preexperimental, el cual duró un año para verificar las diferencias entre el material detritus, material *pebbles* y material zarandeado. El investigador optó por desarrollar el estudio en la mina Toromocho debido a que pudo acceder a la información suficiente. Los resultados generales indicaron que el material con mejor desempeño para reducir granulometría, retener mejor la energía y funcionar mejor como taco, es el material zarandeado; sin embargo, el costo de obtención de este material es muy superior al material *pebbles*, llegando a incrementarse cerca del 30%, cantidad de inversión que genera que el material zarandeado no sea óptimo, es por lo que los hallazgos y el contraste de hipótesis se realizó frente al material *pebbles* y detritus. Es así como, lo encontrado en la investigación demuestran que el uso de material *pebbles* como taco para la voladura permite reducir el tamaño de la granulometría dentro de la mina Toromocho es en 0.5 pulgadas, el cual es significativo al 0.05; asimismo, se ha encontrado que el material también arroja un mayor porcentaje de finos (menor a 1 pulgada) incrementando en 4 puntos porcentuales. Por otra parte, el uso de material *pebbles* contribuye con el incremento de la retención de energía, toda vez que se contrae la eyección vertical y se reduce el tiempo de retención. Finalmente, se concluye que el material *pebbles* reduce la granulometría en la voladura.

Palabras clave: granulometría, material *pebbles*, voladura

ABSTRACT

The research aims to assess the influence of Pebble material on the reduction of blasting granulometry at the Toromocho mine, Morococha - 2019. At the Toromocho mine, Morococha, it has been observed that it has poor retention in the plug, which causes dust, noise and rock ejection. The research consisted of carrying out an applied explanatory study, using the scientific and comparative method. The design used was the pre-experimental one, which lasted a year to verify the differences between the debris material, pebbles material and shaken material. The researcher chose to carry out the study at the Toromocho mine because he was able to access sufficient information. The general results indicated that the material with the best performance to reduce particle size, better retain energy and work better as a block, is the shaken material; However, the cost of obtaining this material is much higher than the pebbles material, reaching an increase of about 30%, an amount of investment that generates that the shaken material is not optimal, which is why the findings and the hypothesis contrast performed against the pebbles and debris material. Thus, the research found shows that the use of pebbles as a blasting plug reduces the size of the granulometry within the Toromocho mine by 0.5 inches, which is significant at 0.05; Likewise, it has been found that the material also yields a higher percentage of fines (less than 1 inch), increasing by 4 percentage points. On the other hand, the use of pebbles material contributes to increased energy retention, since vertical ejection is contracted, and retention time is reduced. Finally, it is concluded that the pebbles material reduces the particle size in the blasting.

Keywords: granulometry, pebbles material, blasting

INTRODUCCIÓN

La industria minera constantemente se encuentra en cambios debido a los nuevos retos que representa, y los cuales están en función de mejorar los procesos propios de la industria. Uno de los fines principales en la minería es optimizar los recursos económicos, (1) es por lo que constantemente se buscan formas innovadoras que intensifiquen y mejoren las actividades mineras. (2) Entre muchos de los procesos realizados en la extracción minera, se encuentra la perforación y voladura en superficie. (3) Aplicar nuevas técnicas como control de voladuras, empleo de explosivos, control de energía de retención, perforaciones mejor resueltas, uso de material *pebbles*, etc. son algunas de las formas que innovan las técnicas ya existentes. (4)

Especialmente en el proceso de perforación y voladura son varios los factores que influyen en su adecuado funcionamiento como los taladros, la maquinaria, características del suelo, tipo de explosivos, la granulometría, el tipo de tapado, etc. Sin embargo, son estos dos últimos aspectos en que la investigación se centró. Por un lado, la granulometría consiste en encontrar el tamaño ideal de las rocas fracturadas después de la voladura, es así como, mientras exista un menor índice granulométrico, los demás procesos de la mina se verán favorecidos. (5) Por el lado del tapado de taladro se emplean diversos materiales como la gravilla, el detritus, y el *pebbles*, con esto se busca que la retención de energía sea mayor, lo que garantizaría mejor fragmentación y rotura de roca. (5)

En la mina Toromocho, Morococha, se ha observado que posee una mala retención en el taco, lo que provoca polvo, ruido y eyección de rocas. Esto se debe al material empleado para el tapado y el detritus. Este material caracterizado por su tamaño, en promedio menor a una pulgada, no permite que la energía retenida sea la óptima. En tal caso, la minera requiere de una alternativa que posea mejor retención de energía del explosivo, genere menos polvo, y reduzca la probabilidad de eyección de rocas. Esta alternativa viene a ser el uso de material *pebbles* a fin de minimizar la granulometría en el proceso de voladura.

Si esta alternativa resulta factible se puede mejorar la producción minera, ya que este es un instrumento para asegurar el crecimiento del país, donde, actualmente existen tres megaproyectos que iniciarán actividades de gran envergadura a mediados del presente año. Los servicios y bienes de las mineras generan gran demanda, una de sus principales características es el efecto multiplicador de generación de otros negocios, por lo que la minería genera alrededor de 200 000 puestos de trabajo. Por lo que el sector minero es considerado uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico y social del país, por lo que cualquier dificultad presentada debe de ser subsanada inmediatamente.

Con lo planteado al respecto, la investigación tuvo como objetivo principal evaluar la influencia de material pebble sobre la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha. La elaboración de este estudio se orientó en la necesidad de reducir la granulometría y mejorar el proceso de voladura en la unidad minera de la mina Toromocho. Esta práctica en la minería es de utilidad para los operarios que tengan por objetivo usar el material *pebbles* como alternativa para el tapado de taladros y perfeccionar la voladura de rocas. Tras la revisión de la teoría referente a voladura y perforación, se planteó la siguiente hipótesis: el uso del material *pebbles* sí influye significativamente en la reducción de la granulometría en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.

Para el desarrollo y prueba de hipótesis, la metodología consistió en emplear el método científico, y el método comparativo causal, además de la medición para el registro de los datos. El nivel de investigación fue el explicativo, el tipo fue la aplicada, el diseño correspondió a uno preexperimental con pre y posprueba. La muestra de estudio fue constituida por los procesos de voladura de roca llevados a cabo en la mina Toromocho, Chinalco. Los datos fueron recopilados mediante una ficha de recopilación aplicado antes y después del proceso experimental.

Esta investigación se divide en cuatro capítulos, en el primer capítulo se plantea la problemática que presenta la mina Toromocho, con respecto al proceso de voladura, además se plantean los objetivos, se da mención a la justificación, se

plantea la hipótesis, se delimita la investigación y se mencionan las variables de estudio.

En el segundo capítulo se encuentra el marco teórico referente a las investigaciones previas relacionadas al tema de estudio; además se trata sobre la teoría referente a material *pebbles*, granulometría, proceso de perforación y voladura en superficie minera. Asimismo, se encuentran los aspectos generales correspondientes a la unidad minera en estudio.

En el tercer capítulo se plantea el tipo de diseño metodológico empleado para el logro de la investigación. Asimismo, se define la población, muestra de estudio y las técnicas de recolección de datos.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados de investigación referente a la mina Toromocho; su descripción, características y otros aspectos relevantes; también se encuentran los resultados de la prueba de hipótesis.

Finalmente, se encuentran las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y anexos del estudio.

El autor

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La mejora de las técnicas mineras para los distintos procesos que se realizan son un tema de recurrente estudio, entre los fines de esta mejora está la optimización de los recursos económicos y la mejora de los índices de algún aspecto importante para realizar las actividades de una buena o mejor forma. (1) La importancia del sector minero para la economía de la nación es vital para su sostenibilidad y desarrollo, (6) en cifras, la minería en los últimos años representó entre el 11% y 15% del PBI, además de ser cerca del 20% de las recaudaciones fiscales totales y representar, en promedio, el 50% de las divisas del país (7). Además de ser el 60% del total de exportaciones, así mismo, las regalías de la actividad minera (canon minero) en los últimos diez años ha representado el 50% del impuesto a la renta, y cerca de 36 mil millones de soles destinados al financiamiento de obras del gobierno nacional, sector regional y local. (2) Esto a pesar de que la inversión minera ha sufrido un descenso desde el año 2012, sin embargo, en los dos últimos años estas cifras han mejorado. (8)

Inversión mundial en exploración minera (en US\$ miles de millones)

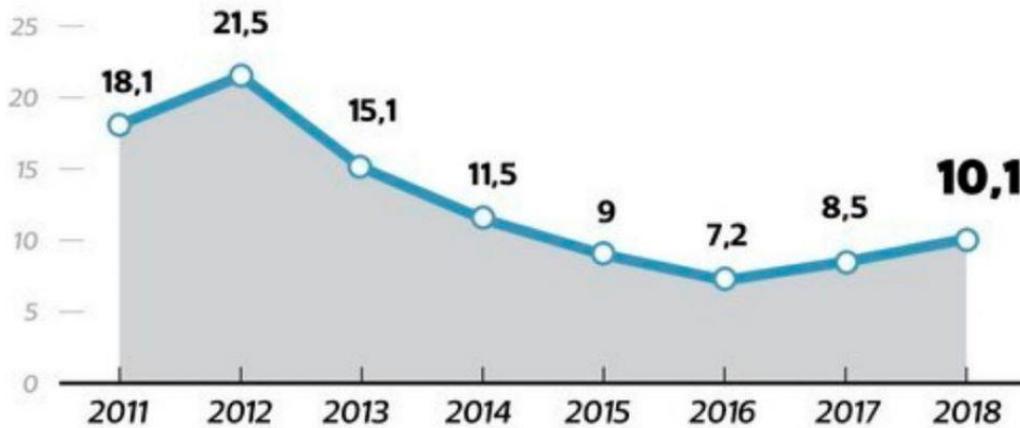


Figura 1. Inversión minera en los últimos 8 años
Fuente: Saldarriaga, El Comercio, 2019

Para este año, la minería es considerada nuevamente como un instrumento para asegurar el crecimiento del país, debido a que en el año 2018 se iniciaron tres megaproyectos (Toromocho, mina Justa y Las Bambas) que iniciarán actividades de gran envergadura a mediados del presente año. (8) Estos nuevos proyectos generan demanda de servicios y bienes, como una de sus características principales, que es su efecto multiplicador para que se generen otros negocios. (9) Es así como esta actividad aproximadamente gesta 200 000 puestos de trabajo. (8) En resumen, la minería representa uno de los pilares de la columna vertebral para el desarrollo social y económico del país, así lo manifiestan distintos estudios que postulan que la actividad minera tiene influencia en aspectos geográficos (modificación del entorno), sociodemográficos (reducción de la pobreza y desigualdad) y económicos (aporte al PBI, fuente de trabajo y efecto multiplicador). (10)

Es por lo que buscar formas innovadoras que intensifiquen y mejoren los procesos mineros es crucial para que esta actividad siga dando los buenos resultados como lo ha hecho hasta ahora. (2) Uno de estos procesos para la extracción de minerales es la perforación y voladura, y como toda empresa, las empresas mineras buscan hacer una eficiente administración de sus recursos, con lo cual constantemente están en la búsqueda de optimizarlos. (3) La aplicación de técnicas como voladuras controladas, detonadores electrónicos, perforaciones

mejor analizadas, son algunos de los procesos en los cuales se están innovando en técnicas. (4)

Dentro de la mina Toromocho, Morococha, exclusivamente en la perforación, son muchos los factores que influyen en su buen funcionamiento, como la maquinaria, los taladros, la calidad del macizo rocoso, el ángulo de perforación, la granulometría, el material de tapado del taladro y otros. Y es en estos dos últimos aspectos donde se centrará la investigación; la granulometría es una forma de medir el resultado de la fragmentación del macizo rocoso después de un proceso de voladura, es así como a menor índice granulométrico (menor tamaño de las rocas, después del proceso de voladura) se aprovechará mejor estos resultados en los procesos siguientes de la operación minera, el carguío será más rápido, el acarreo será más eficiente y la chancadora y los molinos procesarán mayor tonelaje por hora. El tapado del taladro tiene como objetivo obtener un mejor confinamiento del taladro, para tal efecto, el material de tapado del taladro debe tener un tamaño homogéneo, para esto, se hace uso de distintos materiales como el detritus, los *pebbles* y la gravilla, cada uno con un mayor efecto en la retención de energía, y así garantizando una mayor fragmentación y rotura de la roca. Un estudio empírico señaló que con el uso del material *pebbles* la retención de la energía mejoró hasta en 80 m; además de reducir la granulometría y disminuir la longitud del taco, con ello se pudo incrementar el efecto de la columna explosiva y como consecuencia mejorar los parámetros de perforación y voladura (fragmentación) reduciendo costos y encontrando mejores resultados. (10)

Asimismo, dentro la mina Toromocho, Morococha se ha observado una mala retención en el taco y esto causa que la energía del explosivo sea excesiva hacia el taco produciendo eyección de rocas, polvo y ruido. Esto es principalmente por el tipo de material usado como taco. En la operación se viene utilizando el detritus generado a partir de la perforación, este material tiene un tamaño promedio menor a una pulgada, este material de tapado no permite retener la energía producida a partir de la columna explosiva. Como una alternativa se requiere de técnicas que tengan mejor retención del explosivo, de manera que se pueda asegurar un mayor

confinamiento de la energía del explosivo y reducir la probabilidad de eyección de rocas y aprovechando mejor la energía del explosivo.

Teniendo en cuenta lo descrito resulta conveniente desarrollar un estudio que evalúe la influencia de material *pebbles* sobre la reducción de la granulometría en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

De acuerdo con el planteamiento del problema detallado se formuló el siguiente problema general:

¿Cómo influye el uso de material *pebbles* en la reducción de la granulometría en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha - 2019?

1.1.2.2. Problemas específicos

Se plantearon dos problemas específicos y son los que siguen:

- ¿De qué manera influye el uso de material *pebbles* en la retención de la energía de la columna explosiva del mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha?
- ¿De qué manera influye el uso de material *pebbles* en el porcentaje de finos en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Plantear un buen objetivo sirvió como el norte de la investigación y para llegar a los resultados deseados, entonces el propósito general fue:

Evaluar la influencia de material *pebble* sobre la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha - 2019.

1.2.2. Objetivos específicos

Se plantearon dos objetivos específicos y son los que siguen:

- Evaluar la influencia del uso de material *pebbles* en la retención de la energía de la columna explosiva del mineral disparado en la voladura de la mina Toromocho, Morococha.
- Evaluar la influencia del uso de material *pebbles* en el porcentaje de finos en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.

1.3. Justificación e importancia

La justificación representó los motivos del para qué y porqué se realizó el estudio, en otras palabras, la justificación fueron las razones por los cuales fue necesario e importante culminar el respectivo estudio. Ante esto, se plantearon tres tipos de justificación: la justificación teórica, la práctica y la metodológica. (11)

1.3.1. Justificación científica

La presente investigación se elaboró con el sentido de brindar aportes a los saberes existentes en cuanto al uso del material *pebbles* como alternativa de mejora de la granulometría durante el proceso de voladura de rocas. Los resultados obtenidos pueden ser sistematizados para desarrollar una propuesta técnica y metodológica, para que se incorporen en el conocimiento de la minería, ya que quedará comprobado que el uso de material *pebbles* reduce la granulometría durante el proceso de voladura.

1.3.2. Justificación académica

El estudio fue elaborado ya que existió la necesidad de reducir la granulometría y mejorar el proceso de voladura en la unidad minera en la mina Toromocho, Morococha - 2019. Esta práctica en la minería es de utilidad para los operarios que tengan por objetivo usar el material *pebbles* como alternativa para el tapado de taladros y perfeccionar la voladura de rocas.

1.3.3. Justificación tecnológica

La propuesta metodológica explicativa y preexperimental del estudio sobre el uso de material *pebbles* para reducir la granulometría en la voladura presentó una

alternativa para mejorar las prácticas de tapado de taladros y fragmentación de rocas.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

La hipótesis de estudio que se planteó fue:

El uso del material *pebbles* influye significativamente en la reducción de la granulometría en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha - 2019.

De esta hipótesis, se establecieron dos hipótesis estadísticas, las cuales fueron:

- Hipótesis nula: el uso del material *pebbles* no influye significativamente en la reducción de la granulometría en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.
- Hipótesis alterna: el uso del material *pebbles* sí influye significativamente en la reducción de la granulometría en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.

1.4.2. Hipótesis específicas

Las hipótesis específicas planteadas fueron:

- La influencia del uso de material *pebbles* se da a través del aumento en la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococha.
- La influencia del uso de material *pebbles* se da a través del incremento del porcentaje de finos en el mineral disparado de la mina Toromocho, Morococha - 2019.

1.5. Identificación de variables

Las variables representan un grupo de propiedades, cualidades y características que son observables de la unidad de análisis. (12) Por la naturaleza de la investigación se identificaron dos variables: la independiente y la dependiente.

1.5.1. Variable independiente

Variable independiente: la variable independiente se considera como la causa, o posible causa que tienen efectos sobre otra, esta puede ser un hecho, una situación, un aspecto, etc. (11) En la presente investigación la variable independiente es:

Vi: Material *pebbles*

1.5.2. Variable dependiente

Variable dependiente: Bernal (11) dice que la variable dependiente viene a ser el resultado o efecto producido por la acción de la variable independiente. La variable dependiente del trabajo de investigación es:

Vd: Reducción de la granulometría

1.5.3. Definición conceptual

– Variable 1. Material *pebbles*

Se trata del hecho de emplear *pebbles*, que son guijarros extraídos de un proceso de chancado (los cuales no llegan a ser triturados, pero sí llegan a ser redondeados dentro de algún proceso de molienda minero) (13) durante el proceso de voladura.

– Variable 2. Reducción de la granulometría del mineral disparado

Se trata de disminuir los niveles de granulometría del mineral en un proceso de voladura de una actividad minera.

1.5.4. Definición operacional

– Variable 1. Material *pebbles*

Se trata del hecho de emplear *pebbles*, que son guijarros extraídos en un proceso de chancado (13) durante el proceso de voladura en la mina Toromocho, Morococha - 2019.

– Variable 2. Reducción de la granulometría en el mineral disparado

Es disminuir los niveles de granulometría en el proceso de voladura mina Toromocho, Morococha - 2019.

1.6. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Reducción de la granulometría en la voladura	Granulometría	P80
		Porcentaje de finos (< 1 pulgada)
	Retención de energía	Eyección (m) Tiempo de retención (ms)
Material taco	Material <i>pebbles</i>	Uso de material <i>pebbles</i>
	Material detritus	Uso de material detritus
	Material zarandeado	Uso de material zarandeado

1.7. Delimitación de la investigación

1.7.1. Delimitación espacial o geográfica

El estudio se realizó en la mina Toromocho, Morococha – 2019, ubicada en la región Junín, provincia y distrito de Yauli.

1.7.2. Delimitación temporal

El estudio se llevó a cabo entre los meses de enero-mayo del año 2019, en dicho periodo se realizaron las pruebas preexperimentales con el fin de culminar y alcanzar los objetivos de la investigación.

1.8. Limitaciones de la investigación

La investigación no tuvo limitaciones significativas para su desarrollo, no obstante, una limitante fue el tiempo dado que fue necesario verificar durante un año su aplicabilidad y comparar mes a mes entre los años 2018 y 2019.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

En Trujillo, Perú, el autor Silva realizó su tesis titulada “*Mejoramiento de los indicadores de perforación y voladura mediante la aplicación de tecnología de diseño laser en el marcado de las mallas y voladura controlada en los frentes de avance de la mina Consuelo – unidad de producción Marañón de la compañía minera Poderosa S.A.*”, con el propósito de lograr el título profesional de Ingeniero de Minas, concedido por la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas.

La razón de la investigación fue mejorar los servicios de perforación y voladura brindados de la contratista minera New Horus SAC hacia la mina Consuelo. Y como principal objetivo fue mejorar los índices de voladura y perforación. El diseño metodológico utilizado fue el preexperimental tomando como material de estudio al macizo rocoso de la mina. Los datos se recopilaron en campo, de enero del año 2015 hasta fines del 2016; es decir, en este periodo se tomaron datos que indicaban los índices de voladura y perforación sin contar con el marcado de malla con proyector tipo láser, luego se aplicó el protector láser al marcado de la malla y se midieron otra vez los indicadores. Consecutivamente se compararon los indicadores y se selecciona el método adecuado que cumplan con los fines

establecidos. Los resultados de las comparaciones dieron que el tiempo de marcado se redujo en un 64,4% al usar el equipo láser, el porcentaje de sobrerrotura disminuyó en un 10%, también la voladura controlada se redujo en 45.6% y la eficiencia de los explosivos consumidos se redujo en un 39%. Finalmente se concluye que el usar el equipo láser cumple en cierta parte con los objetivos del estudio, por lo cual se recomienda utilizar el equipo láser junto con otros parámetros y métodos de perforación y voladura para obtener mejores resultados. (14)

En Arequipa, Perú, el autor Gutiérrez elaboró su informe con nombre "*Diseño de voladura y predicción de la fragmentación en zonas de mineral para optimizar las operaciones unitarias en mina Toquepala*", sustentado en la Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, para lograr el título de Ingeniero de Minas.

El fin del informe fue lograr predecir cómo se fragmenta el macizo rocoso, para poder optimizar los costos unitarios de operación y la productividad en la voladura y perforación. El estudio tuvo un alcance de tipo descriptivo y diseño experimental correlativo. La aplicación del nuevo modelo para fragmentar la roca brindó buenos resultados, para ello se debe tener en cuenta que el diseño de perforación sea el correcto, respetando todos los parámetros establecidos, como el espaciado, las profundidades, número de taladros, etc. Por otro lado, y en cuanto al análisis de costos, estos mismos para el año 2013 se obtuvo una utilidad neta de 1,423,852.71 dólares, este monto muestra un buen resultado debido a que se evidenció una mejor fragmentación en la voladura. Finalmente, el investigador recomienda que se debe de estandarizar el modelo de las voladuras, controlando correctamente cada parámetro involucrado, esto con el fin de ahorrar durante el proceso de minado y reducir el porcentaje de bolonería. (15)

En Huaraz, Perú, el investigador Chávez desarrolló un estudio titulado "*Mejora de la granulometría mediante el diseño de malla de perforación y voladura aplicando el modelo de Holmberg en la galería 370 de la zona Coturcan en la mina*

Huancapeti-2015', presentado para la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas con el fin de obtener el título profesional de Ingeniero de Minas.

El fin del estudio fue mejorar la granulometría en la mina Huancapeti a través de un diseño distinto de la malla de perforación y aplicando el modelo de Holmberg. Este modelo tomó en cuenta distintos parámetros como el macizo de las rocas, el tipo de explosivo y la máxima cantidad de accesorios de la voladura. El tipo de investigación empleado fue aplicada, a un nivel descriptivo y de diseño experimental. La población se conformó por la mina mencionada y la muestra fue la galería 370 de la zona Coturcan. A modo de conclusión el investigador dice que la aplicación del modelo de Holmberg constituye una herramienta de gran versatilidad, aplicabilidad, sencillo y representa un buen inicio para su posterior implementación en otros campos de la mina Huancapeti. Las técnicas empleadas fueron la búsqueda de información, entrevistas no estructuradas y la observación directa. Los datos se trataron haciendo uso de software informáticos, como Microsoft Excel, para sistematizar los gráficos y datos. Los resultados al aplicar la malla dieron un aumento del 24,24% respecto al número de taladros, favoreciendo el avance lineal en un 7,78%, en cuanto al consumo de explosivo el volumen de roto y tonelaje aumentó en un 11,94%. A modo concluyente, el investigador señaló que el nuevo diseño mejora la granulometría, teniendo un 50% de material roto con un tamaño menor a 27,34 cm. Además, que la voladura controlada y de perforación reducirá el porcentaje de explosivos en un 45%. (16)

En Lima, Perú, el investigador Hinostraza realizó un estudio con nombre *“Optimización de la fragmentación en las rocas con la aplicación de la doble iniciación electrónica en la explotación de cobre porfirítico a cielo abierto”*, presentado para la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, EAP de Ingeniería de Minas, con el fin de lograr el título profesional de Ingeniero de Minas.

El propósito del informe fue optimizar el nivel de fragmentación de la diorita de yeso y la brecha (rocas) en la zona de minerales con la aplicación de la doble iniciación eléctrica. El estudio responde a un tipo descriptivo, nivel exploratorio y diseño comparativo. Los resultados mostraron que el taco se redujo de 7 m a 5.5 m, la malla equilátera sufrió una reducción de 7 m a 6.5 m de espaciamiento. La fragmentación de las rocas, según los datos obtenidos han mejorado, en las palas, la velocidad del carguío ha disminuido y la producción diaria de mineral ha experimentado un incremento. A modo de culminación, el autor señala que la carga doble de iniciación electrónica ha permitido que la fragmentación de la roca sea óptima en la zona en que se encuentra el mineral, de esta forma se logró tener una alta eficiencia para las siguientes operaciones de la mina. (17)

En Cajamarca, Perú, los autores Valdivia y Ramos, elaboraron su estudio con nombre "*Influencia de la aplicación de detritus en la carga por taladro en los costos de voladura del tajo tapado oeste La Quinua, Yanacocha SRL Cajamarca, 2018*", presentado para la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería de Minas, con el motivo de lograr el título profesional de Ingeniero de Minas.

El motivo principal del estudio fue determinar cómo se da la influencia de aplicar detritus durante la carga por taladro sobre los costos de voladura, a través de evaluar el relleno propuesto de taco. El estudio obedeció a un tipo cualitativo y cuantitativo, además la muestra estuvo compuesta por 2632 taladros de 10 5/8 y de 1457 taladros de 9 7/8 pertenecientes a la malla de producción del Tapado Oeste. Las técnicas empleadas fueron la revisión de datos en el proceso de voladura y el fichaje para el registro de los datos. Los instrumentos empleados fueron, la ficha de costos y la de determinación de carga de cada taladro propuesto y del taladro actual. Los resultados al proponer el uso de detritus dicen que por taladro se ahorra 26 dólares en el ANFO, 33.27 en el HA37, 37.68 en el HA55, 37.68 para el HA46. Y en resumen y a modo de conclusión, los autores dicen que al aplicar el detritus durante 4 meses se tendrá un ahorro de 530.365 dólares. (18)

En Huancayo, Perú, el autor Calderón, elaboró un informe titulado “*Optimización de las prácticas de perforación y voladura en el avance y producción de la minería de mediana escala unidad minera Macdesa*”, para lograr el título profesional de Ingeniero de Minas, otorgado por la Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería de Minas.

La meta del estudio fue evaluar diversas técnicas que optimicen los procesos de producción y avance en la explotación minera. El estudio obedeció a un diseño experimental de tipo descriptivo. La muestra se constituyó de todas las labores realizadas en la unidad minera. La prueba de hipótesis dio como resultado el rechazo de la nula y la aceptación de la alterna, es decir se corroboró que mejorar las técnicas de voladura y perforación optimizarán la producción y avance de la minera Macdesa. Al mejorar las operaciones unitarias se tiene como resultado un mejor índice de fragmentación, con lo cual se favorece a la limpieza, acarreo, carguío, molienda y transporte del material. Y que el conocimiento de las prácticas de perforación tiene una considerable influencia sobre la reducción de fallas en el proceso de voladura. (19)

2.1.2. Antecedentes internacionales

En Quito, Ecuador, los autores Castilla y Herrera elaboraron el artículo titulado “*Modelización de parámetros de voladura para la optimización del proceso minero: la voladura computarizada*”, presentado en la IX Jornada Iberoamericana de Materiales de Construcción.

El fin principal del estudio fue establecer una metodología innovadora para la optimización del proceso de voladura a cielo abierto, a través de la determinación de parámetros más reales y precisos en el aspecto cualitativo y cuantitativo. El proceso para el planteamiento de la metodología se estableció en 3 fases, el uso de las herramientas para diseñar la voladura, los instrumentos para su monitoreo y los instrumentos para analizar los resultados. Los autores dicen que el buen funcionamiento de estas tres fases y sobre todo la adecuada interpretación de los resultados, es posible obtener resultados óptimos en el proceso minero, ya que se

mejorará la fase de perforación y voladura, mediante la aseguración del correcto funcionamiento de los explosivos. Las técnicas empleadas fueron, el monitoreo digital en la voladura, la predicción de resultados y el análisis de la data informática. El resultado final dio una metodología conocida como un sistema cíclico de tal modo que los datos producto de la fase de análisis servirán como punto de partida para voladuras siguientes, logrando tener una voladura computarizada. (20)

En Santiago de Chile, el autor Aguirre desarrolló un trabajo con nombre “*Optimización de parámetros de tronadura en función de explosivos de alta energía en sociedad contractual minera el Abra*”, para la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería de Minas.

El motivo del trabajo fue hallar la rentabilidad económica y técnica al momento de aplicar explosivos, para reducir los costos y la granulometría de las operaciones de tronadura. La metodología empleada, en primer lugar, dio a conocer la situación actual, para luego realizar la toma de datos, analizarlos y dar las conjeturas y conclusiones obtenidas. Los resultados principales dieron que el explosivo Vistis 225 tiene mucho mayor energía en comparación a otros, debido a que genera una mayor fragmentación a la roca, además de resolver los problemas de material de gran tamaño en las fases 3 y 14. El P80 fue efectivo a un 100%, contribuyendo a la rentabilidad de estudio, asimismo los resultados obtenidos, sobrepasaron a los resultados estimados con relación al beneficio de fragmentación. Finalmente, se concluye que la aplicación de nuevos explosivos como el Vistis 225 técnica y rentablemente constituyen una opción que mejora ambos aspectos durante el proceso de tronadura. (21)

2.2. Generalidades de la unidad minera Toromocho – Morococha

2.2.1. Minera Toromocho

2.2.1.1. Descripción

El distrito de Morococha ocupa el centro del intrusivo del periodo Terciario con mineralización asociada de *skarn*, *hornfels* y brechas. Se desarrolla en sedimentos calcáreos del grupo Pucará del Jurásico sobre el flanco occidental del anticlinal

regional con buzamiento semiplano (45° – 50°) que se encuentra localizado entre el gran intrusivo premineral andesítico (diorita) hacia el oeste y rocas volcánicas (Catalina) del periodo Pérmico – Triásico hacia el Este a lo largo del eje del anticlinal regional.

El yacimiento de Toromocho está ubicado dentro de la zona central de cobre del distrito de Morococha con buena zonificación polimetálica de Cu/Pb-Zn/Pb-Ag. El yacimiento mineral forma un centro de *skarn* y brecha asociada con la mineralización, alteración e intrusión del pórfido feldespático y la granodiorita de hace 7 millones de años.

La actividad ígnea en el distrito de Morococha se inició durante el periodo Pérmico con las andesitas y dacitas del volcánico Catalina. Los flujos volcánicos y los *sills* intercalados con rocas sedimentarias del periodo Jurásico y Cretáceo indican que la actividad ígnea continuó durante el Mesozoico. El clímax de la actividad ígnea ocurrió en el Terciario Superior con la intrusión de la diorita, granodiorita, pórfido feldespático, pórfido cuarcífero, y pórfido dacítico.

La mayor estructura regional característica de esta región es el Domo de Yauli que se extiende por 30 km desde San Cristóbal hasta Morococha con un rumbo general de $N35^{\circ}O$. En el distrito de Morococha, la principal estructura es el anticlinal de Morococha, que viene a ser la parte norte del Domo de Yauli. El anticlinal de Morococha es un pliegue asimétrico con los volcánicos Catalina como núcleo.

El fallamiento ocurre en tres direcciones distintas: paralela al rumbo de las rocas sedimentarias, estructuras con rumbo noroeste y este-oeste y estructuras perpendiculares al eje del anticlinal.

La mayor parte de la mineralización de cobre de alta ley está dentro de una zona altamente fracturada y relativamente suave de *skarn* de actinolita con alteraciones de arcilla. Lo restante se encuentra dentro de rocas intrusivas más compactas con alteraciones de biotita.

La mineralización primaria de calcopirita está enriquecida secundariamente con calcocita especialmente en las porciones superiores del yacimiento donde frecuentemente más del 50% del cobre es soluble en los ensayos de cobre secuencial de lixiviación en cianuro y ácido.

2.2.1.2. Ubicación

El distrito minero de Morococha está localizado en la provincia de Yauli, departamento de Junín, teniendo como referencia las coordenadas E376600 y N8716800 según el Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM), zona de referencia PSAD56-18S. La altitud varía entre los 4,400 y 5,000 m sobre el nivel medio del mar.



Figura 2. Ubicación del distrito de Morococha

2.2.1.3. Accesibilidad

Las vías de acceso son por medio de la Carretera Central asfaltada con 142 km aproximado y por el Ferrocarril Central que conecta el distrito con Lima y La Oroya.

2.2.1.4. Historia

El yacimiento de Toromocho está localizado en el centro del Perú en el distrito minero de Morococha. La historia del distrito minero Morococha se remonta al tiempo de los Incas, cuando la región fue explorada y explotada por plata y oro. Durante el periodo de la Colonia Española, el área fue explotada por minerales oxidados con contenido de plata, zinc y plomo. En 1861 el científico italiano Antonio

Raymondi estudió la región y publicó sus hallazgos el año 1902 en un libro titulado *“Estudios geológicos de la carretera de Lima a Morococha y áreas colindantes.*

El servicio ferroviario entre Lima y Yauli se inició en 1894. Ese año, un grupo de mineros dirigidos por Proaño, Valentine, y Stuart iniciaron una exploración a gran escala. En 1908, Cerro de Pasco Syndicate y la compañía Backus & Johnston del Perú constituyeron la compañía minera Morococha.

La compañía minera Morococha fue reorganizada en el año 1915 y se fusionó con la empresa Cerro de Pasco Corporation. Tres años después Backus & Johnston vendió su participación en Morococha a Cerro de Pasco Corporation. Con la nacionalización de Cerro de Pasco Corporation en el año 1974, Morococha se convirtió en una unidad de producción bajo la administración de Centromin.

La información inicial registrada sobre el yacimiento de Toromocho se remonta a 1928 cuando se descubrió una zona mineralizada de cobre de baja ley a lo largo del stock de granodiorita en el cerro San Francisco.

Entre los años 1945 y 1955 Cerro de Pasco Corporation llevó a cabo un programa de exploraciones para evaluar el yacimiento de cobre. El área fue posteriormente explorada en el año 1963 cuando geólogos de Cerro de Pasco confirmaron que Toromocho tenía un potencial económico.

Las exploraciones extensivas continuaron con cuatro campañas conducidas por Cerro de Pasco Corporation y Centromin entre los años 1966 y 1976. Estas campañas completaron 143 perforaciones con un total de 42,394 m. En agosto de 1980 Centromin contrató a Kaiser Ingenieros International Inc. y a Consultores Minero Metalúrgicos SA para que preparen un estudio de factibilidad y confirmar, de este modo, las estimaciones de reservas y determinar los criterios claves operacionales y económicos.

Las reservas demostradas y probables que fueron estimadas por Kaiser son 365 millones de toneladas con una ley del 0.67% de cobre, 0.4% de Zn, 0.03% de Mo y 12 g Ag/t a un cut-off de 0.5 % de cobre.

En el año 1974, Centromin inició una explotación a tajo abierto a pequeña escala del yacimiento de Toromocho. La producción total fue 1'357,417 TM de mineral con una ley de 1.01% de cobre y 25 g/t Ag, entre 1974 y 1997, año en que Centromin abandonó la explotación. La descripción más moderna y completa de este distrito de Morococha fue publicada por Álvarez (1999).

En el año 2003, la propiedad fue privatizada y entregada a MPCopper la misma que durante el año 2003 realizó cinco perforaciones paralelas a las de Centromin y fueron analizadas confirmándose la existencia de un gran yacimiento de cobre.

Hasta el 30 de diciembre del 2008, MPCopper-MCP ha completado un total de 310 sondajes diamantinos con un total de 126,537 m en perforaciones superficiales y subterráneas.

Durante 2006 y 2007, se iniciaron estudios metalúrgicos, planificación minera, estudio de mecánica de rocas, modelamiento geológico y estimación de recursos, hidrología, estudios ambientales y relaciones comunitarias. Las perforaciones exploratorias de las extensiones del sureste y noreste del principal yacimiento mineral se iniciaron el 2007, las mismas que confirmaron un potencial en las mencionadas zonas.

2.2.2. Geología general

El distrito polimetálico de Morococha con una extensión de 5 por 6 km ocupa el centro del intrusivo Terciario con mineralización asociada de *skarn*, *hornfels* y brechas. Se desarrolla en sedimentos calcáreos del grupo Pucará del periodo Jurásico sobre el flanco occidental del anticlinal regional con buzamiento (45–50 grados) localizado entre un gran intrusivo antiguo premineral andesítico (diorita)

hacia el oeste y rocas volcánicas (Catalina) del periodo Pérmico – Triásico hacia el este a lo largo del eje del anticlinal regional.

Las unidades litológicas que afloran en el distrito de Morococha son tanto de naturaleza sedimentaria como ígnea y sus periodos oscilan desde el periodo Pérmico hasta el Terciario.

Las rocas más antiguas en el distrito pertenecen a la formación volcánica Catalina del grupo Mitu (Pérmico) y está compuesto por flujos de lava de composición andesítica y riolítica que se presentan como dacitas, brechas volcánicas, aglomerados y tobas localizadas en la sección superior del grupo Mitu.

Las calizas del grupo Pucará (Jurásico) fueron depositadas discordantemente sobre las rocas subyacentes del grupo Mitu (Catalina) (Proffett 2005). En general, los sedimentos Pucará están compuestos por calizas de color gris claro a blanco, calizas dolomíticas con interestratificaciones de lutitas, *hornfels* y areniscas. Dos flujos de lava se encuentran intercalados con las calizas, Basalto Montero y la traquita Sacracancha. El Basalto Montero actúa como un horizonte guía y se ubica cerca de la cima del grupo Pucará.

La anhidrita masiva y yeso en el fondo de la caliza Pucará está compuesta por capas de anhidrita, yeso, lutita y caliza que yacen sobre las rocas volcánicas de la formación Catalina en una aparente discordancia angular y a lo largo del intrusivo pórfido feldespático y la granodiorita.

2.2.2.1. Intrusivos terciarios

Las rocas de caja del yacimiento de Toromocho incluyen muchas fases intrusivas de las rocas plutónicas regionales y por lo menos hay dos fases de intrusión de roca porfirítica asociada con la alteración y mineralización del yacimiento Toromocho Terciario.

La secuencia de las fases intrusivas, desde las más recientes a las más antiguas, es la siguiente: diorita Anticona (8-14 millones de años), granodiorita, pórfido feldespático, y pórfido cuarcífero de 7 a 8 millones de edad.

A. Diorita Anticona

La diorita Anticona es la roca intrusiva más antigua del Terciario (8-14 millones de años), expuesta al oeste y noroeste del distrito de Morococha. Es una roca andesítica de color verde a gris. Su textura varía de equigranular de grano grueso a porfírico con prominentes fenocristales de plagioclasa. La diorita forma una roca de cubierta plana de base en la zona oeste del distrito donde se superpone al *skarn* bien mineralizado.

B. Granodiorita

La granodiorita Morococha es una importante roca huésped para la mineralización. Su textura es hipidiomórfica, equigranular con un grano medio a grueso y algunas veces con una textura porfírica. La granodiorita se expande en profundidad y subyace, con un contacto superior relativamente plano, en la mayor parte del yacimiento de mineral Toromocho.

C. Pórfido feldespático

El pórfido feldespático es la otra roca huésped intrusiva más importante para la mineralización y es, posiblemente, la que más se asocia con las soluciones hidrotermal que alteran y mineralizan el yacimiento mineral de Toromocho. En un plano del nivel 1000, este tiene una forma elíptica con sus ejes principales con dirección de NE a SO. Sus límites exteriores no son muy definidos, intruye a la diorita y granodiorita y es intruida por el pórfido cuarcífero.

Presenta textura porfírica con fenocristales de cuarzo (5%–10%), plagioclasa (30%–40%), feldespato potásico (10%–17%), biotita (5%) con matriz microgranular compuesto por los mismos minerales.

D. Pórfido cuarcífero

El pórfido cuarcífero es un intrusivo joven encontrado al suroeste del yacimiento principal. Tiene una textura porfirítica con una matriz aplítica principalmente compuesta por plagioclasas de feldespato potásico y cuarzo con fenocristales de cuarzo (>10%).

E. Pórfido dacítico

Es un solo dique de pórfido félsico de 20 a 30 m de ancho que contiene numerosos ojos de cuarzo y base vidriosa de pórfido aplítico de feldespato cuarcífero con tendencia NO-SE que cruza toda la porción sudoeste del distrito de Morococha. Este dique es de una característica tardía o aparentemente posterior a todos los otros intrusivos Terciarios y posiblemente a la mayor parte de la mineralización de cobre.

2.2.2.2. Hornfels

Aproximadamente la mitad de la roca huésped del yacimiento de Toromocho son *skarns* y *hornfels* derivado de la caliza Pucará, dolomitas, lutitas y areniscas, por contacto y alteración metasomático que circunda a la granadorita, pórfido feldespático y pórfido cuarcífero del stock Terciario. En los alrededores y algo más alejado de las unidades de *skarn* y *hornfels* los sedimentos del Pucará son frescos, marmolizados o recristalizados.

Las lutitas y margas de la unidad D, Traquita Sacracancha, y las areniscas y lutitas de la unidad E forman *hornfels* de biotitas cerca de las rocas intrusivas hacia el sur. Al alejarse del intrusivo, primero se convierten en *hornfels* de diópsido y luego en *hornfels* de wollastonitas. Otras unidades como las calizas dolomíticas del Laura Superior y Laura Inferior han sido alteradas localmente en *skarns* de magnetita y serpentina. Al este del intrusivo Yantac y sobre el lado oriental del intrusivo San Francisco, en contacto con las calizas del área de Cajoncillo, se han desarrollado dos bandas de magnetita masiva cerca del contacto intrusivo.

Aproximadamente a 600 m al sur de la laguna de Buenaventura, granates de color verde y marrón se encuentran presentes en las capas de los horizontes Laura Superior y Laura Inferior. Más hacia el sur y al nivel del Tajo Porvenir, se han descubierto algunas cantidades de escapolita en las mismas unidades. Asimismo, las calizas en el Cerro Potrero han sido reemplazadas en la mayoría de los casos por granates y wollastonita verde.

En la parte central y al sur del tajo propuesto, también se han desarrollado *skarns* alrededor de dos diques con tendencia este-oeste del pórfido feldespático. Este *skarn* está compuesto por magnetita masiva cortada por pequeñas vetas de pirita con tendencia noroeste. Más hacia el oeste, la clorita y actinolita son las mineralizaciones más importantes en los *skarns*. Algunas pequeñas vetillas de cuarzo/Mo de tipo B con tendencia noroeste se encuentran también presentes y están cortadas por pequeñas vetas de tenantita con tendencia noroeste.

Sobre el lado norte del stock San Francisco se puede encontrar *hornfels* de diópsido y algo de *hornfels* de wollastonita blanca. Al norte del stock de Gertrudis (cerca de los piques Central, Natividad y San Francisco) se produce *skarn* de actinolita y clorita y *skarn* de magnetita con alteraciones de serpentina que probablemente sean el resultado de la alteración selectiva de la caliza dolomítica. La cantidad de *skarn* desarrollado disminuye gradualmente al alejarse de las rocas intrusivas hacia el norte de la carretera Central. La capa D del Pucará está compuesta por *hornfels* de wollastonita. Las capas que la subyacen como Laura Superior y Laura Inferior cambian hacia el norte de serpentina parcialmente alterada a mármol, tal como se puede observar en las proximidades de las lagunas Venecia y San Antonio.

En general, la caliza original produce *skarn* cálcico y la dolomítica produce *skarn* de magnesio. Probablemente durante la etapa retrograda de alteración, se ha desarrollado serpentina, pirita y sílice masiva proveniente de la caliza.

A. Hornfels de diópsido

Los sedimentos calcáreos, que carecen de importantes componentes argílicos, comúnmente se convierten en *hornfels* de cuarzo-diópsido. Los *hornfels* de diópsido y las rocas de calcita-diópsido aparentemente también se han desarrollado de las capas más puras de carbonatos, especialmente en aquellas con un contenido significativo de dolomita original.

Las unidades de *hornfels* de diópsido están compuestas por distintas porciones de minerales tales como el cuarzo, tremolita, plagioclasa, epidota y comúnmente se presentan en las unidades de lutitas calcáreas. Sin embargo, los minerales que predominan en los *hornfels* de diópsido verde claro son el diópsido y/o el cuarzo y las rocas son de grano extremadamente fino y con menor relación de Fe:Al. Los *hornfels* de diópsido se presentan en color verde claro en los mapas y secciones. La mineralización en este tipo de roca es usualmente débil y se limita a las vetillas de calcopirita y pirita diseminada y diseminaciones débiles de sulfuros.

El porcentaje total de sulfuro en los *hornfels* varía de 1 al 2% con relación de Py/Cpy subiguales. Los valores de cobre fluctúan entre 0.3% y 0.6% en la zona secundaria enriquecida y de 0.1% a 0.3% en la zona primaria.

B. Hornfels de Wollastonita

El *hornfels* blanco jasperoide se encuentra presente en la zona norte del distrito y está compuesta principalmente por wollastonita y cuarzo muy probablemente proveniente de las areniscas calcáreas.

C. Hornfels de Biotita

En la zona central, el *hornfels* de biotita tiene textura microgranoblástica y está compuesta por diversos agregados de plagioclasas, feldespato potásico, cuarzo y biotita. Se puede encontrar una alteración de superposición a sericita o clorita. Los sulfuros están diseminados, reemplazando la biotita alterada a clorita. También podrían estar presentes vetillas de cuarzo del tipo B con molibdenita Py. El porcentaje promedio de los sulfuros es igual al 1% en volumen y la relación de

Py/Cpy varía de 3:1 a subigual. El contenido de cobre varía de 0.05% a 0.15% y Mo sobre 0.06%.

2.2.2.3. Skarns

Los principales tipos de *skarn* dentro del yacimiento de Toromocho son el *skarn* tremolita/actinolita, el *skarn* de magnetita masiva, el *skarn* alterado “serpentina” y el *endoskarn* en contacto con los intrusivos.

A. Skarn de Tremolita Actinolita

Los principales minerales en el *skarn* temprano son la tremolita, actinolita y granate. El granate está comúnmente ubicado en base a su color que varía de marrón rojizo cerca de la intrusión de roca ígnea a verdoso a más distancia. Las venillas de cuarzo-pirita-calcopirita y calcopirita sin o con bajo contenido de pirita con halos de actinolita son comunes y aparentemente contemporáneas con la alteración biotita y feldespato potásicas en los intrusivos.

El calcio anhidro y el silicato de magnesio predominante en los *hornfels* son reemplazados por calcio acuoso y por silicato de magnesio, mientras que los sulfuros, óxidos y carbonatos por una alteración de *skarn* posterior. Por ejemplo, el granate podría ser reemplazado por el cuarzo, calcita, magnetita y pirita, y el dióxido por la tremolita- actinolita, cuarzo y calcita.

Las estructuras mineralizadas en los *skarns* incluyen a vetas pequeñas, discontinuas y poco profundas y mantos ricos en sulfuro siguiendo la estratificación. En general, estos cuerpos de minerales son pequeños, irregulares y se encuentran agrupados. Son un reemplazo local muy irregular de las rocas encajonantes del *skarn*.

La mineralización masiva de sulfuros en las vetas y en las estructuras de los mantos son usualmente de magnetita Py-Cpy-, en algunos casos están acompañados por marmatita – pirrotita – galena. La calcocita secundaria cuando está presente mejora la ley de todos estos minerales.

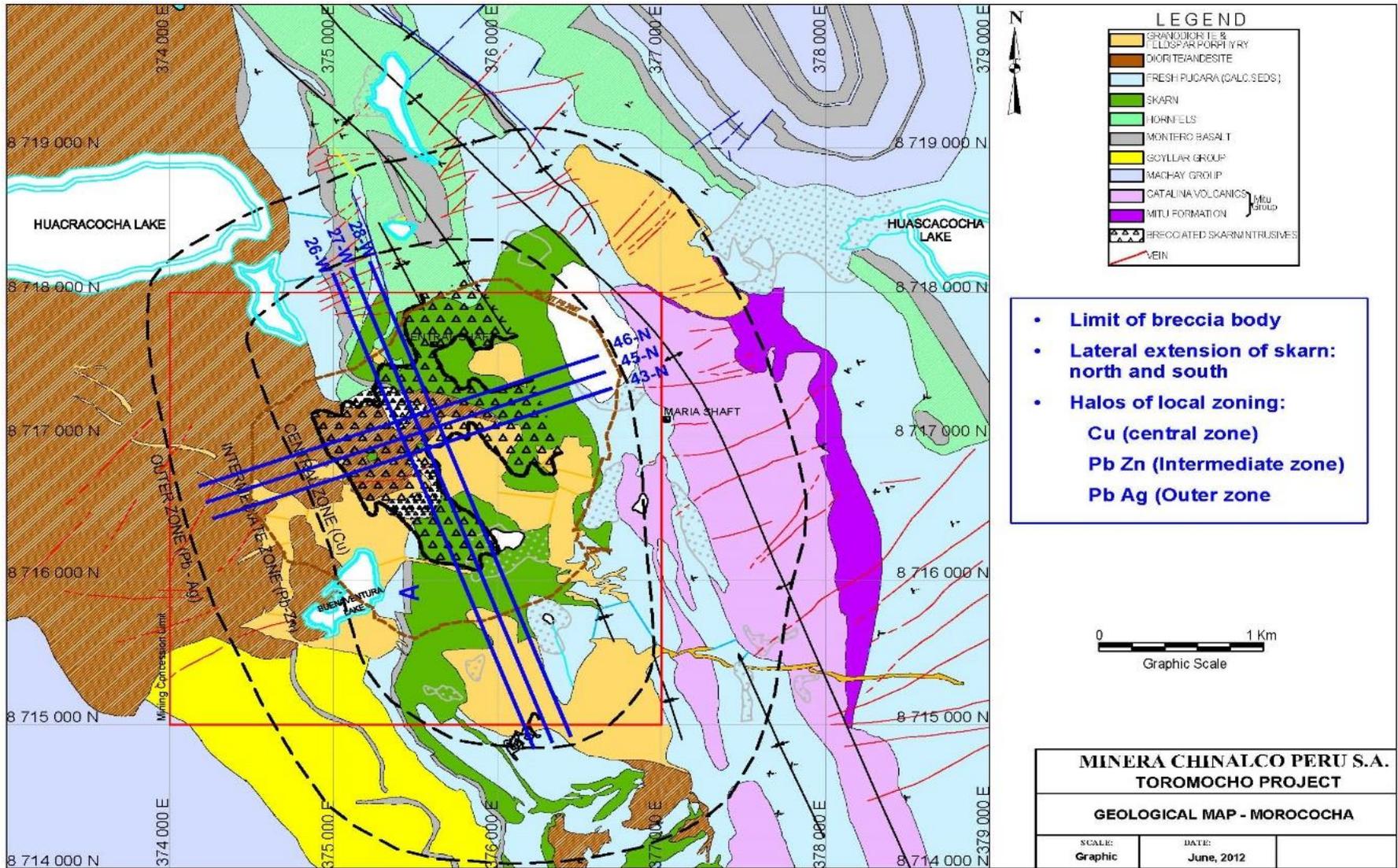


Figura 3. Minera Chinalco Perú

B. Skarn de magnetita

Los skarns ricos en magnetita se presentan especialmente en *skarns* serpentinizados provenientes del estrato dolomítico original. Una variedad de minerales con un alto contenido de magnesio se encuentra presente en el *skarn* serpentizado en porciones variables incluyendo: talco, antigorita, flogopita, lizardita y clorita. Localmente, también se han identificado al olivino y forsterita. Comparado con el *skarn* de tremolita/actinolita, el *skarn* de magnesio, serpentina alterado posee un contenido más alto de magnetita y menos sulfuros (<6%), y una baja relación de pirita y calcopirita (<1:2%). El alto contenido de magnetita podría ser ocasionado por la presencia de silicatos de magnesio como la forsterita, talco y serpentina que no tienen grandes soluciones de sólidos en sus miembros terminales ferrosos y reflejan la naturaleza de oxidación y precipitación del ambiente que altera el *skarn*.

C. Endoskarn

Algunos de los *skarns* formados en y cerca de los contactos de los intrusivos son *endoskarn*. Preferentemente se desarrollan en la granodiorita y se caracteriza por el contenido de granates, piroxenos y tremolita y actinolita que reemplaza a la plagioclasa con destrucción completa de la textura ígnea de los intrusivos. El total de los sulfuros está en el rango del 1% a 5% con leyes de cobre a menudo por encima de 1%.

2.2.2.4. Estructuras

A. Plegamiento

La principal estructura regional característica de la región es el domo de Yauli que se extiende por 30 km desde San Cristóbal hasta Morococha con un rumbo general de N35°O. En el distrito de Morococha, la principal estructura es el anticlinal de Morococha, que es la porción norte del domo de Yauli. El anticlinal de Morococha es un pliegue asimétrico con los volcánicos Catalina como núcleo. El eje del anticlinal tiene un rumbo de N20°O al sur del distrito y N40°O al norte del distrito con inclinación de 10° a 15° hacia el norte. El buzamiento del flanco oeste se encuentra en el rango de 20° a 30° y el flanco este entre 30° y 40°. Existen dos

anticlinales secundarios a lo largo de los flancos este y oeste del anticlinal de Morococha respectivamente.

Se han reconocido dos periodos de plegamientos en la región: el primer periodo se inicia al final de Cretáceo y continúa en el Terciario inferior y Terciario Medio. Steinmann reconoce tres etapas de plegamiento en la cordillera de los Andes Peruanos: los **Plegamientos Peruanos** que se producen al final del periodo Cretáceo y antes que fueran depositados las capas rojas, el plegamiento **Incaico** que ocurrió en el periodo Terciario inferior y fue el plegamiento más intenso. El plegamiento incaico fue seguido por la actividad ígnea. Finalmente, el plegamiento **Quechua** en el periodo Terciario Medio.

B. Fallamiento

En el distrito de Morococha, probablemente al finalizar el periodo Cretáceo, las fuerzas compresivas del plegamiento peruano con dirección este-oeste desarrollaron el anticlinal de Morococha. Cuando la intensidad de la compresión se incrementó durante el periodo de plegamiento incaico, las rocas se fracturaron por ruptura desarrollándose por los menos dos fallas inversas paralelas al rumbo general de las rocas sedimentarias. Estas fallas son falla Toldo Potosí con buzamiento al oeste en el flanco este de la zona NO del anticlinal y la falla Gertrudis con buzamiento hacia el este sobre el flanco oeste. El buzamiento de las dos fallas invertidas varía entre 45° y 70° y es opuesta.

Al final del plegamiento incaico se produjo la actividad ígnea en la región Morococha con la intrusión de la Diorita Anticona que se inicia primero en la parte occidental del distrito.

Las fuerzas continuas de compresión dieron paso a la formación de fracturas de cizalla con rumbo noroeste en la zona sur del distrito donde el anticlinal también tiene un rumbo de N20°O. Dichas fracturas son conocidas como fallas Huachamachay y San Gerardo. Aproximadamente al mismo tiempo en la zona norte del distrito donde el anticlinal tiene un rumbo de N40°O, se desarrolló una

falla de cizalla con rumbo general de este a oeste (Ej. veta-falla San Antonio). Estas fallas oblicuas probablemente se desarrollaron después de la intrusión de la diorita Anticona de 8 a 14 millones de años.

Siguiendo el plegamiento Incaico, la actividad ígnea se inició nuevamente y surgieron intrusivos de granodioritas, pórfido feldespático y pórfido cuarcífero. Los stocks de granodiorita, pórfido feldespático y pórfido cuarcífero intrusionaron en la parte central del distrito a ambos lados del eje del anticlinal hace 7 millones de años. La actividad ígnea finalizó con el dique de pórfido dacítico en la zona sur del distrito que cruza y formaron posteriormente a todos los otros intrusivos

Durante el plegamiento Quechua, el anticlinal Morococha fue afectado por el esfuerzo compresional y posiblemente fue levantado por el volumen expandido de los intrusivos en profundidad. Las fuerzas de compresión y los intrusivos de Morococha se combinaron para formar una estructura anticlinal tipo domo. Las estructuras tipo domo crearon fracturas de tensión normales a los ejes de los anticlinales, posteriormente ocupadas por vetas. En la zona sur del distrito, estas fracturas tienen un rumbo de N70°E (Ej. las vetas Milagro 1, Minero y Manuelina) mientras que, en la zona norte del distrito, las fracturas tienen un rumbo general de N50°E (Ej. veta San Antonio 7).

C. Brechas hidrotermal

Existen muchas brechas hidrotermales polimícticas y monomícticas relativamente pequeñas mineralizadas, en los sedimentos del Pucará tales como las brechas Toldo, Santa Clara, Churruca, Riqueza y Freiberg. Estas brechas se encuentran generalmente localizadas a lo largo de las zonas de fallas inversas o a lo largo de sus proyecciones, así como, a lo largo de la disconformidad entre la caliza y los volcánicos Catalina y a lo largo de los contactos de los intrusivos Morococha o basalto Montero.

Estas brechas aparentemente son tardías y piríticas. Terrones (1949) propuso un origen sedimentario para la Brecha Churruca y sugirió que podría tratarse de

una brecha intraformacional. Proffett reconoció material de panizo foliado en la brecha Churruca y propuso que es una brecha tectónica relacionada a una posible falla principal regional postmineral, plana, con buzamiento al oeste (Proffett, 2005).

2.2.2.5. Mineralización en el distrito de Morococha

Una amplia variedad de cuerpos minerales ha sido formada en las rocas ígneas, sedimentarias y las rocas encajonantes metamórficas del distrito de Morococha. La mineralización disseminada y de tipo *stockwork* fue depositada en los stocks de granodiorita, pórfido feldespático y pórfido cuarífero de San Francisco, Gertrudis y San Miguel.

Los **mantos** de sulfuros masivos fueron formados paralelamente a la estratificación de las calizas del Pucará marmolizadas y silicatadas primeramente sobre el lado oriental del anticlinal. Las vetas más continuas mineralizadas se desarrollaron a lo largo de las fracturas de tensión en los volcánicos Catalina y en las rocas intrusivas. Los cuerpos mineralizados se formaron alrededor de los stocks San Francisco y Gertrudis a lo largo de los contactos con la caliza Pucará.

Los minerales de mena primarios más abundantes en las vetas y mantos son: calcopirita, tetraedrita, enargita, esfalerita y galena y los minerales de ganga comunes son: pirita, magnetita, cuarzo, carbonatos y anhidrita.

A. Vetas

Las vetas mineralizadas más fuertes se establecieron a lo largo de las fracturas de tensión. Las fallas de cizalla con abundante ganga solo fueron mineralizadas débilmente formando pequeñas columnas de minerales como aquellas encontradas a lo largo de la falla de Huachuamachay. Las fracturas de tensión y las vetas formadas durante el plegamiento Quechua Tardío son bien desarrolladas en los volcánicos Catalina y en los intrusivos y se encuentran relativamente continuas en longitud y profundidad con una mineralización generalmente uniforme. Las vetas en los *skarns* y *hornfels* son menos continuas y generalmente no se extienden en profundidad. Son irregulares en potencia y ley. Asimismo, tienden a formar

estructuras de cola de caballo a lo largo de los contactos con la granodiorita y pórfido feldespático

Las vetas se han formado principalmente por el relleno de fracturas; sin embargo, en la roca huésped *skarn* se formaron por el relleno y reemplazo irregular de las paredes del *skarn*.

B. Mantos y cuerpos arracimados

Los mantos y cuerpos arracimados se encuentran localizados al Oeste del anticlinal, en la caliza Pucará. La caliza está generalmente marmolizada con algunos horizontes silicatados.

Los mantos que siguen la estratificación de la caliza, en realidad, son pocos; mayormente se trata de cuerpos irregulares que pueden seguir en parte la estratificación, pero luego la cruzan. Uno de los mantos más extensos trabajados en el pasado; el manto Ombla, es un cuerpo en forma de chimenea que mide más o menos 850 metros a lo largo de su eje y tiene una inclinación de 45° en los niveles superiores, 20° en la parte intermedia y 60° en los niveles inferiores. El ancho máximo de este cuerpo, en el nivel 1200, es de 100 x 200 metros. De este cuerpo principal, cuyo núcleo es de pirita, salen otros pequeños cuerpos y vetas. También actualmente se está trabajando el manto Gertrudis cuya longitud es aproximadamente de 200 metros de largo por 10 m de ancho y se extiende desde el nivel A hasta el nivel 222 con posibilidades de profundizar más, estratigráficamente se encuentra al techo del manto Ombla; otro manto importante es el manto Victoria, emplazado en un sinclinal apretado en la zona de San Antonio, tiene una longitud de 200 m x 25 m de ancho.

Los cuerpos arracimados son pequeños, muy irregulares y en forma de racimos, que se encuentran principalmente tanto en la caja techo como en la caja piso de la veta Argentina 503, estos cuerpos son en sí extensiones de la veta debido a un reemplazamiento muy irregular y local de las cajas.

C. Cuerpos mineralizados en zonas de contacto

Los cuerpos mineralizados en zonas de contacto se encuentran localizados en los alrededores de los stocks San Francisco y Gertrudis en contacto con la caliza Pucará, la cual se encuentra fuertemente alterada a silicatos hidratados. Estos cuerpos son irregulares y han sido formados por reemplazamiento de la caliza hidratada. La mineralización puede ser en parte masiva, pero generalmente está uniformemente diseminada en granos, manchas u ojos.

La granodiorita adyacente y el pórfido feldespático también pueden contener mineralización finamente diseminada.

D. Diseminaciones

Este tipo de mineralización ha sido materia de trabajo especial, en el complejo cuprífero de Toromocho, al hablar de ocurrencias de la mineralización en Morococha, no puede dejarse de mencionar la diseminación de cobre porfirítico al Suroeste de la parte central del distrito de Morococha, mineralización que parece estar genéticamente relacionada con el pórfido feldespático y la granodiorita. La diseminación de cobre está acompañada con mineralización de molibdeno y plata, aunque con leyes bajas. Asimismo, en la zona de diseminación se puede observar un enrejado de vetillas (*stockwork*) con mineralización de Cu, Ag y algo de molibdeno. Es posible también determinar en la zona de cobre diseminado de Toromocho un zoneamiento vertical y horizontal de alteración hidrotermal y mineralización, similar al esquema generalizado para los pórfidos de cobre como el de San Manuel - Kalamazoo en Arizona.

2.2.2.6. Mineralogía

Una amplia variedad de mena y minerales ganga han sido identificados en el distrito de Morococha, tal como se detalla a continuación:

A. Minerales hipógenos

Abundantes:

- Cuarzo Galena I, II

- Pirita Calcopirita I, II
- Esfalerita I, II Tenantita-Tetraedrita

Comunes:

- | | | | |
|---------------|-------------|------------|---------------|
| – Hematita | Rodocrosita | Talco | Muscovita |
| – Magnetita | Rodonita | Lizardita | Diópsido |
| – Fluorita | Anhidrita | Antigorita | Actinolita |
| – Calcocita | Scheelita | Clorita | Tremolita |
| – Molibdenita | Yeso | Biotita | Clinocloro |
| – Calcita | Hubnerita | Flogopita | K-feldespató |
| – Covelita | Baritina | Enargita | Epidota |
| – Albita | Fosterita | Pirrotita | Flúor apatita |

Raros:

- Arsénico Nativo Wolframita
- Alabandina Famatinita
- Marcasita Emplectita
- Djurleita Proustita
- Greenockita Estefanita
- Millerita Matildita
- Siderita Dolomita
- Cubanita Bournonita
- Idaita Aikenita
- Bornita naranja Ankerita
- Pirita Arsenical I, II Alunita
- Luzonita Estromeyerita

B. Minerales supergénicos

- Calcocita Yeso
- Jarosita Cobre Natural
- Covelita Hisingerita

2.2.2.7. Paragénesis y zoneamiento del distrito de Morococha

Durante los principales periodos de la mineralización, cobre, molibdeno, zinc, plomo y soluciones formadoras de plata, probablemente provenientes del interior de los stocks de San Francisco y Gertrudis invadieron el distrito de Morococha depositando vetas, mantos y otros cuerpos de minerales pequeños, así como el gran cuerpo de mineral central diseminado y de vetillas (*stockwork*) de Toromocho.

La mineralización de cobre se concentra en la zona central, alrededor y dentro de los stocks de San Francisco y Gertrudis y en los alrededores de los *skarns* y *hornfels*. Circundando a la zona central de cobre existe una zona intermedia con mineralización de zinc y plomo y la zona exterior que abarca los márgenes del distrito presenta mineralización de plomo y plata.

A. Etapas evolucionarias y paragénesis

La zonificación de la mineralización del distrito se ha desarrollado a partir del cambio de deposición de minerales y las alteraciones ambientales a lo largo del tiempo. Si asumimos que la fuente de las soluciones hidrotermales proviene del interior y de los alrededores de los stocks de San Francisco y Gertrudis, entonces los ensamblajes con temperaturas más altas y con bajo contenido de sulfuros y pirita-calcopirita con magnetita, molibdenita y cuarzo fueron depositados probablemente antes en la zona central. Fueron seguidos por el enfriamiento y superposición de ensamblajes piríticos con contenidos más altos de sulfuro de calcopirita, enargita, tenantita y esfalerita rica en hierro. Posteriormente, una galena argentífera, esfalerita con bajo contenido de hierro con cuarzo, con ganga de cuarzo, rodocrosita, calcita y baritina fue depositada en los márgenes y en los niveles más altos del distrito de Morococha en un ambiente retrogrado.

La secuencia paragenética generalizada para el distrito de Morococha puede ser resumida de la siguiente manera.

– Etapa Temprana

- Calcopirita (sin o bajo contenido de pirita)

- Cuarzo / Molibdeno
- Magnetita, pirrotita
- Alteración Potásica (biotita, feldespatos potásicos, antigorita, anhidrita)

– **Etapa Posterior de Superposición**

- Calcopirita (con pirita más abundante)
- Enargita y tenantita con pirita
- Tetraedrita con pirita
- Esfalerita con alto contenido de hierro (marmatita)
- Alteración sericítica, Serpentina (clorita, talco, antigorita), anhidrita.

– **Última Etapa Retrograda**

- Galena (argentífera)
- Tetraedrita
- Esfalerita (con bajo contenido de hierro)
- Baritina
- Carbonatos
- Alteración argílica (montmorillonita) y alteración supergena (caolín)

La primera generación de esfalerita es alta en hierro y de coloración marrón oscuro a negro (marmatita). La segunda generación tiene bajo contenido en hierro y es de coloración marrón claro a marrón rojizo. El contenido de hierro en la esfalerita decrece hacia el exterior desde la zona interna o central hacia los márgenes fuera del distrito.

Lacy y Hosmer (1953) observaron lixiviación hipógena hidrotermal en muchas de las vetas de plomo-zinc de Morococha. Aparentemente, el primer mineral que empezó a lixiviarse es la baritina, luego la galena esfalerita, pirita y tetraedrita y finalmente los carbonatos.

La última generación de galena, esfalerita, tetraedrita y carbonatos asociada con altos valores de plata se encuentra localizada alejada de áreas de fuerte lixiviación

y sugiere que la última generación puede ser el resultado de la redeposición de la lixiviación de metales (Petersen,1965).

2.2.3. El yacimiento mineral Toromocho

2.2.3.1. Características generales

El yacimiento mineral de Toromocho aflora sobre la actual superficie a una altitud de 4,600 a 4,800 m. El yacimiento de cobre se extiende 500 a 600 m hacia abajo de la superficie. La ley más alta del yacimiento mineral se ubica dentro de una extensión de 1.0 por 2.0 km de *skarn* brechado circundando al intrusivo granodiorítico y pórfido feldespático en forma de cúpula de hace 7 millones de años y subyace al intrusivo andesítico/diorítico regional más antigua expuesta sobre la superficie en el lado oeste. El yacimiento contiene aproximadamente 1,500 millones de toneladas de reservas probada–probable con un promedio de 0.48% Cu, 0.019% Mo y 6.88 g/t Ag.

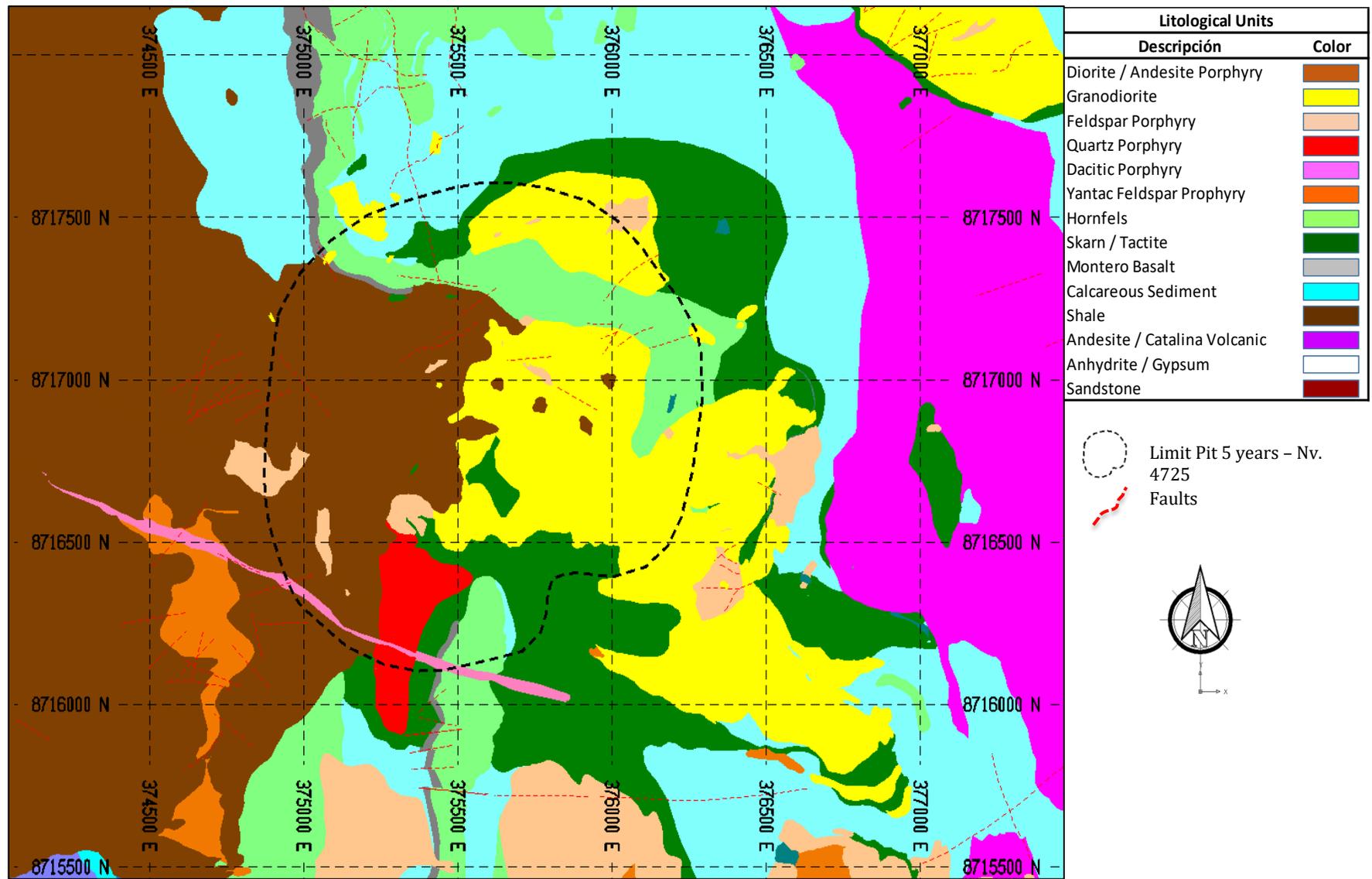


Figura 4. Características del yacimiento minero

El yacimiento primario está superpuesto por la mineralización primaria pirítica de la última etapa, la alteración de arcilla y serpentina y el enriquecimiento de calcocita supergénica y covelita. El enriquecimiento moderado a débil, irregular y estructuralmente controlado de calcocita se extiende desde la superficie y desde el tope de los sulfuros dominantes hacia el fondo del enriquecimiento, 200 a 400 m debajo de la actual superficie.

La zona de sulfatos conteniendo diseminaciones de anhidrita y venillas se presenta muchos cientos de metros por debajo del fondo del enriquecimiento

Una porción significativa de la cobertura original lixiviada sobre la zona enriquecida fue probablemente erosionada por la glaciación del Pleistoceno. La mitad superior de la zona enriquecida en muchos lugares contiene más del 50% de cobre lixiviable de acuerdo con los análisis de cobre secuencial. La mitad inferior del manto sobre el fondo del enriquecimiento y en la parte superior de la zona primaria está débilmente enriquecida y contiene de 15 a 50% de cobre lixiviable de acuerdo con el análisis secuencial.

2.2.3.2. Mineralización primaria y alteración

Como se ha mencionado anteriormente, los límites de la mineralización primaria significativa de cobre en Toromocho no están bien definidos dentro del centro del intrusivo Terciario y en los alrededores del *hornfels* y *skarn*. Importantes extensiones del yacimiento en los lados noreste y sureste del tajo abierto propuesto han sido exploradas con perforaciones diamantinas que indican que existe mineralización.

La mineralización primaria con ley más alta de cobre se encuentra en los **mantos** de magnetita y sulfuros masivos dentro de los *skarns* de los sedimentos del Pucará y en las vetas con contenidos de cuarzo y pirita con buzamientos parados dentro de los intrusivos y los volcánicos Catalina. La mineralización de cobre diseminado y de tipo *stockwork* tiene una ley más alta en el *skarn*, originalmente más reactivas

en comparación con los intrusivos y *hornfels* los menos reactivos que son de más baja ley.

A. Mineralización y alteración potásica con bajo contenido de pirita temprana

El volumen de la mineralización original primaria del cobre se encuentra en forma de disseminaciones y *stockwork* de calcopirita, con bajo contenido o nulo de pirita y a menudo depositada con abundante magnetita. La edad de esta etapa temprana de mineralización de sulfuros tuvo lugar, probablemente a continuación del emplazamiento de la formación del *hornfels* por la granodiorita y el pórfido feldespático aproximadamente hace 7 millones de años y estuvo asociada con los procesos de alteración potásica y de la formación de *skarn*.

La alteración potásica de los intrusivos durante este evento temprano y de deposición de cobre tuvo la forma de una alteración biotítica secundaria teniendo como fondo a la hornblenda y vetillas de calcopirita, cuarzo, feldespato potásico/biotita de color oscuro más profundo con halos de feldespato potásico/biotita conteniendo calcopirita disseminada relativamente abundante. Proffett proporcionó datos petrográficos que ilustraban la alteración de biotita temprana (Proffett, 2005). Asimismo, observó que, dentro de los halos oscuros, el cuarzo fue reemplazado por el feldespato potásico y la plagioclasa por el feldespato potásico y biotita. Cuando se encuentran espaciados cercanamente, los halos de biotita pueden fundirse e **inundar** la roca destruyendo la textura de los intrusivos con agregados del feldespato potásico y biotita secundaria. La calcopirita asociada con la alteración de la biotita tiene un grano relativamente fino. Las cantidades bajas a subiguales de pirita disseminada en las rocas alteradas potásicas tienen un grano relativamente grueso y están distribuidas independientemente de la calcopirita. La mineralización de la pirítica es probablemente una superposición asociada con la alteración tardía de clorita, arcilla, serpentina o sericítica.

Las vetillas tipo A son escasas en los intrusivos de Toromocho y no contienen una porción significativa de cobre primario.

Las vetillas de cuarzo tipo B con salbanda y suturas que contienen molibdeno son más comunes que las vetillas A, especialmente profundas dentro de los intrusivos y las rocas volcánicas Catalina.

Las cavidades abiertas en la matriz de los intrusivos y dentro de las vetillas B son muy comunes y representan los lugares de la anhidrita original, lixiviada por soluciones supergénicas posteriores.

Proffett (2005) ha señalado que en Toromocho el cobre no acompaña a pulsos específicos del magma silíceo que deposita vetillas de cuarzo tipo A, tal como ocurre en otros depósitos de pórfido cuprífero como El Salvador y Alumbreira. De lo contrario, los intrusivos félsicos actúan solo como otra roca encajonante pero menos reactiva que los sedimentos y el *skarn* calcáreo de Pucará. Las leyes de cobre en los intrusivos de Toromocho y los volcánicos Catalina reflejan por lo tanto principalmente la abundancia y la intensidad del feldespató potásico/biotítico, alteración potásica.

B. Mineralización y alteración temprana de skarn tremolita / actinolita

Las calizas y dolomitas de la formación Pucará fueron convertidas a cuarzo anhidro y a wollastonita con contenido de anhidrita y *hornfels* de diópsido y las lutitas a *hornfels* de biotita/feldespató potásico por la intrusión del stock San Francisco del Terciario Superior. Probablemente poco o nada de cobre fue depositado durante el tiempo de desarrollo de los *hornfels*. La mineralización de la calcopirita en el *hornfels* se encuentra principalmente en forma de vetillas de calcopirita relativamente dispersas con halos de actinolita de color verde oscuro. Proffett (2005) también informó que algunos de estos halos contienen internamente subzonas de biotita y biotita verde (flogopita) y halos de actinolita externa sugiriendo una conexión entre las vetillas de actinolita y las vetillas biotíticas tipo EDM (micáceo oscuro temprano). También proporcionó ejemplos de diópsido en los *hornfels* parcialmente reemplazados por actinolita/tremolita de grano fino y feldespató potásico intersticial e informó sobre halos de actinolita que cortan los halos biotíticos y viceversa, indicando el sincronismo cercano de la alteración

actinolita y potásica. Los *stockwork* poco espaciados y el reemplazo pervasivo del *hornfels* de diópsido por actinolita/tremolita produjeron *skarns* conteniendo una mineralización de calcopirita de ley relativamente alta.

C. Superposición pirítica tardía

Las vetillas de tipo EDM biotíticas con contenido de calcopirita en los intrusivos son cortadas sistemáticamente por las vetillas del tipo D piríticas con halos sericíticos. El intrusivo pórfido cuarcífero está sericitizado intensamente y contiene mineralización pirítica. En general, la alteración sericítica de los intrusivos es más penetrante sobre los niveles superiores de los intrusivos, tal como se muestra en las secciones transversales que muestran patrones de alteración.

Las vetillas de calcopirita y actinolita en los *skarn* y *hornfels* son también cortadas consistentemente por las vetillas piríticas tardías con halos **tipo Arcilla** suave de las alteraciones tipo serpentina y clorita.

D. Skarn de serpentina alterado

Aproximadamente la mitad del *skarn* de tremolita/actinolita contiene cantidades variables de material tipo arcilla blanda y se encuentra delineado e ilustrado sobre secciones transversales como *skarn* de serpentina alterado. Los ensayos con rayos X en el laboratorio de *Lakefield* han demostrado que la alteración serpentina contiene combinaciones variables de minerales con alto contenido de magnesio, tales como talco, clinoclora, flogopita, antigorita y lizardita y probablemente es un tipo de alteración de tipo retrógrado asociado con la superposición pirítica mencionada anteriormente y en algunos *skarns*, formación de magnetita.

La presencia de talco en el *skarn* serpentina-alterado es importante metalúrgicamente. Fácilmente flota con el molibdeno y es más difícil de deprimir que los otros minerales de serpentina. La clinoclora y flogopita parecen estar más asociados con el talco de los minerales de serpentina.

E. Mineralización de arsénico pirítico tardío

La superposición de la pirita tardía descrita anteriormente incluye no solo a los *stockworks* a pequeña escala de las vetas piríticas y diseminaciones piríticas, sino también a fallas y vetas piríticas más grandes y continuas. Estas vetas también podrían contener ensamblajes con alto contenido de sulfuro de pirita-calcopirita y pirita-enargita-tenantita. Las vetas masivas de sulfuro pirítico usualmente contienen ganga de cuarzo y podrían de hecho ocupar estructuras que originalmente fueron usadas por grandes vetas de cuarzo (con molibdenita).

F. Mineralización de anhidrita

Como en muchos otros depósitos de pórfido cuprífero un gran porcentaje del total de sulfuros originalmente depositado en el yacimiento de sulfuros primarios en Toromocho fue acumulado en la forma de anhidrita. Se ha penetrado una zona de sulfato profunda en aproximadamente 20 de los sondeos más profundos. La cima de la zona de sulfato yace entre la cota de 4200 m y 4300 m y forma un cóncavo amplio hacia arriba o una superficie como forma de tazón. Por debajo del tope de la zona de sulfato, todas las fracturas y cavidades abiertas se encuentran llenas con anhidrita o anhidrita alterado a yeso y como diseminaciones remplazando a la plagioclasa y anfíboles, como uniones con cuarzo, biotita o feldespatos potásico y como ganga gruesa en vetas con pirita y cuarzo. La alteración y mineralización de anhidrita abarcó la evolución del cuerpo mineral primario desde la alteración potásica temprana y la formación del *skarn* hasta la alteración tardía serpentina del *skarn* y la superposición pirítica, y la formación tardía de las vetas y mantos.

Tal como se muestra en las secciones transversales de Toromocho, cuerpos de reemplazo masivo de anhidrita y yeso con *skarn* y *hornfels* intercaladas y no brechadas de lutita biotizada se encuentran presentes en algunos sondeos y están expuestos en algunas labores subterráneas cerca de la base del *skarn* del Pucará y vecinos a los contactos intrusivos de granodiorita y pórfidos feldespático. Las capas de *skarn* impermeable y los altos Índices de Calidad de Roca (RQD, según sus siglas en inglés) entre los *hornfels* de lutitas y las capas masivas de yeso/anhidrita contienen también anhidrita diseminada. Estas capas son cortadas

por innumerables uniones pequeñas de anhidrita o yeso típicas de las zonas con sulfato y la mineralización primaria en muchos depósitos del pórfido cuprífero. El tope de los sulfatos tal como se describe anteriormente está formado por la hidratación y solución de la anhidrita y yeso por el agua subterránea circulante. Por medio de otros sondeos profundos, probablemente se probará que el tope de los sulfatos se correlaciona con el fondo del gran cuerpo de intrusivos y *skarn* intensamente fracturados.

También es posible que los límites laterales del gran cuerpo intensamente fracturado, tal como se muestra sobre las secciones transversales con dirección norte-sur y este-oeste, correspondan a los límites laterales originales de la zona original de alteración primaria de anhidrita.

Las condiciones del suelo debajo del tope de los sulfatos se diferenciarán significativamente de aquellas encontradas por encima del tope de los sulfatos. Por ejemplo, en la zona de sulfatos los valores de RQD son consistentemente más altos (generalmente por encima de 90) que los intrusivos y en los *skarns*.

Todas las rocas dentro de la zona de los sulfatos son impermeables y la porosidad es equivalente a cero debido a la impregnación de las diseminaciones de anhidrita y por las vetillas y fracturas selladas de anhidrita. Por lo tanto, el tope de los sulfatos también controlará los cursos de agua en la mina al actuar como una barrera impermeable en los trabajos subterráneos y/o sobre los bancos del tajo.

2.2.3.3. Escala del zoneamiento metálico del yacimiento

La escala de zoneamiento vertical de un yacimiento de cobre, molibdeno y arsénico y, posiblemente también de niveles muy bajos de oro, se encuentra presente en el yacimiento de Toromocho.

El yacimiento de cobre se extiende hacia abajo con un plano de fondo que se encuentra entre 500 a 600 m por debajo de la superficie. La ley más alta y principal del yacimiento mineral se localiza dentro de un yacimiento de 1.0 a 2.0 km de *skarn*

intensamente fracturado circundando por los intrusivos granodioríticos y el pórfido feldespático en forma de bóveda de hace 7 millones de años y subyace a un intrusivo andesítico/diorítico regional más antigua expuesta sobre la superficie.

Los patrones de la distribución de molibdeno en la parte principal y central del yacimiento mostrados en secciones tienen la forma de conos invertidos o cascos abiertos hacia abajo y con buzamiento hacia el norte. El patrón del cono invertido desplegado en secciones refleja la abundancia de vetillas tipo B de cuarzo-Mo en la mineralización temprana de cobre en los *skarns* e intrusivos respectivamente.

La mineralización de enargita y tenantina débil e irregular indica la presencia de arsénico en Toromocho. Los valores más altos de arsénico se encuentran generalmente por encima de los 4700 m y cerca de la superficie.

2.2.3.4. Enriquecimiento de calcocita supergénica

El proceso de enriquecimiento y lixiviación supergénica ha desarrollado una zona de enriquecimiento de calcocita en Toromocho que se extiende irregularmente hasta los 400 m debajo de la superficie. Comparado con otros yacimientos de pórfido cuprífero enriquecidos secundariamente como El Salvador, Escondida, y Chuquicamata en Chile, el enriquecimiento de calcocita en Toromocho es relativamente débil, irregular y discontinuo excepto localmente y donde se encuentran concentrados a lo largo de las estructuras.

Sulfuros piríticos están expuestos en la superficie en muchos afloramientos. Una zona de lixiviación parcial o total, en el cual los sulfuros se hallan subordinados a limonita, se extiende debajo de la superficie, a menudo tan solo de 10 a 30 m. Sin embargo, en algunos lugares se encuentran en profundidades de 100 m a más, especialmente a lo largo de las estructuras. La base de la zona lixiviada se encuentra delineada y trazada sobre secciones transversales como tope dominante de sulfuros. El tope dominante de los sulfuros es también el tope de la zona de enriquecimiento. La base del enriquecimiento está trazada sobre secciones

transversales en base a la ausencia de calcocita y covelita visible y a los ensayos de menos del 20% de cobre lixiviable por medio de los análisis secuenciales.

La mitad de la parte superior del manto de enriquecimiento contiene algunas zonas de enriquecimiento moderado a fuerte y discontinuo de calcocita con rebordes gruesos de calcocita sobre calcopirita o sobre reemplazos de calcopirita y sobre abundantes cubiertas y películas de calcocita y covelita sobre pirita. Estas zonas también se pueden encontrar en los análisis de cobre secuencial de lixiviación del 50% o más de cobre lixiviable. En las zonas del enriquecimiento débil, los rebordes de calcocita sobre calcopirita son delgados o no se encuentran presentes y la pirita es generalmente brillante y sin recubrimiento. Los valores del cobre lixiviado proveniente de los análisis de cobre secuencial en la zona de enriquecimiento débil e irregular están en el rango del 20% a menos del 50%.

2.2.3.5. Enriquecimiento de plata

El contenido de plata en el yacimiento podría ser de enriquecimiento secundario desde aproximadamente 5 g/t en la zona primaria hasta cerca del 6 a 7 g/t en la zona enriquecida. Al menos algo de la plata en la zona enriquecida podrá estar presente como acantita (argentita), difícil de distinguir desde la calcocita durante el logeo geológico. Sin embargo, los valores más altos de plata en las partes superiores de la zona enriquecida también se pueden originar por la zonificación hipogénica vertical de los minerales primarios de plata, tales como la tetraedrita y tenantita.

2.2.3.6. Arsénico

Los valores más altos del arsénico registrados por sobre las 1000 ppm se encuentran concentrados en las zonas estructurales dentro las zonas intrusivas fuertemente enriquecidas. Los valores de arsénico en la zona primaria son solo cerca de 130 ppm. Valores intermedios de 200 a 500 ppm se encuentran presentes en la zona débilmente enriquecida entre ellos. Sin embargo, es posible que estos patrones de arsénicos reflejen principalmente la zonificación hipogénica de la

mineralización enargita y tenantita tardía ascendente, tal como se describe anteriormente.

2.3. Bases teóricas

Las bases teóricas se fundamentan en dos pilares, el uso de material *pebbles* y la granulometría en la voladura.

2.3.1. Material *pebbles* en minería

2.3.1.1. Definición

El material *pebbles* o *pebble* (en su traducción al español vendría a ser guijarros) son trozos de piedra producto de la detonación y voladura propia de la actividad minera. (22)

Los *pebbles* son guijarros extraídos en un proceso de chancado, los cuales no llegan a ser triturados, pero sí llegan a ser redondeados dentro de algún proceso de molienda minero. (13)

Los *pebbles*, también llamados guijarros, piedras pequeñas o trozos de piedra son producto de la molienda de ciertos minerales como el cobre. Este es un material de dura consistencia y difícilmente puede ser reducido a un menor tamaño por los molinos de las plantas concentradoras. (23)

Los *pebbles* son fragmentos de mineral que poseen un tamaño definido previamente clasificado en un circuito a través de la intercalación de cribas, o también son obtenidos de algún molino primario autógeno. (24)

2.3.1.2. Los molinos de *pebbles*

Estos molinos tienen su campo principal de acción en el tratamiento de minerales como el Fe, Zn, Cu, Pb, fosfatos, baritinas, amiantos, entre otros. La molienda de *pebbles* por lo normal se da en el proceso de molienda secundaria. Esta molienda secundaria se da través de los molinos Semiautógenos (SAG) y los molinos de *pebbles*. (24)

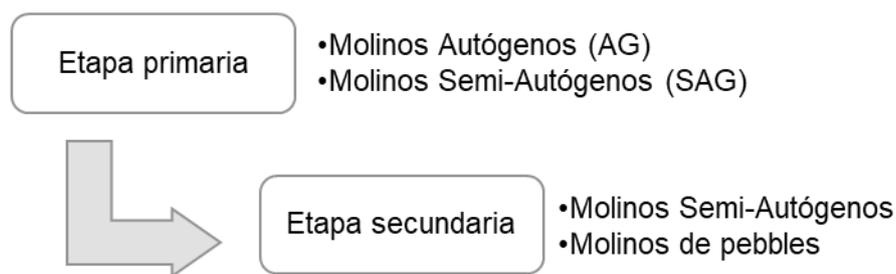


Figura 5. Molinos de etapa primaria, secundaria y pebbles
Fuente: UPTC, 2019

Los molinos de *pebbles* tienen una semejanza a los molinos de bolas. Aquellos molturantes suelen estar constituidos por piezas del propio mineral que se encuentra calibrado previamente.

Generalmente, el molino de *pebbles* sustituye al mencionado molino de bolas en algunos circuitos y como ya fue mencionado es mayormente utilizado en la molienda secundaria. El volumen de carga de este tipo de molinos se encuentra a un 50% en torno y las velocidades están entre un 75% y 80% de su estado crítico.

Los molinos *pebbles* por lo usual laboran por vía seca, en ambos circuitos, cerrado y abierto. Los revestimientos que tienen este tipo de molinos poseen similares características a los que son usados en molinos de bolas o barras, sin embargo, los diseños son distintos, por lo cual poseen un desgaste menor al acero.

2.3.1.3. Objetivo y tipos de material de tapado de taladros

El método de usar material de tapado de taladros tiene los siguientes objetivos (25):

- Posee el papel de cierre en la voladura de mina superficial.
- Reducir y mejorar la fragmentación y el desplazamiento de roca.
- Reducir la ventilación prematura de gases de explosión de alta presión a la atmósfera. Que el taladro mantenga la alta presión de gas dentro del agujero por más largo período de tiempo.
- Ayuda a confinar los gases dentro de un orificio y a prevenir el alto costo de la explosión, la explosión de aire, la vibración excesiva del terreno, la roca de vuelo y los *boulders*.

- Reduce los residuos de energía, minimiza la falta de aire y la fragmentación incorrecta.
- Es un material incombustible inerte adecuado utilizado para confinar o separar explosivo en un agujero de perforación o para cubrir explosivo en tapa de lodo se llama material de talla.

Son diversos los materiales de tapado de taladros utilizados en casos distintos, estos pueden ser (25):

- Arena - mezcla de arcilla
- Arena y roca aplicada
- Cenizas y mezcla de arcilla
- Arcilla húmeda
- Ampollas de PVC
- Ampollas rellenas de agua y gel
- Tapones de madera
- Bloqueo de roca
- Enchufes de espuma de espuma
- Cubrimiento de aire

i. Arena - mezcla de arcilla:

- Es fácil manejar como arcilla
- Resistencia como arena
- Generalmente aceptado como más conveniente y efectivo para uso general.
- La mezcla debe consistir en envío grueso, polvo de ladrillo y juntos con 5% de calcio y cloruro para mantenerlo húmedo.
- El agua debe agregarse para hacer una pasta resistente (hasta 10% de agua).

ii. Arena y roca aplicada:

- La arena no puede insertarse de forma normal en horizontal
- Agujeros inclinados hacia arriba
- Esto ofrece una resistencia muy alta en descargas.

- Para diámetros de perforaciones en la gama de 50 a 130 mm, **roca** angular aplastada de tamaño de 6 a 13 mm en el material de madera más adecuado.
- En curso de agujeros húmedos, la taladrada angular es mejor que el corte de taladro.

iii. **Cenizas volantes - mezcla de arcilla:**

- Son una mezcla de cenizas volantes y la arcilla roja puede ser usada eficazmente en las minas de carbón para embargar, porque la ceniza volante está disponible en las minas de carbón.
- Esta mezcla representa un costo efectivo o económicamente barato.

iv. **Arcilla húmeda:**

- **Ventaja:** es barato y pleno; no necesita preparación antes de llevarla al sitio de explosión; es incombustible; cuando se humedece lo hace por un tiempo considerable.
- **Desventaja:** es responsable de expulsarse en masa por la carga del explosivo y no podrá cumplir su propósito previsto. Además, los agujeros tallados con dos o más cartuchos de tipo de arcilla no mostraron ventilación y entregó los mejores resultados.

v. **Ampollas de PVC:**

- Generación de polvo y humos mínimos
- Bajo grado de fragmentación
- Esto reduce el riesgo de ignición de metano o explosión de polvo de carbón.

vi. **Roca – bloqueo:**

- Crear confinamiento y eliminar la ventilación de gases explosivos es el concepto detrás de los tapones de cierre de bloqueo de roca.
- Los enchufes de bloqueo de roca mejoran la fragmentación general de roca de arrastre y aumenta su seguridad.
- Esto reduce el desecho de energía, minimiza la explosión de aire. (25)

2.3.2. Granulometría en voladura

2.3.2.1. Perforación

La perforación en la superficie de la mina se realiza utilizando métodos de perforación rotativa y rotopercutiva. La perforación rotativa logra la penetración a través de la roca mediante una combinación de rotación y presiones altas (*pulldown*) en una columna de tubería de perforación con una broca de rodillo unida a su extremo. (26)

La perforación rotopercutiva también logra la penetración de la roca a través de la rotación y la presión descendente, pero con un taladro neumático, que contiene un pistón que envía golpes de martillo a la columna de perforación o la broca, dependiendo de la ubicación del taladro (martillo superior o martillo de fondo), eliminando la necesidad de las altas presiones descendentes requeridas en la perforación rotativa. Los orificios típicos pueden tener cualquier tamaño de hasta 15 pulgadas (381 mm) de diámetro, y los diámetros de orificio más grandes se producen comúnmente con brocas rotativas. En general, estos agujeros están orientados verticalmente, aunque algunas operaciones usan agujeros angulados en su diseño de voladura, y los agujeros se perforan en un patrón donde se alinean en filas. Los equipos de perforación utilizados en minas y canteras de superficie son plataformas de orugas de superficie pequeñas, taladros montados en camiones y grandes plataformas de perforación montadas sobre orugas. Los métodos de control de polvo para la perforación de superficie utilizan la perforación húmeda o la perforación en seco con sistemas de recolección de polvo. (26)

A. Sistemas de perforación rotopercutiva

Esta denominación engloba todas aquellas formas de perforación en las que la fragmentación de la roca se produce básicamente por impacto de un útil de filo más o menos aguzado sobre la misma. (27)

Los sistemas de percusión simple son todavía utilizados en algunos equipos viejos de perforación de pozos de agua (perforadoras de cable), que básicamente consisten en un trépano en forma de cuchilla con el filo inferior más o menos

aguzado y que, suspendido de un cable, se deja caer sobre el fondo del pozo. En este fondo se retiran periódicamente los fragmentos producidos mediante un útil especial (cuchara) que los recoge junto con una cierta cantidad de agua que se añade para facilitar la operación. Este sistema se encuentra en la actualidad totalmente obsoleto.

Los sistemas que se abordan en este capítulo y que se utilizan actualmente son rotopercutivos, en los que además de la percusión proporcionan al útil de corte un movimiento de rotación y una relativamente pequeña fuerza de empuje para una transmisión de la energía más eficaz.

En estos sistemas la velocidad de perforación es proporcional a la potencia de percusión (producto de la energía de impacto por la frecuencia de golpes). En cambio, la rotación y el empuje son meras acciones auxiliares que, siempre y cuando se superen unos valores mínimos necesarios para espaciar convenientemente los puntos de incidencia de los impactos y mantener el útil de perforación en contacto con la roca, influyen relativamente poco en la velocidad de perforación.

El martillo es el elemento que proporciona la percusión mediante el movimiento alternativo de una pieza de choque, que es el pistón, que sucesivamente golpea sobre el utillaje de perforación. El pistón puede ser accionado por aire comprimido (perforación neumática) o por aceite hidráulico (perforación hidráulica). (27)

B. Sistemas de perforación rotativas

Bajo esta denominación se agrupan todas aquellas formas de perforación en las que la fragmentación de la roca se produce básicamente por compresión, corte o por la acción combinada de ambos. Un empuje sobre el útil de perforación que supere la resistencia a la compresión de la roca y un par de giro que origine su corte por cizalladura, son las dos acciones básicas que definen la perforación rotativa. (27)

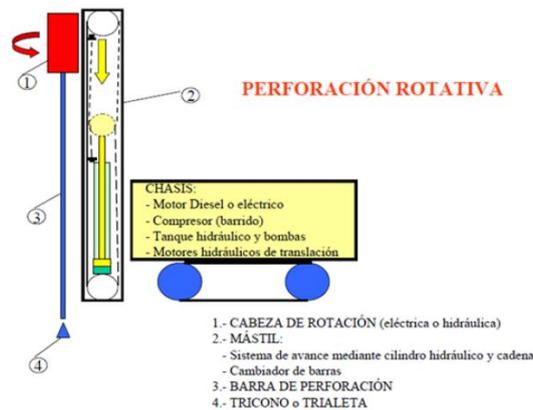


Figura 6. Esquema de los componentes de la perforación rotativa

La Figura 6 muestra esquemáticamente los distintos componentes que incorporan los equipos que se utilizan para este tipo de perforación y que son similares a los mencionados para la perforación rotopercutiva, salvo en lo que se refiere al sistema de avance pues, al requerirse mayores fuerzas de empuje, este suele estar constituido por un sistema de cadena y/o cilindros hidráulicos.

Dependiendo del tipo de útil que se emplee, existen dos variantes distintas de perforación rotativa: perforación rotativa por corte (con trialeta, boca de tenedor, etc.) y perforación rotativa con tricono. Existe además una tercera variante, que es la perforación con corona de diamante que suele añadir la abrasión a las acciones de compresión y cizalladura antes mencionadas. Este sistema es el que generalmente se emplea para los sondeos con extracción de testigo y que se abordarán más adelante. (27)

2.3.2.2. La voladura

Voladura es disponer de un conjunto de barrenos, en cuales una carga de explosivos ha sido colocada y se inicia mediante una secuencia para lograr su desplazamiento y fragmentación deseada, pero sin afectar elementos ajenos a la voladura.

Existen diversos tipos de voladura, pueden ser en interior o bien a cielo abierto, cada uno posee características distintas. En estos tipos se debe de tomar en cuenta distintos conceptos como:

- Disposición de barrenos: se trata de ubicar los barrenos en el proceso voladura.
- Carga de explosivo: se refiere a la cantidad de explosivos por cada barreno.
- Secuencia: se refiere a la manera de colocar la detonación de los barrenos.
- Fragmentación: se refiere a la manera en que se distribuyen los tamaños de la pila de la roca en voladura.
- Desplazamiento: se trata del movimiento de la pila de roca volada.
-

A. Factores que influyen en la voladura

Antes de que se haga el cálculo de la voladura rocosa se necesita diferenciar entre factores que influyen o actúan sobre el proceso y vienen impuestos por condiciones ajenas que no pueden ser cambiados. Estos factores son:

a) Factores influyentes en el rendimiento de la voladura

Estos factores tienen la misión de evaluar el rendimiento correcto de una voladura, se debe de tomar en cuenta:

- Cantidad correcta de energía. Es decir, calcular correctamente la cantidad de explosivo.
- Distribución correcta de energía. Una mala distribución de los explosivos podría afectar a elementos ajenos de la voladura.
- Confinamiento correcto de energía. Se trata de que los gases generados se confinen en los barrenos, de modo de la energía perdida sea mínima.

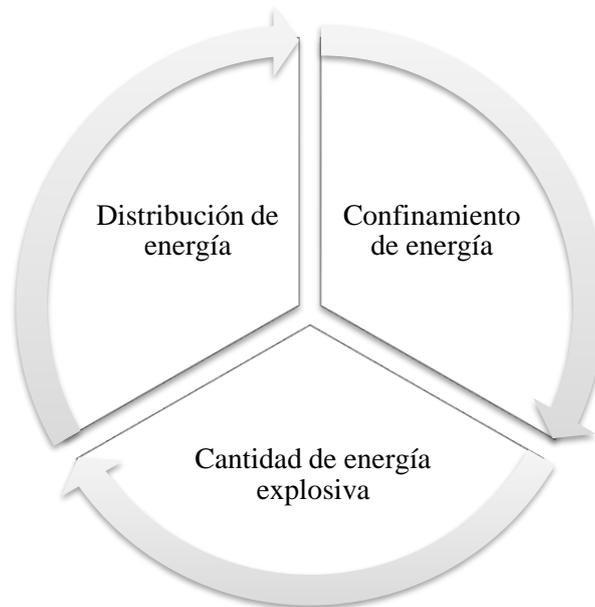


Figura 7. Parámetros influyentes en el rendimiento de la voladura

b) Factores geométricos

También, en el proceso de voladura, se debe de tomar en cuenta:

- Altura de banco
- Inclinación de barreno
- Diámetro del barreno o de la carga
- Número de barrenos
- Longitud de barreno
- Distribución de los barrenos

c) Factores inherentes

- i. **Inherentes a la roca.** Se trata de las características propias de la roca a ser volada, entre ellos están:
 - Nivel de densidad de la roca
 - Dureza o resistencia de la roca
 - Velocidad sísmica de la roca o macizo rocoso

- ii. **Inherentes al explosivo.** Se refiere a las características del explosivo empleado para la voladura. Estos son:
 - Nivel de densidad del explosivo

- Potencia del explosivo
- Secuenciación de la voladura.
- Presión de detonación
- Velocidad de detonación
- Carga de explosivo

B. Voladura en minería superficial

Este tipo de voladura se refiere a las labores de explotación minera en tajos abiertos, obras de ingeniería civil, bancos de canteras, excavaciones, zanjas, construcción de canales, cortes a medias laderas, entre otros. (28)

- i. **Voladura en bancos.** Estas son excavaciones parecidas a escalones en terreno. Se caracteriza por poseer dos caras libres, la frontal y la superior. (28)
- ii. **Voladura en tajos.** Lo que se busca en una voladura es maximizar la eficiencia, minimizar los costos y poseer mayores niveles de seguridad, estos se caracterizan por (28):
 - Grado de fragmentación realizada.
 - Rango y esponjamiento de desplazamiento.
 - Volumen cargado y tiempo de operación del equipo.
 - Avance del corte, geometría del nuevo banco; pisos, estabilidad de taludes frontales.
 - Otros aspectos que son observados para evaluar los disparos después que se determinan los costos de acarreo y voladura.

La voladura en minería superficial es la más empleada en canteras, minas de materiales, obras civiles, etc. La voladura superficial tiene en cuenta el material a extraerse, la maquinaria a utilizar, las condiciones geológicas, la cantidad de roca, etc. El diseño de la voladura se da con la valoración de la longitud, diámetro, estabilidad y rectitud del terreno en que va a perforar. De tal perforación se obtienen los barrenos y se introducen los explosivos, conjuntamente hacen que la variación inicial se establezca y controle la detonación. (29)

iii. **Explosivos utilizados en la explosión de minas en superficie.** Más del 90% de las formulaciones de agentes explosivos y explosivos domésticos generalmente utilizados son a base de nitrato de amonio (AN). Una mezcla de nitrato de amonio y aceite combustible, comúnmente conocida como ANFO, ganó aceptación para la voladura en minas de superficie. Las principales ventajas de ANFO están relacionadas con la seguridad, la economía y la facilidad de manejo en comparación con los altos explosivos basados en nitroglicerina (NG). Se usaron varias formas de altos explosivos a base de NG en la voladura de superficie antes de la introducción de ANFO.

iv. **Protocolo genérico para cargar y disparar explosivos en minas de superficie:**

Uso de explosivos

Uso:

En superficie

Control de operaciones de voladura

Solo personas capacitadas y con experiencia en la manipulación y uso de material explosivo dirigirán las operaciones de voladura y las actividades relacionadas con ella.

Los aprendices y personas sin experiencia solo trabajarán en presencia de personas capacitadas y experimentadas en la manipulación y uso de material explosivo.

Protección del material explosivo

Los explosivos y agentes de voladura deberán mantenerse separados de los detonadores hasta el momento de iniciarse la carga.

El material explosivo deberá protegerse de impactos y temperaturas que excedan los 150 °F (66 °C) al ser llevado al área de voladuras.

Preparación de la iniciación

Las primas (iniciadores) solo deberán confeccionarse al momento del uso y en un lugar lo más próximo posible al área de voladuras, conforme las condiciones lo permitan.

Las primas deberán prepararse con el detonador contenido, seguro y completamente dentro del explosivo, o contenido seguro y adecuadamente, conforme a diseño, en el túnel o cavidad del fulminante.

Cuando se usa cordón detonante para iniciar otro explosivo, se deberá preparar otra conexión con el cordón detonante en contacto con el explosivo, a través de enhebrado de dicho cordón a través del explosivo, o mediante una unión firme de los mismo, o por algún otro método.

Protección de la prima (iniciador)

No deberá taconear directamente sobre el primer. Si los cartuchos de explosivos o agentes de voladura exceden las 4 pulgadas (10,2 cm) de diámetro, no deberán dejarse caer sobre el primer, excepto cuando el taladro esté lleno, de agua, o bajo agua.

Material explosivo no usado

El material explosivo no usado deberá trasladarse al polvorín, bajo una lista de devolución, tan pronto como sea posible después de que se hayan completado las operaciones de carga.

Carguío y voladura

No deberán conducir vehículos y equipos sobre material explosivo o sistemas de iniciación en forma tal que se pueda hacer contacto con el material o sistemas o crear, de alguna otra manera, un peligro.

Una vez que se inicia la carga, la única actividad permitida dentro del área de voladura será la actividad directamente relacionada con la operación de voladura y

una ocasional actividad de transporte cerca de la base del talud que está siendo cargada, cuando no exista ningún otro acceso para el transporte.

La carga deberá ser continua, excepto en los casos de emergencia, cambios de turnos y hasta dos turnos de inactividad consecutivos.

En la voladura eléctrica, antes del enganche a la fuente de poder y, en la voladura no eléctrica, antes de la unión con un dispositivo de iniciación, deberán retirarse todas las personas del área de voladura, con excepción de aquellas que se encuentran en un refugio antivoladuras o algún otro lugar que proteja del choque de concusión (onda de explosión) del material por lanzarse o de los gases.

Luego de complementar la carga y la conexión de los circuitos, el disparo de las voladuras deberá realizarse sin retardos indebidos.

Antes de disparar una voladura:

Se deberá dar una advertencia amplia para permitir la evacuación de todas las personas. Se deberá despejar todas las rutas de salida para las personas que dispararán la serie de taladros.

Se deberá proteger las rutas de acceso al área de voladura o colocarse barricadas para evitar el paso de personas o vehículos.

No deberá reanudarse ningún trabajo en área de voladuras hasta que se haya efectuado un examen posterior a la voladura que se refiera a los potenciales peligros relacionados con dicha operación; dicho estudio deberá ser conducido por una persona que cuente con capacidad y experiencia que la califiquen completamente para realizar la tarea asignada.

Carguío con barrenos

El material explosivo no deberá cargarse en los taladros con el equipo de barrenos u otros dispositivos que podrían extraerse mientras contienen material

explosivo. Está permitido el uso de manguera de carga, mangueras de anillo o tuberías de anillo.

Requerimientos de petróleo Diesel para el ANFO

Los combustibles de hidrocarburos líquidos con puntos de inflamación menores que el del aceite Diesel N.º 2 (125 °F/52 °C) no deberán utilizarse para prepararse el nitrato de amonio - petróleo Diesel; pero sí se podrán usar combustibles Diesel con punto de inflamación no menores de 100 °F (38 °C) a temperaturas ambientales por debajo de 45 °F (7 °C).

El aceite residual, incluyendo el aceite de cárter, no deberá usarse para preparar ANFO.

Con el objeto de maximizar el calor óptimo de explosión y la energía producida por el explosivo, y para minimizar los gases venenosos producidos, el ANFO deberá mezclarse en cantidades de 94% de AN a 6% de FO por peso.

Periodo de espera para un tiro cortado

Cuando se sospecha de un tiro cortado, las personas no deberán ingresar en el área de voladura por un lapso de 30 minutos, cuando se usa fusible de seguridad y fulminantes; o por un lapso de 15 minutos, cuando se usa cualquier otro tipo de detonadores.

Manejo de tiros cortados

Se deberán examinar las caras y los montones de roca volada para detectar tiros cortados después de cada operación de voladura.

En el área afectada, solo se deberá permitir el trabajo necesario para retirar un tiro cortado y proteger la seguridad de los mineros involucrados en la remoción, hasta que se haya dispuesto del tiro cortado de una manera segura.

Cuando no se pueda disponer de manera segura de un tiro cortado, todo acceso al área afectada por este evento deberá llevar fijado un letrero de advertencia en un lugar visible, en el cual se indique que el ingreso está prohibido; se deberá informar de la situación inmediatamente a la gerencia de la mina. (30)

- v. **Peligros de la voladura de superficie.** Los riesgos de las voladuras en la superficie se deben principalmente a la falta de seguridad en el área de las explosiones, a las rocas volátiles, a las explosiones prematuras y al fallo de encendido. La voladura generalmente implica dos propósitos:
- Fragmentación de rocas y desplazamiento de la roca fracturada.
 - El desplazamiento de la roca fracturada depende de los parámetros de diseño del disparo, las condiciones geológicas y las limitaciones de la minería. No se espera que la roca fragmentada viaje más allá de los límites (500 m) del área de la explosión. Esto corresponde a cumplir con los procedimientos de perforación y voladura de la minera Chinalco Perú SA. (31)

C. Optimización de voladura

Optimizar las explotaciones mineras en superficie se refiere al aumento de vida de los distintos proyectos, explotación de recursos minerales, aumento de explotación de los recursos, obtener mayores niveles de utilidad, etc. Esto va en función al diseño y el planeamiento mineros, se debe tener en cuenta que las voladuras y perforación afectan los costos de operación directa y los costos totales operativos. (32)

La voladura libera una enorme cantidad de energía para fragmentar y desplazar rocas en muy poco tiempo. La explosión debe diseñarse de modo que la energía liberada por la detonación realice un trabajo útil. Cualquier desequilibrio entre la distribución de la energía explosiva, la fuerza geomecánica de la roca circundante y el confinamiento crea una posible condición peligrosa al canalizar la energía a través del camino de menor resistencia. Tal desequilibrio puede propulsar la roca volcada más allá del área de la explosión y crear un potencial de lesiones graves y muertes. Los estudios de caso enumerados en el Apéndice A subrayan este

problema. Los supervisores de perforación y voladura deben seguir los procedimientos requeridos por los estatutos locales, estatales e internacionales para protegerse contra consecuencias catastróficas. (31)

En minería, la optimización de la voladura se da por medio de evaluar y analizar cada operación requerida para que se extraigan los recursos minerales. Estas operaciones se refieren a la perforación y voladura; estos métodos de arranque de material son los más utilizados ya que ofrecen mayores niveles de arranque de material en un tiempo más corto. El empleo de estos puede darse tomando en cuenta las distintas propiedades mecánicas y físicas, además de ofrecer una mejor fragmentación de material. (32)

Lo que se desea en un proceso de voladura es (28):

- Obtener una fragmentación óptima
- Minimizar el daño al macizo rocoso
- Mejorar en la estabilidad de taludes



Figura 8. Características de una voladura ideal
Fuente: Suasaca, 2014

Una voladura optimizada requiere de:

- Maximizar los niveles de productividad
- Disminuir el costo requerido por tonelada
- Maximizar el tamaño de la voladura



Figura 9. Voladura ideal
Fuente: Suasaca, 2014

D. Elementos o parámetros para el diseño de voladura en bancos

Estos elementos deben de tomarse en cuenta para calcular el diseño de disparos. Se debe de tomar en cuenta las características físicas de la roca:

- Dureza
- Fisuramiento
- Densidad
- Resistencia a deformación
- Rotura, etc.

Otros factores que pueden ser modificados son (28):

- **De tiempo:** se refiere a los tiempos de retardo entre taladros, y los niveles de secuencia de salidas de los disparos.
- **Geométricos:** largo del banco, altura, cara libre, talud, ancho, etc.
- **De carga:** longitud de taco, densidad, propiedades fisicoquímicas del explosivo, columna explosiva.
- **De perforación:** longitud y diámetro del taladro, malla.

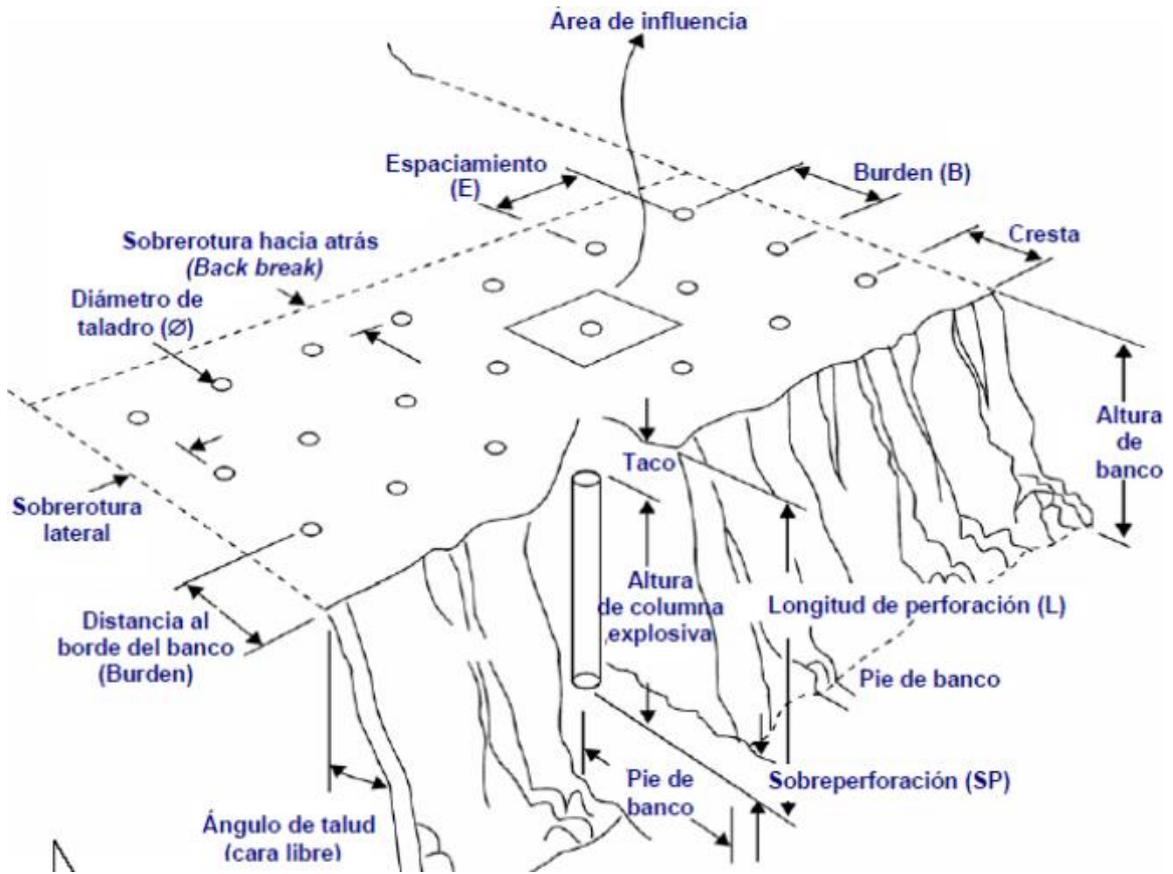
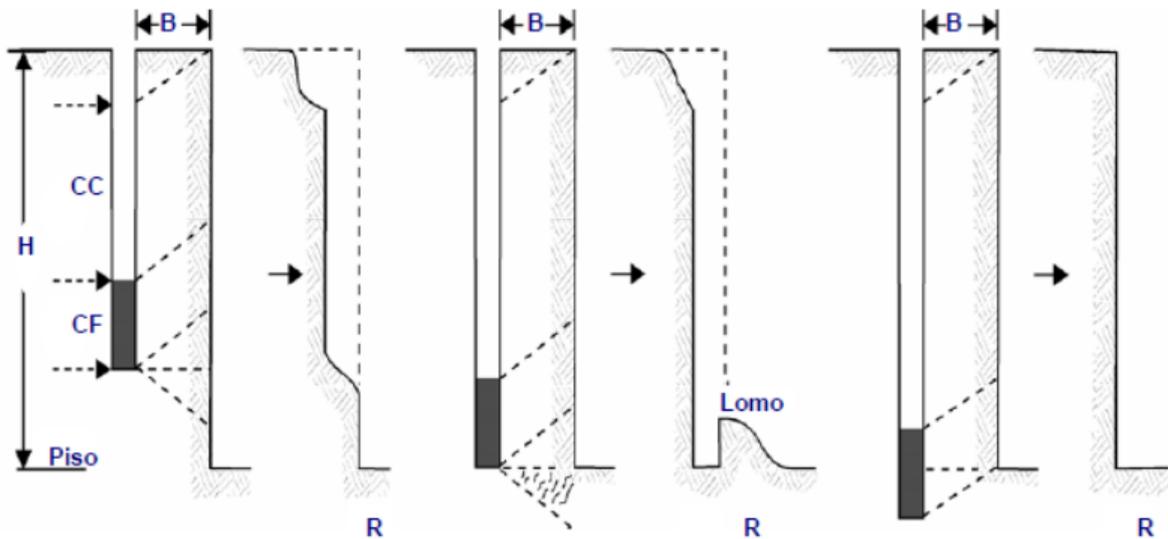


Figura 10. Elementos de una voladura en bancos
 Fuente: Suasaca, 2014



A. Taladro corto B. Taladro al piso C. Con sobreperforación
Figura 11. Ejemplos de profundidad de taladros y carga de fondo respecto al piso y la cara libre

Fuente: Suasaca, 2014

2.3.2.3. Factores influyentes en la rotura de la roca

Los factores son diversos y tienen una influencia directa, entre estos principales factores se puede mencionar aquellos relacionados intrínsecamente a la roca o bien elementos propios de los explosivos utilizados. (33)

A. Características de la roca

Cada tipo diferente de roca responde de manera distinta a un explosivo detonador en cuanto a la primera etapa en que se forman las fisuras el cual origina la fragmentación y rotura. Este fenómeno está relacionado con la volabilidad de la dureza de una roca; es decir, una roca con mayor dureza requiere más cantidad de explosivos. Otro aspecto es la fragilidad de la roca, ya que existen rocas duras, pero frágiles o viceversa. Por otro lado, están las rocas blandas elásticas que se pueden deformar sin llegar a fisurarse. En suma, las rocas sumamente duras rompen bien, mientras las blandas apenas y se logran fragmentar.

Por otro lado, un aspecto a contar es la forma de su rotura, explicado por su estratificación o configuración propio de macizo rocoso. La existencia de discontinuidad en los planos, fisuras existentes y su estratificación formada facilita en la forma que los gases actúan al momento de trabajar en ellas, además de las creadas producto de las ondas detonantes.

B. Características del explosivo

Cada clase de explosivo tiene una fórmula distinta que otorga un comportamiento distinto de acuerdo con el modo de su uso. Tales parámetros que influyen más en el mecanismo de fragmentación son:

- i. **Presión de detonación.** Las detonaciones con mayor elevación son a explosivos de densidad alta y además su crecimiento se da con el cuadrado de la velocidad de su detonación. Este tipo de presión en la detonación es el encargado de generar la fisura inicial y se puede observar que posee un mayor efecto en explosivos rompedores.

- ii. **Volumen de gases.** De la misma manera que la etapa de fisuración, la segunda etapa para romper la roca depende del volumen de gases que se produce en los explosivos.
- iii. **Impedancia.** Si la impedancia del explosivo hacia la roca se encuentra más cerca, la onda detonante se transmite mucho mejor. Para hacer una buena elección del explosivo es vital hacer concordar la impedancia de la roca con la del explosivo.

2.3.2.4. Análisis de la granulometría

El análisis granulométrico de un material (suelo, roca y/o mineral) es una herramienta comúnmente empleada para caracterizar las distribuciones de tamaño de las partículas que lo componen. La importancia de dichos análisis recae en su aplicabilidad en la optimización de procesos en la industria, debido a los requerimientos de separación de elementos para su posterior tratamiento y/o beneficio que permiten la extracción eficiente de los minerales. Además, una buena caracterización del material y la determinación del tamaño óptimo de este, permiten una reducción de costos en la energía utilizada en la planta de beneficio, al igual que una maximización de la productividad en el tratamiento de los minerales. Por estas razones, el aprendizaje de los métodos para realizar dicho análisis y la buena interpretación de los resultados obtenidos se hacen necesarios para su posterior uso en la industria en general, reconociendo el alcance de la caracterización de sistemas particulados en la obtención de minerales. (34)

El análisis del tamaño de la granulometría es una técnica analítica típicamente realizada dentro de las ciencias de la tierra e implementada como un estudio de laboratorio de rutina. (35) Uno de los métodos empleados es el uso de software como lo es el *Split Net Engineering*, que a continuación se procede a describir:

Para el uso del *Split Net*, es importante que se capturen las imágenes de una manera sistemática de modo que los resultados representen de manera real la curva de tamaños del material en cuestión. Se deben de utilizar métodos

consistentes a todas las muestras de modo que se pueda hacer comparaciones válidas entre diferentes sitios de interés. Se debe desarrollar un esquema fijo de adquisición de imágenes en varias escalas y en varios lugares, asimismo es importante apegarse a este esquema consistentemente para evitar introducir desviaciones en la información de tamaños.

Es imprescindible capturar imágenes que cubran la totalidad de la superficie de interés. Las imágenes no deben ser del mismo lugar más de una vez, de modo de que no afecten los resultados con repeticiones u omisiones. Todo lo que está visible en la imagen es lo que puede ser medido y que abajo de la superficie puede haber material de diferentes dimensiones. La superficie de una pila de material en bruto no debe de ser usada para calcular el tamaño del material de dicha pila, sino que representa solamente la superficie de esta. Es recomendable que se permita que la retroexcavadora avance hasta cerca de la mitad de la pila de material en bruto para tomar imágenes que representen a la totalidad de dicha pila. En caso de que solamente se puedan tomar imágenes de la superficie de la pila sin excavar, asegúrese de solo comparar los resultados con imágenes similares. La cantidad de finos es determinada con las imágenes de mayor amplitud (aquellas que cubren una mayor área), la curva de tamaños de dichos finos es calculado con las imágenes de mayor acercamiento. Es necesario que las imágenes de mayor amplitud incluyan materiales finos y no solamente grandes rocas, de otra forma los resultados pueden ser erróneos. Se debe tener cuidado con los cambios de geología dentro del área de interés ya que la mayoría de los investigadores están interesados en la curva de tamaños dentro de una determinada geología.

La técnica

Para eliminar la distorsión de lado a lado, todas las imágenes deben tomarse perpendiculares a la línea del dedo del pie de la pendiente. Para eliminar el error de escala vertical, las bolas de escala deben colocarse de manera que las bolas se crucen con el plano de los materiales pendientes. O use la aplicación *Split Camera* que estima la pendiente de la pila de *muck*.

Para pilas de material en bruto, tome 3 escalas de imágenes: 1) gran escala (20 X 20 pies) incluyendo cantos rodados y áreas de finos, este rango de escala es para obtener resolución sobre el material de arriba 8 pulgadas; 2) escala media (10 X 10 pies) de regiones típicas de material de 2 a 8 pulgadas y; 3) la escala pequeña (1.5 X 1.5 pies) se amplía en imágenes de muestras representativas del material más fino, típicamente menos de 2 pulgadas.

Con la aplicación *Split Camera*, no hay capacidad de zoom, por lo que todas las imágenes serán adquiridas a mediana escala. Se pueden adquirir imágenes a pequeña escala con la aplicación si es necesario. Si no está interesado en la distribución del tamaño de la escala más pequeña de material y nos complace aceptar una curva de Schuhmann o Rosin-Rammler en este rango, usted puede omitir tomar las imágenes a pequeña escala. Si estás interesado en tomar a pequeña escala, es importante usar un nivel de objeto para el plano del material y no elevado sobre el suelo; esto resultaría en que la escala esté más cerca de la cámara lente que el material, produciendo una tergiversación de la distribución de tamaño real. Una buena escala para la imagen a pequeña escala es una regla. (36)

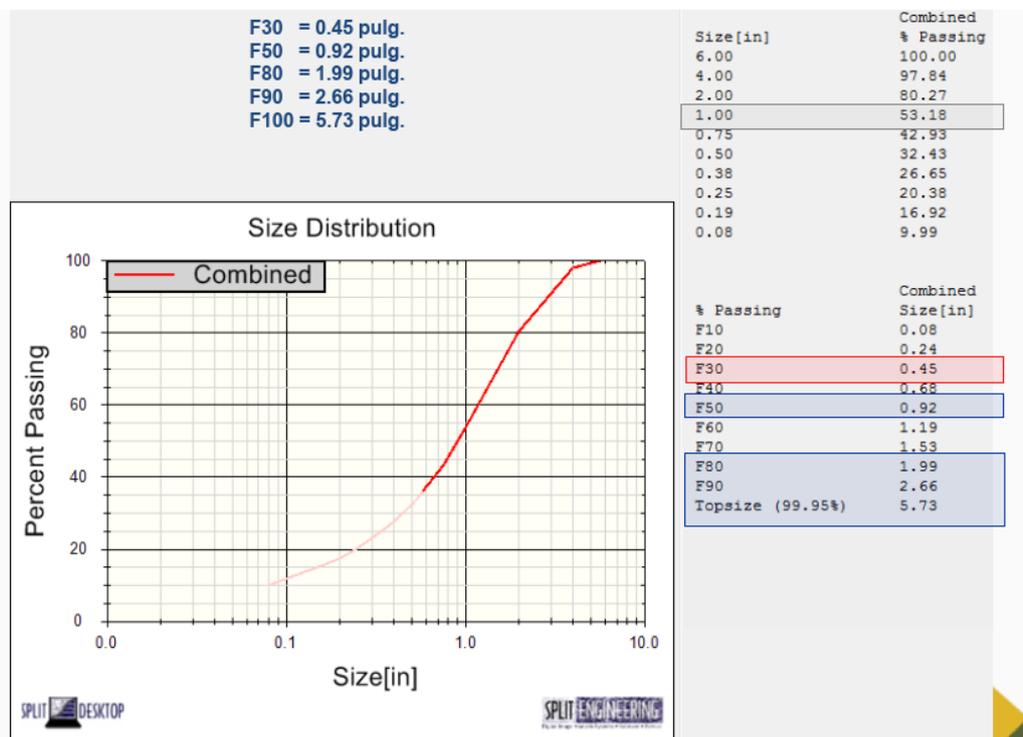


Figura 12. Curva granulométrica aplicado con Split Net
Fuente: EXSA, 2019

2.3.2.5. El uso de *pebbles* en la minería

Los materiales *pebbles* en la minería surgieron a modo de optimizar el proceso de voladura y mejorar la granulometría de esta. La teoría generalmente aceptada del proceso de voladura puede usarse para describir los eventos que ocurren en la fragmentación. Sin embargo, la energía y el marco de tiempo durante el cual tiene lugar esta partición de energía requiere un medio para limitar esta liberación de energía para que se realice un trabajo útil. Esta energía liberada tomará la línea de menor resistencia a la presión más baja de la atmósfera, es decir. ventilación de los gases a la atmósfera. El papel del material de derivación es minimizar la reducción en este nivel de energía hasta que el material de confinamiento haya comenzado a moverse cuando se produzca la ventilación a la atmósfera a través de grietas en la carga. (37)

Una configuración típica de barrenos consiste en un orificio perforado en el material de confinamiento a la profundidad deseada y la ubicación correcta. Luego se coloca un dispositivo de iniciación y el explosivo en el orificio al nivel requerido y el material de derivación se coloca encima del explosivo. Si no se coloca material proveniente sobre la carga explosiva para limitar la energía liberada para realizar un trabajo útil, se producirá ruido, rocas y un uso ineficiente de la energía liberada. El explosivo se detona y el material de carga se mueve en la dirección diseñada. Aunque el proceso de detonación es casi instantáneo, el efecto sobre el material de confinamiento toma un tiempo limitado antes de, por ejemplo, que comience el movimiento. (37)

Cuando se inicia un explosivo se forman dos tipos de energía, estos son: energía de choque y energía de gas. Ambas energías reaccionan con y sobre el material de confinamiento para realizar un trabajo útil en la fragmentación y el movimiento de carga. Si se deja el pozo abierto por encima de la carga explosiva, los parámetros anteriores (energía de choque, energía de gas, etc.) serán ineficaces. La presión del gas se liberará prematuramente a la atmósfera, lo que provocará un desperdicio de energía en el proceso de fragmentación. Aunque ocurrirá fragmentación y movimiento, el resultado deseado estará lejos de ser aceptable,

causando muy poco movimiento de material y fragmentos grandes que podrían requerir la necesidad de más voladuras secundarias. Acompañado de voladuras ineficientes cuando no se utiliza la derivación es el aspecto ambiental de la explosión, ruido. o explosión sobre la presión. Una forma en que la energía se manifiesta en el proceso de voladura en la atmósfera es el ruido o la explosión sobre la presión, que puede ser un motivo de preocupación cuando los vecinos están muy cerca de la operación de voladura. Si se puede reducir este ruido, se puede agregar al trabajo útil total realizado por la explosión en la fragmentación y el movimiento.

Cuando el material *pebbles* proveniente de planta se coloca en la parte superior del explosivo en el pozo, en efecto sella los gases explosivos de la atmósfera, por lo que absorbe energía en el material de confinamiento antes de que sea posible escapar a la atmósfera. La cantidad o la altura del material proveniente colocado encima del explosivo es importante para el resultado final de la explosión. Si la carga explosiva está enterrada profundamente en el suelo y la distancia a una superficie libre es grande, la pulverización cercana a la carga y el agrietamiento serán el único resultado. Algún movimiento o movimiento superficial podría ser evidente si la carga está cerca de la superficie. Cuando se selecciona la distancia de carga para optimizar el movimiento del material de confinamiento y la altura del tallo es la misma o un poco más alta, los gases explosivos quedan atrapados en el material de confinamiento el tiempo suficiente para realizar un trabajo útil. Este útil trabajo se manifestará en forma de una óptima fragmentación y movimiento, y la pila final será ideal para el equipo de excavación que se utilice. (37)

2.3.2.6. Cálculo del porcentaje de finos

El cálculo del porcentaje de finos se determina mediante la siguiente fórmula propuesta según fuentes bibliográficas donde toman como base la masa retenida en las mallas con abertura menor para la que está diseñada un equipo.

$$F = \frac{c}{b} \times 100$$

Donde:

F= Porcentaje de finos (%)

c= Masa de la muestra inicial (g)

b= Masa de finos del tamizado (g)

Otra manera de medir el porcentaje de finos es (38):

$$F = \frac{\text{Masa nateral que pasa por la Malla}}{\text{Masa inicial de la muestra}} \times 100$$

2.3.2.7. Cálculo de la retención de energía

A. Energía de tensión

Se trata de la energía de tensión, llamado también presión de detonación, durante el proceso de detonación de un explosivo se genera una onda de choque, la cual es portadora de una presión característica que se trasmite al medio que lo rodea y que se denomina presión de detonación. Este parámetro está relacionado con la velocidad de detonación y con la densidad del explosivo, mediante la siguiente expresión. (39)

$$E_T = \frac{4.18 * 10^{-7} * \delta_{\text{explosivo}} * (VoD)^2}{1 + (0.8 * \delta_{\text{explosivo}})}$$

Dónde:

- ET: energía de tensión (kbar)
- δ : densidad del explosivo (g/cm³)
- VoD : velocidad de detonación (pies/seg)

Una alta presión de detonación da una fuerte onda de choque y por consiguiente un alto poder de fracturamiento, que es muy importante para la fragmentación en rocas muy competentes, es decir ejerce una fuerza de fragmentación sobre la roca. (1kbar = 100 MPa)

B. Energía de explosión

También llamado volumen específico de gases o presión de explosión, esta manifiesta su influencia en el empuje y desplazamiento de la roca y aunque también es una característica de cada explosivo, por estar relacionada con su composición

química que influye es su valor el grado de confinamiento del explosivo dentro de la voladura, así como el nivel de iniciación. (39)

C. Energía total entregada por el explosivo

La energía total entregada por el explosivo en la detonación según los investigadores es del 80% del calor de explosión. Por lo tanto, la corrección que se realiza es la siguiente (39):

$$\Delta E = 0.8 * Q_E$$

Dónde:

- ΔE : energía total entregada por el explosivo (erg./kg)
- Q_E : calor de explosión (erg./kg)
-

A. Factor de energía

El factor de energía es un parámetro que nos permite determinar la cantidad de energía usada para fragmentar una tonelada de mineral o un metro cúbico de material estéril (en el movimiento de tierras), y se puede usar la siguiente relación (39):

$$\text{Factor de energía} = \frac{(\text{Kcal}) \text{ de energía}}{\text{TM o m}^3 \text{ de material fragmentado}}$$

2.3.3. Programa SPLITNET

Se requiere la captura de imágenes de forma sistémica de manera que los resultados puedan representar la curva de tamaños del material analizado. Deben de emplearse métodos adecuados para todas las muestras de manera que se puedan realizar las comparaciones en los diversos puntos de interés. Se debe de realizar un esquema acerca de la toma de imágenes en distintas escalas y en distintos lugares y debe de tratar de apegarse a este esquema para que se evite la introducción de desviaciones a los datos de tamaños.

Se tiene que tomar imágenes que abarquen toda la superficie en la que se está interesado. Estas imágenes no deben de contener el mismo lugar más de una vez, para no tener errores de repetición. Se debe de tener en cuenta que lo que está visible en las imágenes es lo que se podrá medir, bajo la superficie pueden existir materiales de distintas dimensiones. La superficie de un cierto material no debe de emplearse para su cálculo, ya que este solo representa a la superficie de esta misma. Se recomienda permitir que la retroexcavadora se encuentre cerca de la mitad del material en bruto para la toma de imágenes que puedan representar el total de la pila. Si solo se puede capturar imágenes de la superficie de la pila sin excavar debe de asegurarse de que se comparen los resultados con imágenes similares.

El número de fino se establece de acuerdo con las imágenes de amplitud mayor (las que cubren la mayor parte), con las imágenes que tienen un mayor acercamiento se calculan las curvas de tamaños de los finos. Por lo tanto, se debe de asegurarse que las imágenes con amplitud mayor abarquen los materiales finos y no solo las rocas de gran tamaño, de otro modo los resultados pueden ser erróneos.

Se debe tener cuidado con las variaciones geológicas en el campo de interés ya que varios investigadores se interesan en la curva de tamaños dentro de una cierta geología.

2.3.3.1. Técnica

Para la eliminación de las distorsiones de margen a margen, se deben de tomar las imágenes de manera perpendicular a la pendiente del área. Las bolas de escalamiento deben de estar ubicadas a lo largo de la pendiente del material, para evitar errores de escalamiento.

Para las pilas de material en bruto, se debe de tomar imágenes de 3 acercamientos diferentes: la primera escala debe de incluir rocas grandes y áreas de finos (área aproximada de 20 X 20 pies); la segunda escala debe de incluir materiales de 2 a 10 pulgadas (10 X 10 pies) y la tercera escala debe de tener un

acercamiento a los materiales representativos del material fino (1.5 X 1.5 pies). Si no necesita la curva de tamaños del material fino, omita la captura de imágenes de escala pequeña.

2.3.3.2. Rango de tamaños

Todas las imágenes deben de tener los tamaños de las partículas presentes. Debe de incluirse los finos visibles, no solo las rocas de gran tamaño, para evitar errores hacia los elementos de gran tamaño.

– Iluminación de la imagen:

Las sombras y la luz directa no deben de interferir con la apariencia general de la imagen, todas las imágenes deben contar con una buena iluminación.

Debe de existir el acercamiento adecuado en las imágenes para la distinción de los fragmentos de rocas.

En la siguiente figura se observa una gran distancia, por lo que no se pueden distinguir los fragmentos adecuadamente. Además, se observa un desperdicio de espacio en la imagen como el cielo o la tierra.



Figura 13. Distancia errónea para la observación de fragmentos

– **Acercamiento:**

Se debe de acercar la imagen de manera que se pueda establecer la curva de tamaños del elemento.

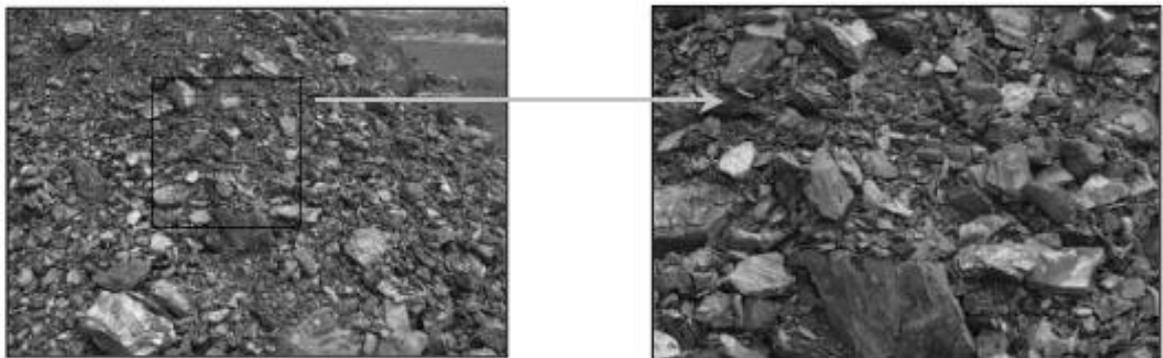


Figura 14. Acercamiento adecuado para determinar la curva de tamaños

2.3.3.3. Escalamiento

Los objetos de escalamiento de dimensiones conocidas deben de encontrarse presentes en todas las imágenes de manera se determine la escala y la pendiente cuando estas son analizadas. La supuesta variación del tamaño del objeto en la

parte alta de la imagen según el elemento de la parte baja de la imagen, este se emplea para que se determine la pendiente.

2.3.3.4. Método de un elemento de escalamiento conocido

Para las fotos que tengan un acercamiento grande se requerirá el uso de una escala o regla como elemento de escalamiento conocido. Si solo se cuenta con un objeto conocido, y de que la distancia y la pendiente no fueron tomadas, se va a requerir una captura de imagen de manera perpendicular al plano del material que se mide. Las diferencias en escala y las distorsiones por pendientes se reducen de gran manera. Del mismo modo, la imagen debe de tomarse de forma perpendicular como se pueda del objeto de escalamiento, en especial, si el elemento no es esférico.

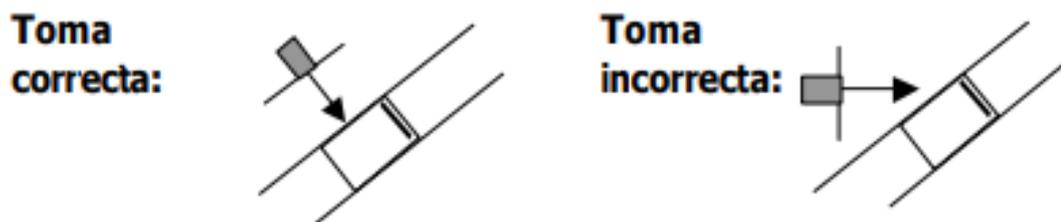


Figura 15. Forma correcta e incorrecta de la toma de un escalamiento conocido

De la misma manera, este método puede emplearse sin la toma de una imagen perpendicular al elemento, no obstante, se debe conocer la distancia a la parte más baja de la imagen y el ángulo de la pendiente del material.

2.3.3.5. Métodos de dos objetos de escalamiento conocidos

Este método debe ser empleado para las imágenes con acercamientos medios y amplias, y con pendientes muy pronunciadas. De preferencia debe de emplearse esferas de diámetro conocido. Los elementos deben de encontrarse separados en la imagen en el plano vertical todo lo posible para que se corrija el efecto de la pendiente. Las bolas grandes de hule son los mejores escalamientos, de modo que se debe de amarrar una cuerda entre las dos para que se retiren y combinadas de posición fácilmente.

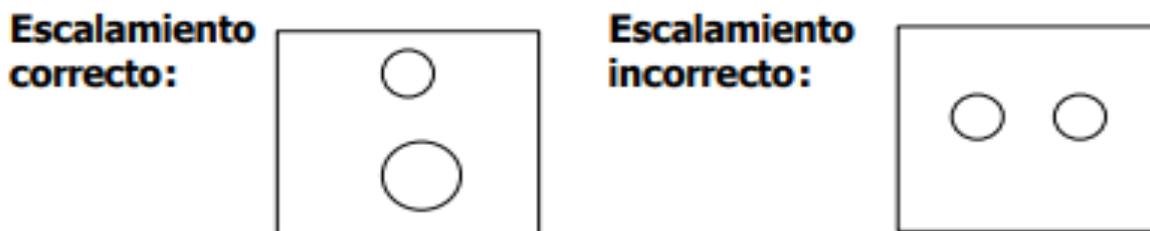


Figura 16. Escalamiento correcto e incorrecto del método de dos objetos de escalamiento

Tamaño físico del material a ser medido: si el material de la superficie es representativo de toda el área, entonces deben de tomarse imágenes que cubran a toda la superficie. Se debe determinar el área a tomarse, observando la homogeneidad del material en la superficie. Si el material se puede observar en las imágenes, no debe tomarse varias fotos. Pero si la superficie expone materia en distintos tamaños, entonces debe tomarse varias imágenes de la mayor área posible.

Se recomienda tomar fotos cuando la pala se encuentre a la mitad de la pila, ya que rara vez el material de la superficie representa a toda la pila.

2.3.3.6. Envío de imágenes a Split Engineering

A. Instrucciones para obtener las imágenes digitales en la computadora

Luego de obtener las imágenes con una cámara digital:

- Instalar un software en una computadora sobre el manejo de imágenes que viene con su cámara digital.
- Conectar la cámara a la computadora según las instrucciones de la cámara.
- Seleccionar la carpeta donde se van a guardar las imágenes.
- Guardar las imágenes en formato JPG o TIFF.

El primer formato mencionado resulta ser más pequeño y estas se transmiten más rápido al usar FTP o e-mail, *Split Engineering* podrá brindarle apoyo con preguntas sobre su cámara y sobre el proceso detallado para esta. Si no se utiliza alguna cámara digital, se debe de escanear las fotos y pasarla a un formato digital, si no se obtiene las imágenes con una cámara de video debe de usar un sujetador de cuadros de video.

B. Transfiriendo las imágenes a Split Engineering

Se debe de ingresar al website de *Split Engineering* y luego ingresar a la página de sometimiento de imágenes:

Tabla 2. Datos para ingresar en la web de Splitnet

Requerimiento	Datos
Perfil del cliente	XXXX
Nombre de usuario	XXXX
Contraseña	*****
Nombre del archivo	XXXX.JPG

- Luego debe seleccionar **Perfil de cliente**, debe ingresarse el nombre de usuario y su contraseña. Después debe hacer conexión a *Split-Net*.
- Transfiere las imágenes al servidor remoto de *Split Engineering*.
- Comuníquese con la *Split Engineering* para informar la transferencia de imágenes. Para comenzar a procesar las imágenes a tiempo.
- Solo el usuario tiene acceso a los archivos. Se negará el acceso a cualquier otro elemento del directorio. Los demás clientes solo acceden a sus archivos, con esto se logra la seguridad adecuada para las imágenes transferidas al servidor.

2.4. Definición de términos

- **Pebbles.** Los *pebbles* son guijarros extraídos en un proceso de chancado, los cuales no llegan a ser triturados, pero sí llegan a ser redondeados dentro de algún proceso de molienda minero. (13)
- **Perforación.** El principio de perforado está basado en el efecto mecánico de rotación y percusión cuyo accionar va de fricción y golpe que producen la trituración y astillamiento de la roca. El propósito de la perforación es abrir huecos cilíndricos en la roca que se denominan taladros, los cuales están destinados a hospedar los explosivos y accesorios de inicio. (40)
- **Voladura.** Se entiende por voladura la disposición de un grupo de barrenos, en los que se ha colocado una cierta carga de explosivo y se inicia con una secuencia tal que se consiguen los resultados de fragmentación y desplazamiento deseados, sin afectar a elementos ajenos a la misma.
- **Explosivos.** Compuestos químicos desarrollados para la explotación y fragmentación de objetos, rocas, etc.

- **Blast.** Significa explotar o destruir algo o alguien con explosivos, o para atravesar o golpear algo con una fuerza similar, muy fuerte.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método, y alcances de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

Como método general, se utilizó el método científico, esta se define como una técnica matemática y experimental empleada en las ciencias; más específicamente en la investigación, la técnica utilizada está en base a la construcción y prueba de una hipótesis científica. (41) En el presente estudio se empleó este método teórico porque se siguió una serie de pasos ordenados lógicamente para la culminación y logro de los objetivos establecidos.

El método específico de la investigación fue el comparativo causal, este método busca encontrar relaciones entre variables independientes y dependientes después de que una acción o evento ya haya ocurrido. (41) Como el objetivo de la investigación fue determinar si la variable independiente afectó al resultado se vio conveniente la utilización de este método.

Además de este método empleado, se hizo uso del método de la medición, ya que se requirió de información numérica sobre las propiedades causales del material *pebble* sobre la granulometría en la voladura. (42)

3.1.2. Alcances de la investigación

La investigación, en primer lugar, tuvo un alcance hacia la mina Toromocho-Chinalco. Sin embargo, los resultados logrados podrán ser replicados en otras minas aledañas, de la región, a nivel nacional e internacional que cumplan con las mismas características o se asemejen a la de minera en estudio. De igual manera el alcance temporal, se calcula para un promedio de 10 a 15 años, ya que las técnicas de voladura y reducción de granulometría se encuentran en constante progreso.

3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de estudio que se utilizó en esta investigación es aplicado, puesto que se determinó aplicar los conocimientos científicos explicando teóricamente las variables del estudio. (43) En la presente investigación se aplicaron los conocimientos científicos respecto al proceso de voladura y las propiedades del material *pebbles*.

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación se sustenta con el grado de profundidad que abarcó la variable en estudio, (11) por lo cual el nivel propuesto fue el explicativo; al respecto Sánchez y Reyes (44) sostienen que el nivel tiene como finalidad central determinar la relación causal, es decir determinar la influencia de la variable independiente sobre la dependiente. Para el estudio se analizó el efecto del uso del material *pebbles* sobre la reducción de la granulometría durante la voladura.

3.2.3. Diseño de la investigación

Es la estrategia o el plan que se aplicó a fin de lograr los datos e información deseable. El diseño de la investigación fue el preexperimental, en este diseño se analiza solo una variable y prácticamente no hay la presencia de algún tipo de control, es decir no se manipula la variable independiente y tampoco se hace uso de algún grupo de control. (45) En la presente investigación la variable a analizar

fue el uso del material *pebbles* y otros materiales más utilizados en la voladura a fin de reducir la granulometría y mejorar otros aspectos consecuentes.

De acuerdo con Espinoza (46) el tipo de diseño preexperimental tiene dos variantes, uno con post prueba y el otro con pre y posprueba. Para fines de la investigación se utilizó el diseño preexperimental con pre y posprueba.

Este diseño evaluó los efectos del uso del material *pebbles* sobre la granulometría en la voladura comparándola con una medición previamente realizada donde no se utilice el material *pebble*. El esquema es el siguiente:

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Donde:

X: tratamiento en el que aplicará el grupo experimental – Uso del material *pebble* – Variable independiente.

O₁: observación de la granulometría en la voladura antes del tratamiento, básicamente corresponde a información del año 2018 en el cual se hacía uso de material detritus.

O₂: observación de la granulometría en la voladura después del tratamiento, corresponde al año 2019 en el cual se empezó la aplicación del material *pebbles*.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

De acuerdo con Moore (47) la población es un conjunto de individuos de los cuales se requiere la información necesaria para la investigación. Como el fin de la investigación es analizar el efecto de la aplicación del material *pebbles* para la reducción de la granulometría en voladura, la población de la investigación serán todos los procesos de voladura de la mina Toromocho, Chinalco.

3.3.2. Muestra

Moore (47) dice que la muestra es la parte de la cual sacamos conclusiones sobre el total, en otras palabras, es parte de la población que examinamos en

realidad con el fin de obtener la información requerida. En el caso del estudio la muestra serán aquellos procesos de voladura de roca de la mina Toromocho, Chinalco donde se requiera hacer uso del material *pebbles*.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Los datos necesarios para el estudio se obtuvieron a través del acopio de datos con relación a la reducción de la granulometría y reducción de costos económicos en el proceso de voladura.

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

El instrumento para el acopio de datos fue una ficha de recopilación en un antes y después del experimento con relación a la reducción de costos y granulometría en el proceso de voladura.

3.5. Técnicas de tratamiento de datos

Para el tratamiento de los datos se empleó la estadística descriptiva e inferencial, a fin de obtener los resultados comparativos entre los tres tipos de materiales evaluados. Y para el contraste de hipótesis, se empleó la prueba de medias emparejadas empleando la distribución t de Student.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Proceso de voladura

La mina Toromocho ha experimentado un proceso evolutivo respecto a la voladura. El primer semestre del 2016 empieza una nueva licitación para la ejecución de las voladuras en el tajo Toromocho en el cual gana la empresa especializada en fragmentación de rocas EXSA SA, en dichas fechas se empezó a utilizar como explosivo el *Heavy Anfo* 28, 37, 46, 55 y 64. A partir del segundo semestre de 2017 se realizaron diversas pruebas en el proceso de perforación y voladura con nuevas mezclas de explosivos *Quantex* con el fin de optimizar la fragmentación en las zonas de mineral.

En noviembre de 2018 se inició con la ejecución de la optimización de la fragmentación en mina, con el objetivo de incrementar el porcentaje de finos menor a una pulgada en zonas de mineral, como resultado del proceso de voladura. Se aplicaron diversas técnicas para incrementar la fragmentación, pero en general una de ellas fue el uso de material *pebbles* en reemplazo por el material detritus. Este proceso fue realizado por el área de perforación y voladura establecida en el planeamiento de minado.

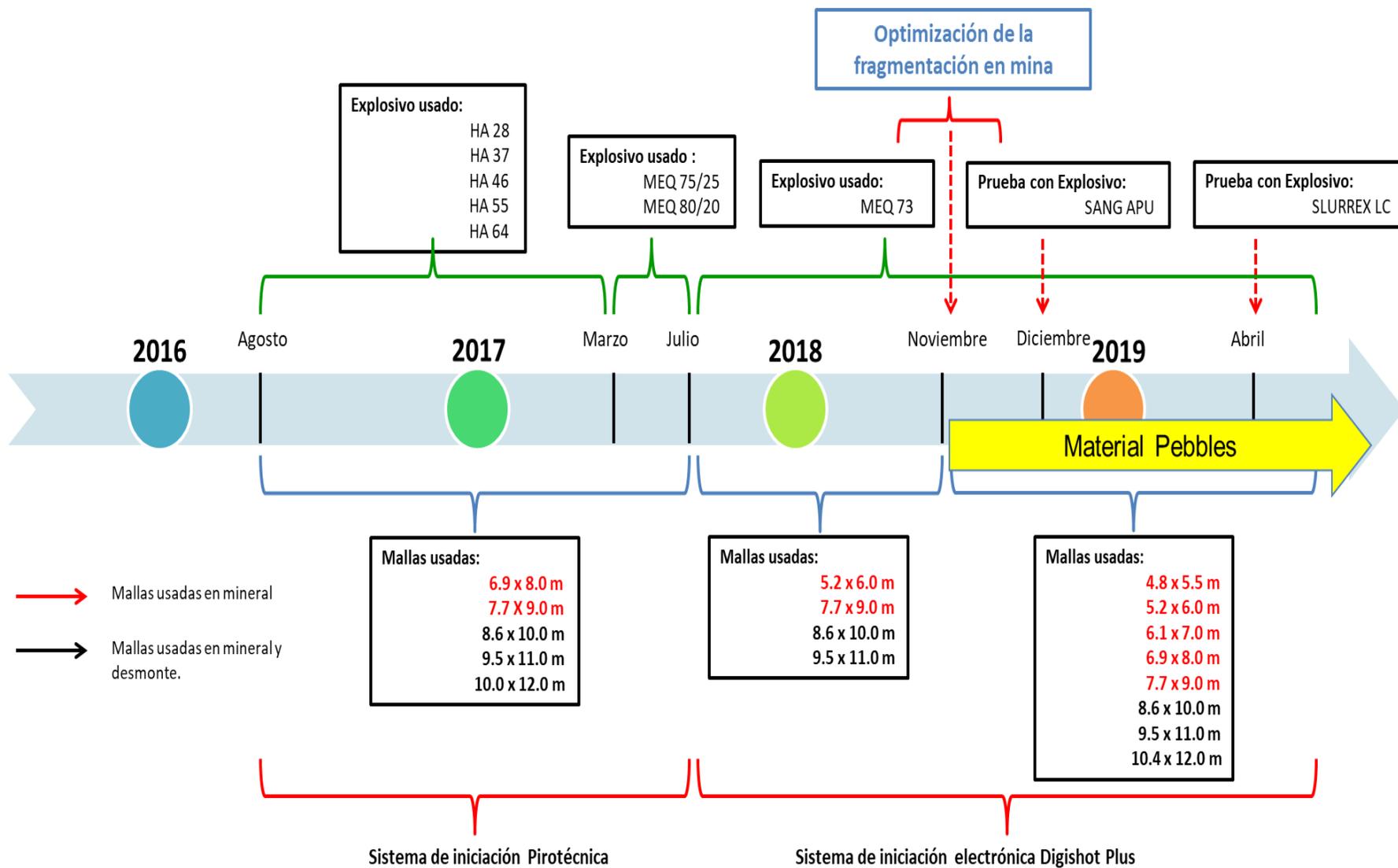


Figura 17. Proceso de voladura en la mina Toromocho

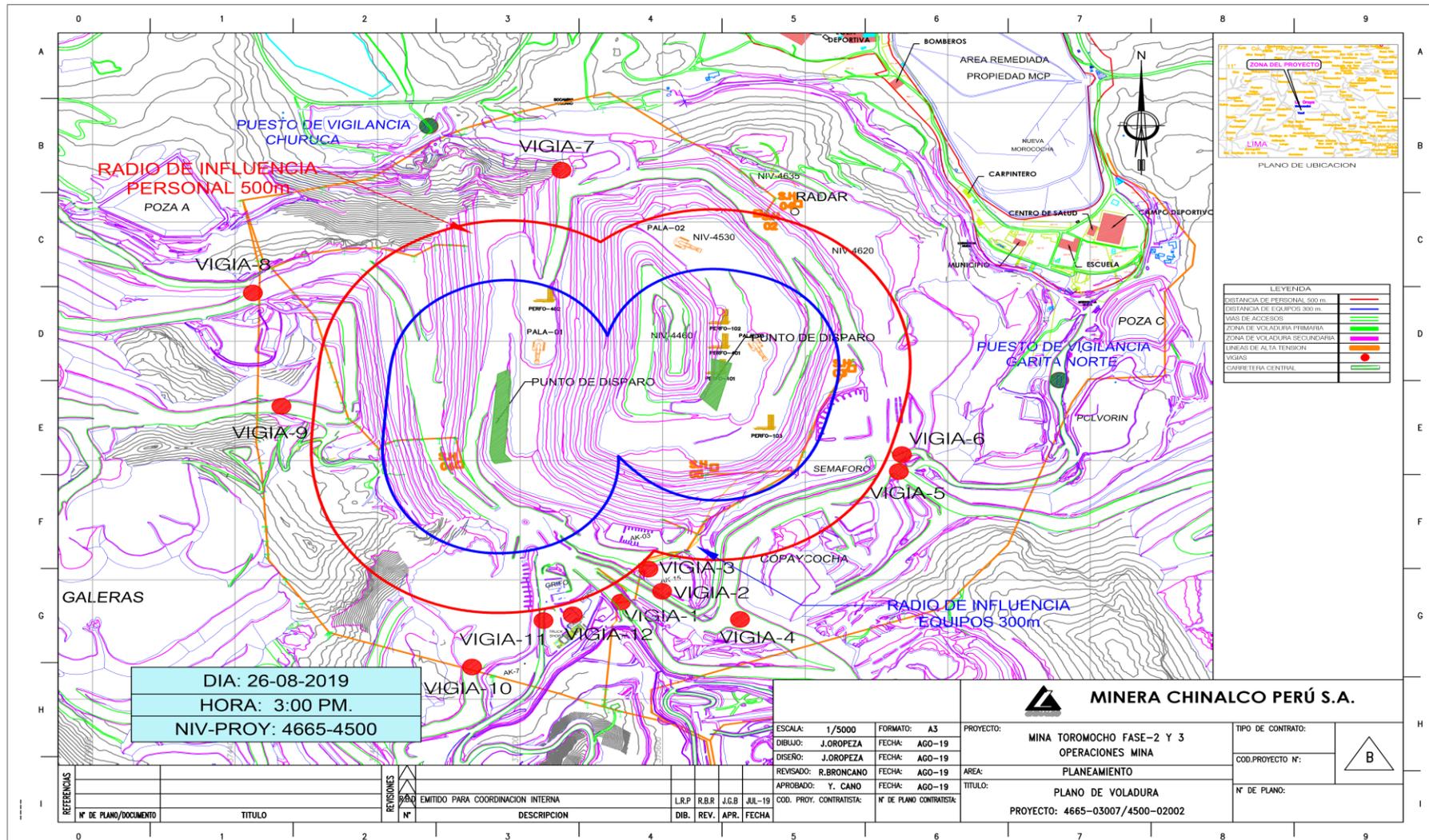


Figura 18. Área de voladura en la mina Toromocho

4.2. Uso de material de tapado de taladros

Anteriormente el tapado de los taladros se realizaba con el material generado por la misma perforación (detritus). Este material presenta un tamaño promedio menor a una pulgada.

Para el desarrollo del estudio se ha utilizado el material *pebbles* para el tapado de taladros, con el objetivo de obtener mejores resultados en la retención de la carga explosiva, así logrando mayor aprovechamiento de la energía del explosivo y aumentando el porcentaje de finos en la fragmentación.

Como alternativa para incrementar la retención de la carga explosiva y aprovechamiento de la energía en el proceso de detonación en el taladro, se propone utilizar material zarandeado (gravilla de diámetro promedio 1.5" a 2.0"), el cual puede aumentar el confinamiento del material tapado, incrementando el tiempo de retención de la energía y mejoras en la fragmentación.

4.2.1. Material detritus empleado con anterioridad

El material detritus fue usado en el tapado de los taladros hasta diciembre de 2018, los detritus que fueron empleados como tapado de los taladros fueron generados a partir de la perforación.



Figura 19. Detritus de perforación usado como taco

Los detritos de perforación con tamaño menor a una pulgada pueden asegurar una retención de la energía producido a partir de la columna explosiva en hasta aproximadamente 33 ms.

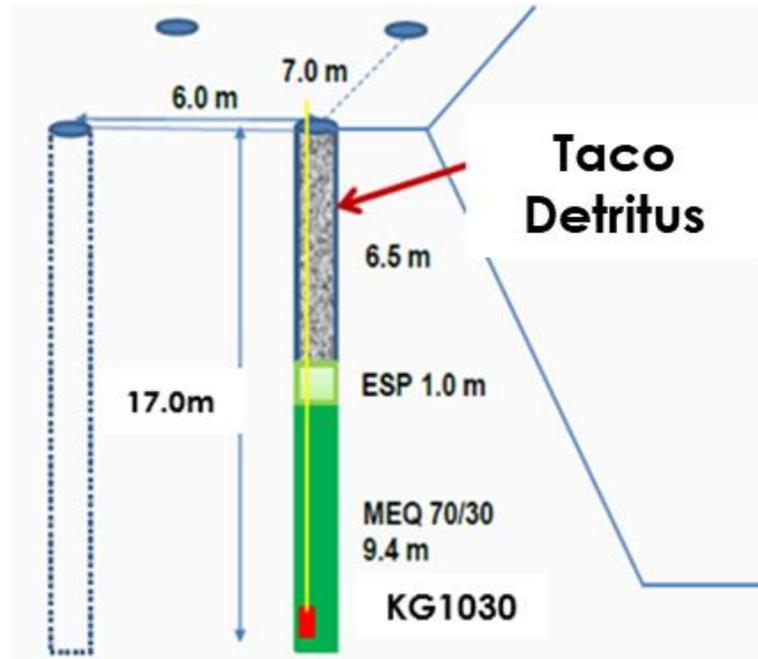


Figura 20. Diseño de taco con detritus

4.2.2. Material pebbles

Dado que la investigación se centró en mejorar la fragmentación en la voladura, se ha utilizado el material *pebbles* para el tapado de los taladros, de manera que se espere una mayor retención de la energía producida por la columna explosiva en comparación con el material detritus.



Figura 21. Material pebbles usado como taco

El tamaño aproximado de los *pebbles* enviado desde planta no supera los 2.5 pulgadas. A pesar de que los detritus tienen menor tamaño no permiten asegurar la retención de energía, es por lo que surgió la alternativa del uso de material *pebbles* para colocar como tacos en el tapado de taladros.

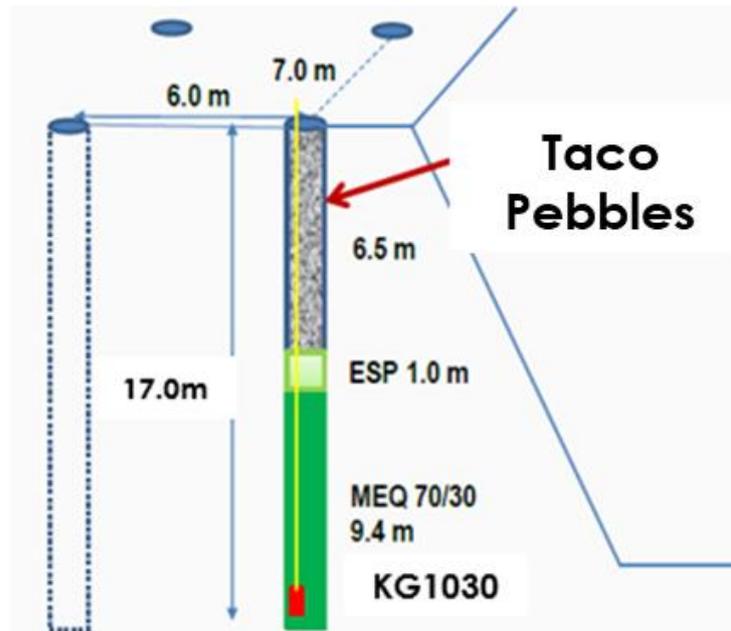


Figura 22. Diseño de taco con material pebbles

4.2.3. Material zarandeado

El material zarandeado es usado como material de tapado de Stemming, el cual utiliza zarandas para obtener material rocoso con diámetro uniforme y alta densidad.



Figura 23. Zaranda

Mientras mayor sea el tiempo en que el taco es retenido, el material zarandeado de gravilla aprovechará mejor la energía para fragmentar la roca.



Figura 24. Material zarandeado empleado como taco

La gravilla de 1.5 a 2 pulgadas, tiende a asegurar un mejor confinamiento de la energía del explosivo llegando a alrededor de los 150 ms.

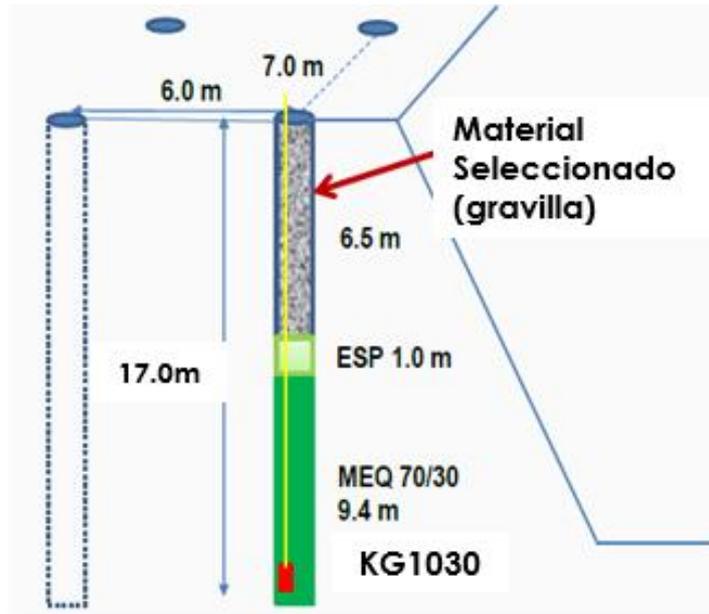


Figura 25. Diseño de taco con gravilla

4.3. Resultados comparativos del uso de material

En la Tabla 3 se presentan los resultados por meses respecto al uso de material detritus, el cual se realizaba durante el 2018.

Tabla 3. Indicadores del uso de material detritus

Mes	Granulometría		Retención de energía	
	P80	Finos (< 1 pul.)	Eyección (m aprox.)	Tiempo (ms)
Ene	4.37	37%	56	139
Feb	2.97	48%	61	130
Mar	2.64	47%	57	132
Abr	2.84	48%	58	127
May	3.86	45%	62	122
Jun	2.78	48%	65	136
Jul	3.06	51%	52	127
Ago	3.19	54%	51	132
Sep	2.53	51%	56	135
Oct	2.64	46%	66	123
Nov	3.25	50%	60	135
Dic	3.05	51%	66	146
Promedio	3.10	48%	59	132

Teniendo en cuenta los resultados del material detritus, el investigador propuso el uso de material *pebbles*, el cual se desarrolló durante el 2019 de manera que se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. Indicadores del uso de material pebbles

Mes	Granulometría		Retención de energía	
	P80	Finos (< 1 pul.)	Eyección (m aprox.)	Tiempo (ms)
Ene	2.14	55%	37	263
Feb	2.60	53%	21	263
Mar	2.73	54%	36	234
Abr	2.50	54%	31	246
May	2.54	54%	38	248
Jun	2.70	52%	24	250
Jul	2.81	50%	38	248
Ago	2.67	53%	30	236
Sep	2.72	49%	29	243
Oct	2.66	49%	27	246
Nov	2.64	49%	30	242
Dic	2.48	54%	43	238
Promedio	2.60	52%	32	246

Así mismo, En la Tabla 5 se muestra los resultados obtenidos para el uso de material zarandeado, a continuación se muestran los indicadores logrados.

Tabla 5. Indicadores del uso de material zarandeado

Mes	Granulometría		Retención de energía	
	P80	Finos (< 1 pul.)	Eyección (m aprox.)	Tiempo (ms)
Ene	1.76	-	35	278
Feb	1.70	-	19	283
Mar	1.59	-	34	254
Abr	1.68	-	30	257
May	1.83	-	38	261
Jun	1.98	-	25	269
Jul	1.65	-	34	265
Ago	1.76	-	28	255
Sep	1.59	-	27	263
Oct	1.95	-	28	257
Nov	1.75	-	26	256
Dic	1.96	-	40	254
Promedio	1.77	-	30	263

A continuación se muestra en la Figura 26 los indicadores de granulometría según material *pebbles*, detritus y zarandeado.

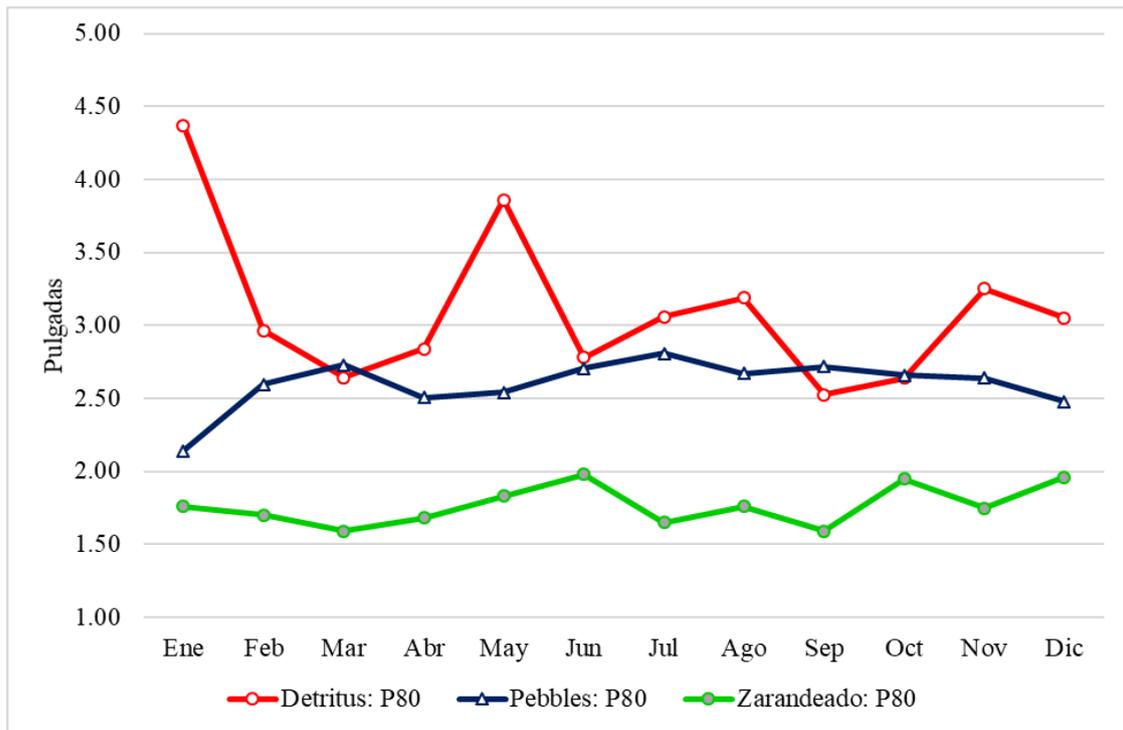


Figura 26. Comparación de la granulometría P80 según tipo de material

Durante el 2018 se aplicó el material detritus, el cual generó un mayor tamaño de la granulometría del mineral P80 alcanzando niveles de 4.37 pulgadas como máximo y alcanzando un valor promedio de 3.10 pulgadas. En contraste, durante el 2019, con la aplicación del material *pebbles* se obtuvo un promedio del tamaño de granulometría P80 de 2.60 pulgadas, asimismo el valor máximo y mínimo fueron de 2.81 pulgadas y 2.14 pulgadas, respectivamente. Por otro lado, al utilizarse material zarandeado, el promedio del tamaño de granulometría logrado fue de 1.77, cifra inferior al material *pebbles* y detritus, con un valor mínimo de 1.59 y máximo de 1.96. De estos resultados, claramente se obtiene que el material que reduce mejor la granulometría es el zarandeado; sin embargo, no es el óptimo debido a que para su obtención se necesita de un proceso más (el zarandeo) lo cual conlleva a mayores costos. Entonces, los resultados comparativos muestran explícitamente que el material *pebbles* arrojó un menor tamaño en la granulometría en comparación con el material detritus, y frente al material zarandeado logró ser óptimo debido a un menor costo; lo descrito viene a ser un primer indicio de la efectividad del material *pebbles*.

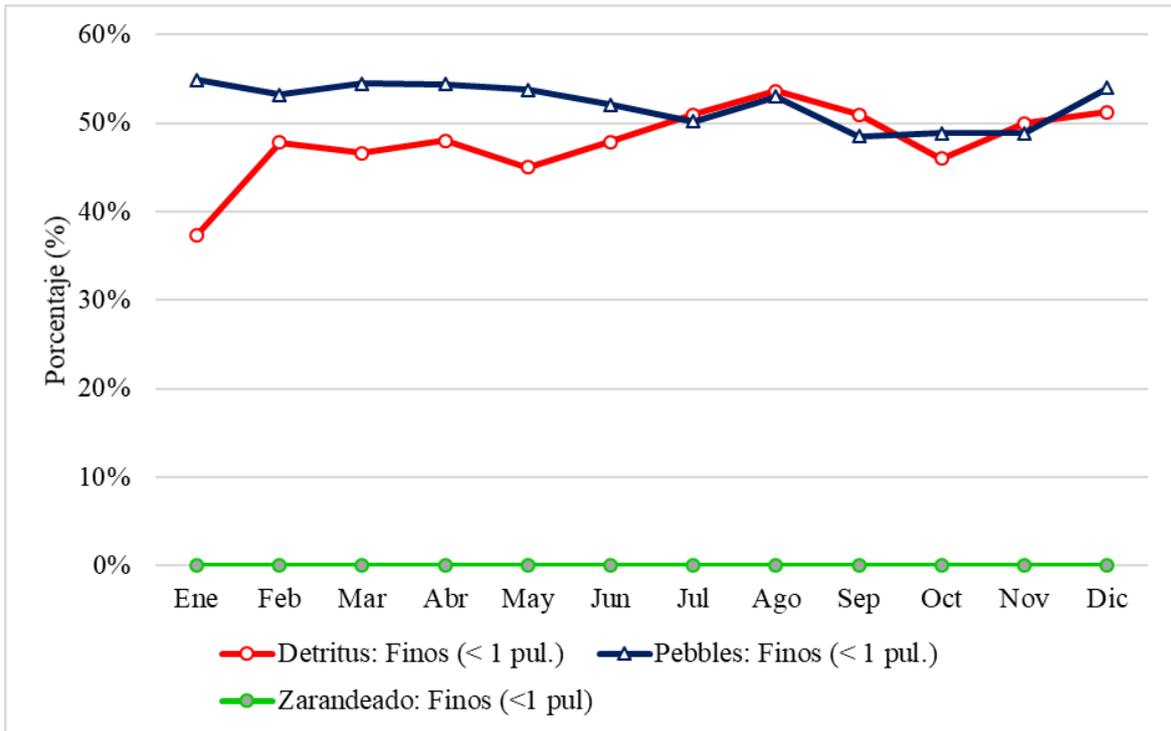
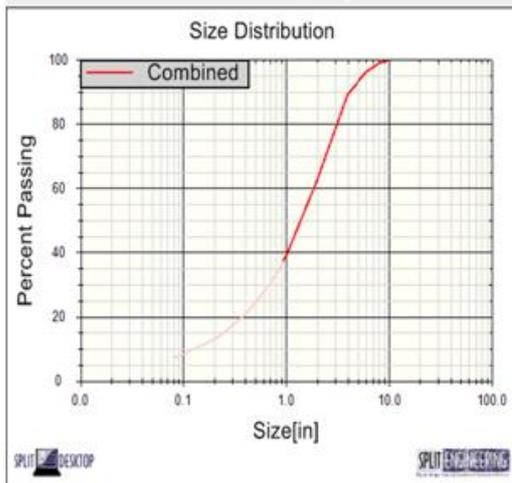


Figura 27. Comparación del porcentaje de finos (menores a 1 pulgada) según tipo de material

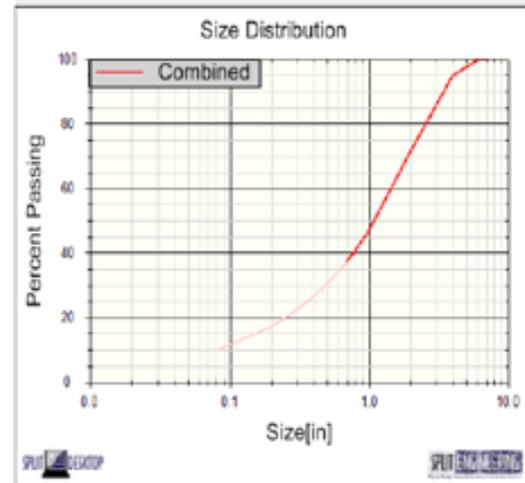
En relación con el porcentaje de finos (granulometría menor a 1 pulgada) se obtuvieron resultados asociados al material detritus y *pebbles*. Durante el 2018, con el uso de material detritus, el porcentaje promedio se ubicó en 48%, cuyos máximo y mínimo fueron 54% y 37%, respectivamente. Por otro lado, en el año 2019 con el uso de material *pebbles* se alcanzó un promedio de porcentaje de finos de 52%, cuyo pico se situó en el mes de enero con 55% y el mínimo se situó durante tres meses (setiembre – noviembre) con un 49%. Por otro lado, para la gravilla no se obtuvieron finos (0%), ya que según su descripción el material zarandeado tiene un diámetro entre 2 y 1.5 pulgadas además de ser uniforme, por ello la carencia de finos inferiores a 1 pulgada. En base a los resultados se puede visualizar que, el material *pebble* generó un mayor porcentaje de finos en comparación con el material detritus y zarandeado, siendo la diferencia promedio de 4 puntos porcentuales entre los dos primeros. Estos resultados pueden verificarse en la evaluación de un caso seleccionado al azar para determinar la curva granulométrica comparando el material *pebbles* y detritus.

Tabla 6. Comparación del tamaño de granulometría según material de taco

Granulometría	Material detritus (pulg.)	Material pebbles (pulg.)
P30	0.68	0.48
P50	1.45	1.11
P80	3.02	2.47
P90	4.17	3.29
P100	10.01	7.19



a. Material detritus



b. Material pebbles

Figura 28. Curva granulométrica según tipo de material de taco

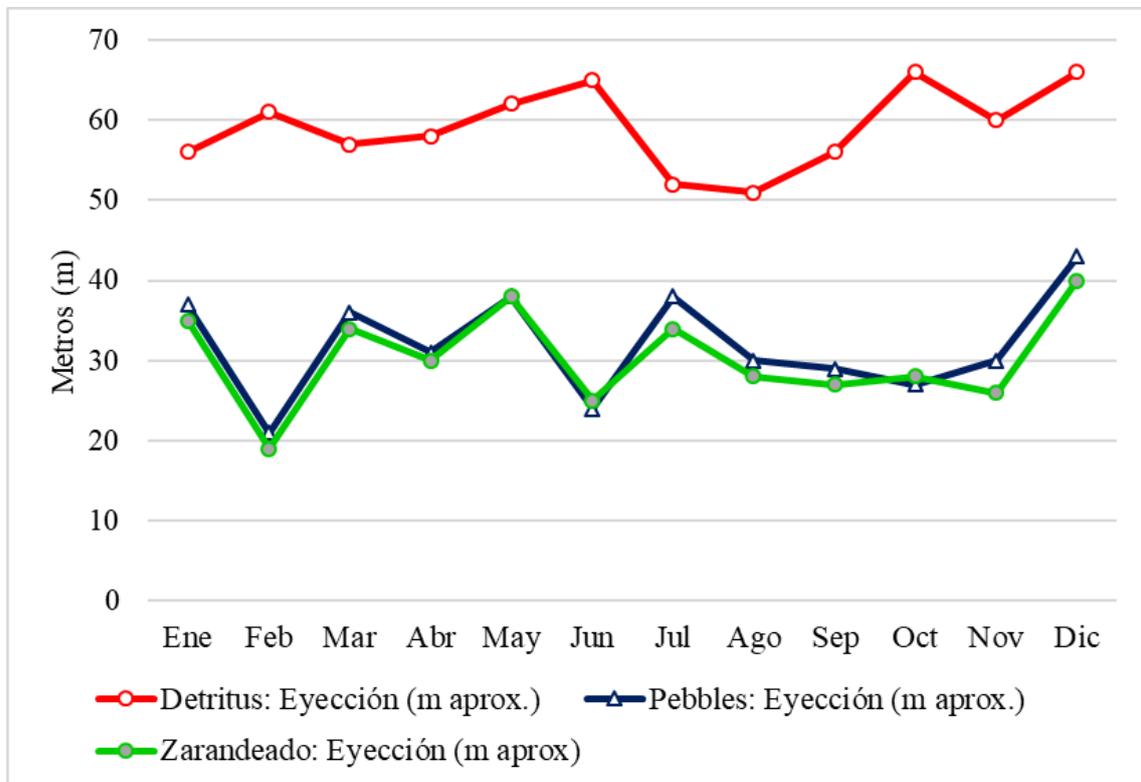


Figura 29. Resultados de eyección según tipo de material

Con respecto a la eyección vertical, en relación con la retención de energía, se puede visualizar que el material detritus alcanzó una altura promedio de 59 m; mientras que con el material *pebbles*, la altura promedio fue de 32 m. Y para el material zarandeado la altura promedio alcanzada fue de 30 m, siendo este el de menor nivel. Asimismo, a lo largo del promedio de meses se observa que el material *pebbles* tiene una menor eyección en comparación con el uso de material detritus; sin embargo, entre el material zarandeado y *pebbles*, las alturas alcanzadas son mínimamente inferiores en el primero, y como esta diferencia no es muy significativa, o no posee un rango amplio, y debido al mayor costo que se incurre obtener el material zarandeado, se escoge al material detritus como el óptimo.

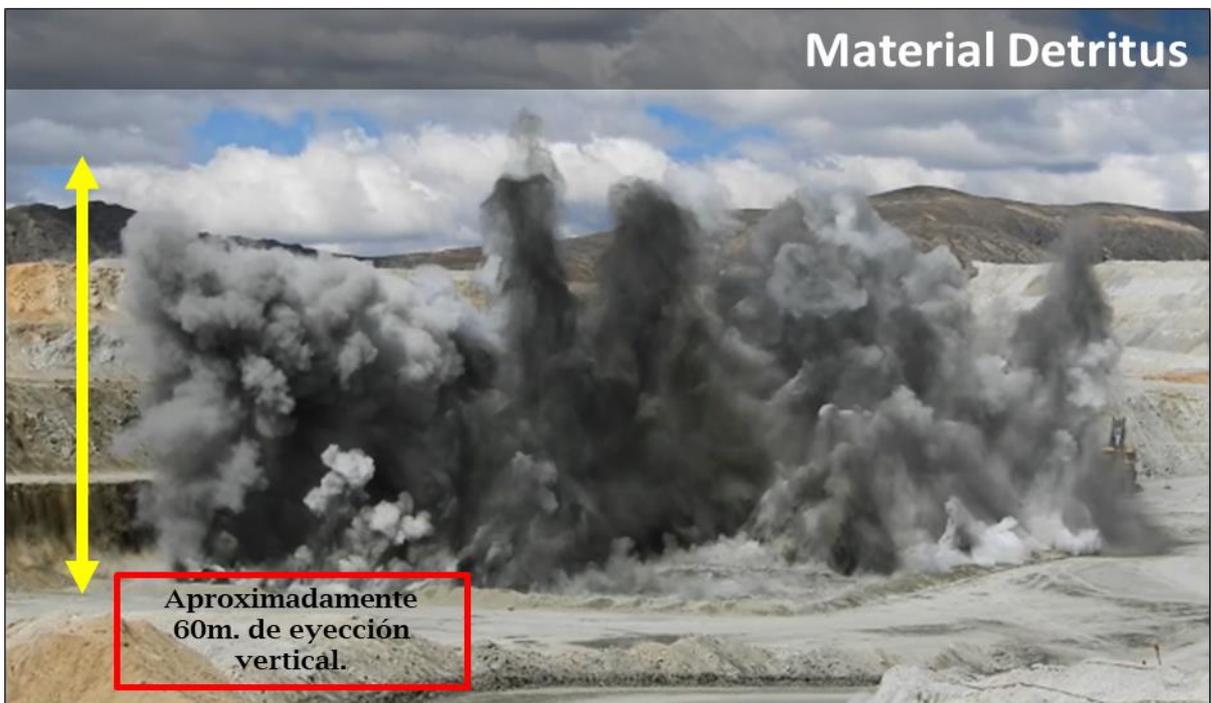


Figura 30. Eyección vertical con material detritus



Figura 31. Eyección vertical con material pebbles

Debido a la implementación del material zarandeado y *pebbles* para el tapado de taladros, estos permiten retener mayor tiempo la energía (a comparación del detritus) generada en el momento de la detonación de la mezcla explosiva, permitiendo obtener mejor fragmentación. De esta manera, los resultados permiten que la granulometría sea mejor; sin embargo, el costo de obtención del material zarandeado es superior al *pebbles*, por ello que la posterior comparación se llevó a cabo mediante *pebbles* y detritus.

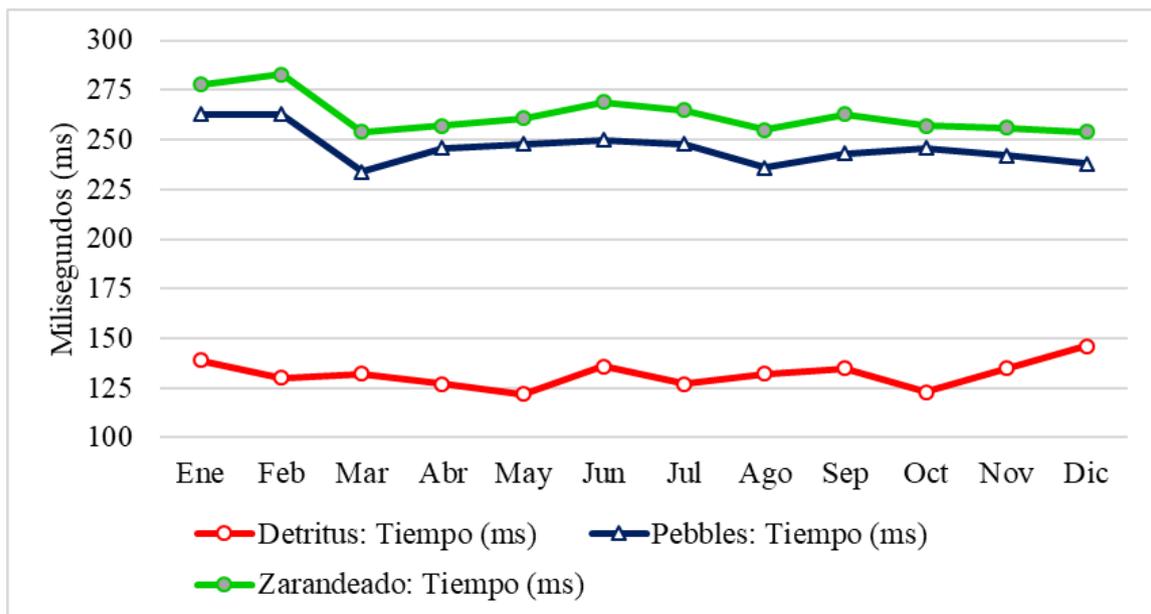


Figura 32. Resultados de tiempo de retención de energía según tipo de material

En relación con el tiempo de retención de energía se verifica que el material detritus en promedio alcanza los 132 ms; mientras que el uso de tacos de tipo *pebbles* alcanza un promedio de 246 ms. Sin embargo, el material zarandeado supera estos niveles, logrando un tiempo de retención de 263 ms. El tiempo de retención entre el año 2018 y 2019 muestra, que el uso de gravilla es mayor al material *pebbles*, y este es mayor en comparación con el material detritus en la voladura de mina a tajo abierto.

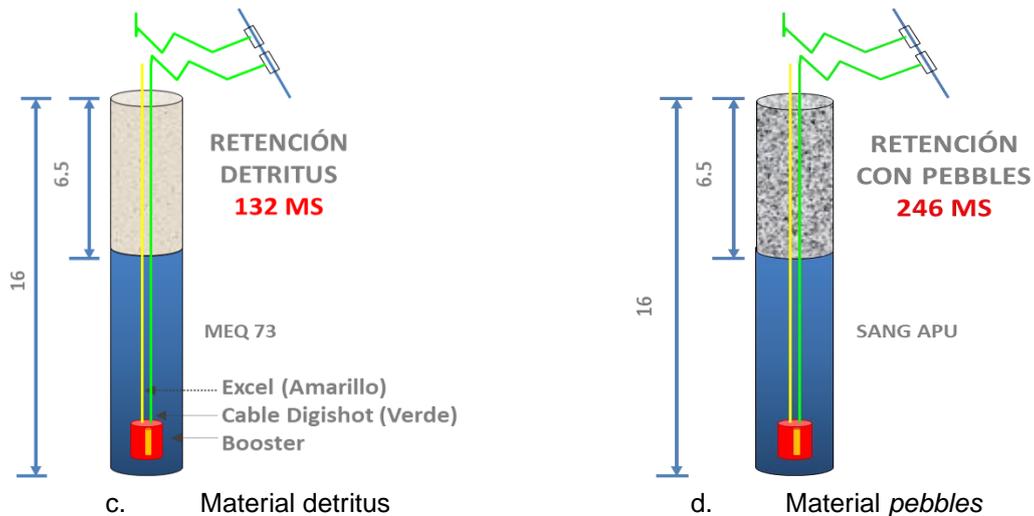


Figura 33. Comparación del tiempo de retención de energía

Tabla 7. Costo por horario según tipo de material

Ítem	Tipo de material		
	Zarandeado	<i>Pebbles</i>	Detritus
Cargador frontal 966H			
Capacidad de cuchara (m ³)	4.2	4.2	4.2
Factor de llenado a la zaranda	75%	-	-
Tiempo de ciclo zarandeo (min)	5	-	-
Porcentaje pasante en zaranda (%)	0.4	-	-
Costo horario del equipo (USD/h)	150	115	110

De la Tabla 7 se observa que el costo del cargador frontal varía según el tipo de material, siendo el más costoso el material zarandeado con un total de \$150.00 por hora del equipo.

Tabla 8. Costo del equipo, material necesario, días y horas de trabajo por tipo de material

Mes	Tipo de material	Total material necesario (m ³)	Días de trabajo requerido al mes	Total horas de trabajo (horas)	Costo del equipo (US\$)
Agosto	Zarandeado	1650	14	109	16369
	<i>Pebbles</i>	1650	14	109	12550
	Detritus	1650	14	109	12004
Septiembre	Zarandeado	1702	14	113	16886
	<i>Pebbles</i>	1702	14	113	12946
	Detritus	1702	14	113	12383
Octubre	Zarandeado	1556	13	103	15433
	<i>Pebbles</i>	1556	13	103	11832
	Detritus	1556	13	103	11318
Noviembre	Zarandeado	1675	14	111	16614
	<i>Pebbles</i>	1675	14	111	12737
	Detritus	1675	14	111	12183
Diciembre	Zarandeado	2035	17	135	20187
	<i>Pebbles</i>	2035	17	135	15477
	Detritus	2035	17	135	14804

Tabla 9. Costo de excavadora según tipo de material

Tipo de material	Zarandeado	<i>Pebbles</i>	Detritus
Costo total excavadora (US\$)	85488.9	65541.5	62691.9

En la Tabla 8 y

Tabla 9, se observa que el costo de la excavadora, y por ende su costo total es mayor cuando se trata del material zarandeado, debido a que se necesita de un proceso adicional (el zarandeo) para obtener material de 1.5 a 2 pulgadas. Sin embargo, al comparar el material *pebbles* y detritus, los procesos son similares, aunque en *pebbles* es más costoso. Por esta razón en el siguiente apartado de la tesis, la prueba de hipótesis se realizó entre *pebbles* y detritus por el mayor costo que conlleva la obtención de material zarandeado.

4.4. Consideraciones económicas

4.4.1. Costos estimados para el material zarandeado para el tapado de taladros

El material zarandeado se utilizará para el tapado de taladros, el cual permitirá mayor tiempo de retención de la energía generada en la detonación de la mezcla explosiva, obteniendo mejor fragmentación del material volado.

Tabla 10. Costo de material zarandeado para el tapado de taladros

Diámetro de taladro	12 1/4	pulg
---------------------	--------	------

Tipo de Material	Taco (m)
Diseño Mid Soft Mineral	7.0
Diseño Mid Mineral	7.0
Diseño Mid Hard Mineral	6.5
Diseño Hard Mineral	6.5

Cantidad de Gravilla 2019												
Tipo de Material	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
N° Taladros Diseño Mid Soft Mineral	1,018	702	1,237	1,196	1,166	1,426	974	1,009	1,612	1,301	1,761	13,402
N° Taladros Diseño Mid Mineral	1,615	1,047	1,940	2,129	2,712	1,376	2,350	2,236	1,891	2,377	2,614	22,287
N° Taladros Diseño Mid Hard Mineral	1,127	585	1,030	1,449	1,678	520	1,321	1,795	858	1,540	1,334	13,238
N° Taladros Diseño Hard Mineral	568	450	649	893	1,033	291	779	1,311	370	690	996	8,031
Total taladros	4,328	2,784	4,857	5,667	6,589	3,614	5,424	6,351	4,730	5,909	6,706	56,959
Total Gravilla necesaria (m3)	2,239	1,443	2,521	2,928	3,404	1,893	2,807	3,262	2,471	3,060	3,481	29,508

USD M3	18
TOTAL USD	531,151

El uso de material zarandeado (material seleccionado para la retención de la carga explosiva y mayor aprovechamiento de energía y aumento de la fragmentación), genera una necesidad de gravilla para el periodo 2019 de 29,508 m³ y considerando un costo unitario de US \$ 18/m³, genera un costo total de US\$ 531,151.

4.4.2. Costos estimados de perforación para fragmentación > 1", mayor a 50%

La fragmentación mayor a 1" genera una mayor utilización de las perforadoras y un mayor costo de fragmentación durante el periodo 2019.

Tabla 11. Costos estimados para fragmentación > 1”

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días	25	31	28	31	30	36	25	31	31	30	31	36	365
Tonelaje (tn) - Budget 2019	5,710,212	8,403,717	7,505,333	10,388,222	9,758,939	12,634,267	7,765,383	10,167,079	10,669,608	8,904,821	9,770,508	11,648,854	113,326,943
Mineral (tn) - Budget 2019	3,772,026	6,784,021	4,398,123	7,751,246	8,720,671	10,095,142	6,260,467	8,369,551	9,391,270	7,941,821	9,269,857	10,706,943	93,461,138
Desmonte (tn) - Budget 2019	1,938,186	1,619,695	3,107,210	2,636,976	1,038,268	2,539,125	1,504,916	1,797,529	1,278,338	963,000	500,651	941,910	19,865,805

Perforación

Budget 2019 - Aceros de Perforación

Utilización Efectiva Perf.	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Metros perf. (m)	32,335	57,120	37,113	64,152	75,689	88,539	46,127	72,600	86,680	60,637	77,815	88,949	787,755
Costo Perf. Mineral (USD)	44,607	75,758	49,914	83,885	100,457	117,282	58,270	96,160	117,060	77,075	102,111	115,372	1,037,950

Fragmentación <1" Mayor 50% 2019 - (Consumibles Aceros de Perforación)

Utilización Efectiva Perf.	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%
Metros perf. (m)	43,284	75,745	48,721	84,998	99,180	115,305	63,238	94,920	111,143	82,770	103,400	117,353	1,040,059
Costo Perf. Mineral (USD)	59,711	100,461	65,525	111,143	131,635	152,738	79,885	125,724	150,098	105,208	135,685	152,214	1,370,028

	USD	Presupuesto Budget 2019	1,037,950
A demas el Incremento de la Utilización de las perforadoras origina el incremento de costos en : mantenimiento, costo laboral, costo de consumo de energia y los costos operacionales que no se expresan	USD	Incremento por Frag. Fi >1" mayor 50%	1,370,028
	USD	Proy. Fragmentacion 2019	332,077
	USD	Incremento Utilización USD	700,000
		Total	1,032,077

Los costos de utilización efectiva de las perforadoras se incrementaron de un 75% a un 88%, producto de mayores metros perforados en 1,040,059 metros a un costo total de US\$ 1,370,028 durante el periodo 2019.

Del total de costos generados, se asume un costo por fragmentación de US\$ 332,077 y el costo por el incremento de utilización en perforación de US\$ 700,000, siendo el total de US\$ 1,032,077.

4.4.3. Costos estimados de voladura para fragmentación > 1”, mayor a 50%

Los costos estimados de voladura para la fragmentación mayor a 1” genera un mayor consumo de explosivos y accesorios e insumos de voladura durante el periodo 2019.

Tabla 12. Costo estimados de voladura para fragmentación > 1”

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días	25	31	28	31	30	36	25	31	31	30	31	36	365
Tonelaje (tn) - Budget 2019	5,710,212	8,403,717	7,505,333	10,388,222	9,758,939	12,634,267	7,765,383	10,167,079	10,669,608	8,904,821	9,770,508	11,648,854	113,326,943
Mineral (tn) - Budget 2019	3,772,026	6,784,021	4,398,123	7,751,246	8,720,671	10,095,142	6,260,467	8,369,551	9,391,270	7,941,821	9,269,857	10,706,943	93,461,138
Desmonte (tn) - Budget 2019	1,938,186	1,619,695	3,107,210	2,636,976	1,038,268	2,539,125	1,504,916	1,797,529	1,278,338	963,000	500,651	941,910	19,865,805

Voladura

Budget 2019

Factor de Potencia (Kg/Tn)	0.39	0.38	0.38	0.37	0.39	0.39	0.32	0.39	0.42	0.33	0.37	0.37	0.38
Consumo Explosivos (Kg)	1,456,304	2,553,709	1,656,553	2,850,986	3,399,318	3,973,751	2,004,915	3,247,972	3,936,633	2,654,871	3,471,654	3,955,680	35,162,344
USD Explosivos	617,706	1,083,181	702,643	1,209,274	1,441,855	1,685,506	850,405	1,377,660	1,669,762	1,126,090	1,472,537	1,677,841	14,914,460
Accesorios e Insumos	61,771	108,318	70,264	120,927	144,185	168,551	85,040	137,766	166,976	112,609	147,254	167,784	1,491,446
Total Voladura (USD)	679,476	1,191,499	772,908	1,330,202	1,586,040	1,854,057	935,445	1,515,426	1,836,738	1,238,699	1,619,790	1,845,625	16,405,906

Fragmentación %<1” Mayor 50% 2019 - Voladura (no incluye servicio integral)

Factor de Potencia (Kg/Tn)	0.49	0.49	0.49	0.48	0.50	0.50	0.45	0.49	0.52	0.46	0.48	0.48	0.49
Consumo Explosivos (Kg)	1,839,617	3,297,713	2,155,520	3,727,574	4,345,510	5,019,305	2,788,412	4,121,167	4,897,547	3,618,294	4,470,852	5,182,161	45,463,671
USD Explosivos	780,292	1,398,758	914,285	1,581,088	1,843,192	2,128,988	1,182,733	1,748,034	2,077,344	1,534,735	1,896,357	2,198,065	19,283,871
Accesorios e Insumos	78,029	139,876	91,429	158,109	184,319	212,899	118,273	174,803	207,734	153,474	189,636	219,807	1,928,387
Total Voladura (USD)	858,321	1,538,634	1,005,714	1,739,197	2,027,511	2,341,887	1,301,006	1,922,838	2,285,078	1,688,209	2,085,992	2,417,872	21,212,258

USD Presupuesto Budget 2019 16,405,906

USD Incremento por Frag. Fi >1” mayor 50% 21,212,258

USD Proy. Fragmentación 2019 4,806,352

USD Costo de Material Zarandeado 531,151

Costo Total de Proyecto Fragmentación USD (Perf. & Vold) 6,369,580

Los costos totales de voladura se incrementaron durante el periodo 2019, producto del incremento de consumo de explosivos en 10,301,327 kg y un costo de US\$ 4,369,411 así mismo el incremento de accesorios e insumos en US\$ 436,941, con un costo total de US\$ 4,806,352.

4.4.4. Resumen de costos para fragmentación > 1”

El resumen de costos total para la optimización de fragmentación es de US\$ 6,369,580, el cual considera mayor incremento de consumo de aceros, incremento de utilización de perforadoras, mayor consumo de explosivos y uso de material

zarandeado para la retención de la carga explosiva y mayor aprovechamiento de energía, para aumento de la fragmentación.

Tabla 13. Resumen de los costos asociados al proyecto de optimización de la fragmentación

CUADRO DE RESUMEN		
Incremento de consumo de Aceros de Perforación (Mayor numero de taladros por la reducción de la malla de perforación)	332,077	USD
Incremento de; utilización de Equipo, mayor consumo de energía, mayor desgaste accesorios y repuestos, Mayor costo de mano de obra (horas extras)	700,000	USD
Incremento de Factor de Potencia Kg/tn (Mayor consumo de Explosivos)	4,806,352	USD
Uso de material zarandeado (Material seleccionado para la retención de la carga explosiva y mayor aprovechamiento de energía - aumento de la fragmentación)	531,151	USD
Total Proyecto de Optimización de Fragmentación 2019	6,369,580	USD

4.4.5. Costo beneficio estimado

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar e interpretar la disminución del tamaño de los fragmentos del mineral obtenido en el proceso de voladura, por lo tanto, incrementar el porcentaje de material menor a una pulgada del tonelaje enviado a planta, mediante el uso de material *pebbles* como taco en la voladura mejorará el rendimiento y optimizará el mayor beneficio en 400 Tph en el molino SAG.

Incrementar y mantener el *throughput* del molino SAG de 4800 tph a 5200 tph en 8.33%, beneficiará la productividad en el valor presente neto de la operación.

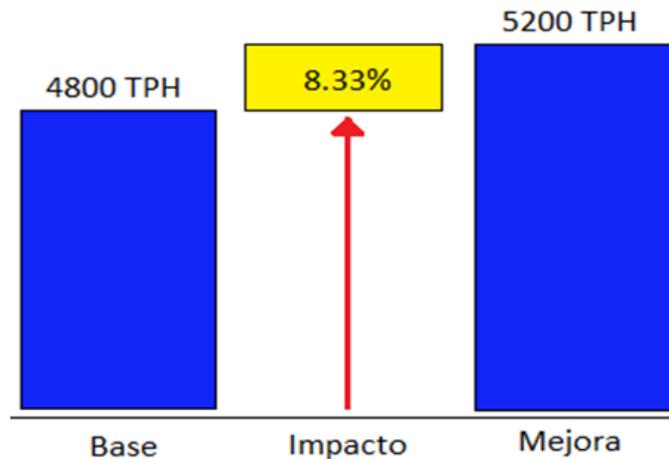


Figura 34. Costo beneficio generado

Costo estimado (US\$): 6,360,580

Beneficio estimado (TPH): 400

4.5. Pruebas de hipótesis

La prueba de hipótesis fue desarrollada por cada una de las hipótesis específicas de investigación que fueron formuladas. Finalmente, se verificó la hipótesis general. Sin embargo, antes de proceder con la prueba se establecieron los siguientes pasos que determinan las pruebas estadísticas para el desarrollo, así como los pasos para la realización de la prueba estadística:

- i. Poner a prueba la normalidad de los datos mediante el empleo de los estadísticos Kolmogorov-Smirnov.
- ii. Analizar las pruebas de normalidad mediante los estadísticos Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para establecer apropiadamente los estadísticos para la prueba.

Luego de determinar la distribución de los datos se procedió a desarrollar los pasos de la prueba estadística:

- iii. Formular las hipótesis estadísticas.
- iv. Establecer el nivel de significancia y estimar la prueba.
- v. Determinar la regla de decisión.

- vi. Dar conclusión de la prueba de hipótesis según nivel de significancia y el estadístico estimado.

De acuerdo con los pasos establecidos, primero se procedió a identificar la normalidad de los datos de las variables y dimensiones de investigación, de manera que sea posible identificar los estadísticos a usar.

Tabla 10. Prueba de normalidad de las variables

Variable	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
2018: P80	0.222	12	0.106
2018: Finos (< 1 pul.)	0.167	12	0.200
2018: Eyección (m aprox.)	0.125	12	0.200
2018: Tiempo (ms)	0.113	12	0.200
2019: P80	0.176	12	0.200
2019: Finos (< 1 pul.)	0.225	12	0.093
2019: Eyección (m aprox.)	0.148	12	0.200
2019: Tiempo (ms)	0.182	12	0.200

En base a los resultados de la prueba de normalidad, se verifica que los datos tienen distribución normal, de manera que se puede emplear la diferencia de medias emparejadas con el estadístico t-Student.

4.5.1. Hipótesis general

La hipótesis general de investigación indica que: el uso del material *pebbles* influye significativamente en la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha - 2019.

En base a la hipótesis planteada se han formulado las siguientes hipótesis estadísticas:

a. Hipótesis estadísticas

H0: el uso del material *pebbles* no influye significativamente en la reducción de la granulometría del mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.

$$H0: \mu_{detritus} - \mu_{pebbles} = 0$$

H1: el uso del material *pebbles* sí influye significativamente en la reducción de la granulometría del mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.

$$H1: \mu_{\text{detritus}} - \mu_{\text{pebbles}} \neq 0$$

b. **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$

Tabla 11. Prueba de la hipótesis general de investigación

Diferencia	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. desviación	Desv. error promedio			
Detritus: P80 - Pebbles: P80	0.49917	0.67815	0.19576	2.550	11	0.027

Fuente: elaboración propia

c. **Regla de decisión:** se rechaza H0 si la significancia del estadístico t-Student es menor o igual a 0.05.

d. **Conclusión**

Los resultados estadísticos muestran que la media de la diferencia entre la granulometría P80 del material *detritus* y *pebbles* es positivo (0.499), de manera que se tiene una menor granulometría con el material *pebbles*. Además, el p-value (significancia) calculado del estadístico t-Student es menor al 5%, de esta forma se rechaza la hipótesis nula. En base a los hallazgos, se concluye que el uso del material *pebbles* sí influye significativamente en la reducción de la granulometría en el mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha.

4.5.2. **Primera hipótesis específica**

La primera hipótesis específica de investigación establece que: la influencia del uso de material *pebbles* se da a través del aumento en la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococha.

En base a la hipótesis específica formulada, se han planteado las siguientes hipótesis estadísticas:

a. Hipótesis estadísticas

H0: la influencia del uso de material *pebbles* reduce la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococho.

$$H0: \mu_{detritus} - \mu_{pebbles} = 0$$

H1: la influencia del uso de material *pebbles* aumenta la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococho.

$$H1: \mu_{detritus} - \mu_{pebbles} \neq 0$$

b. Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 12. Prueba de la primera hipótesis específica de investigación

Diferencia	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. desviación	Desv. error promedio			
Detritus: Eyección (m aprox.) - <i>pebbles</i> : Eyección (m aprox.)	27.167	8.778	2.534	10.720	11	0.000
Detritus: Tiempo (ms) - <i>pebbles</i> : Tiempo (ms)	-114.417	11.950	3.450	-33.167	11	0.000

Fuente: elaboración propia

c. Regla de decisión: se rechaza H0 si la significancia del estadístico t-Student es menor o igual a 0.05.

d. Conclusión

Los resultados estadísticos indican que la eyección vertical con el material *pebbles* es menor en comparación con el material detritus; por otra parte, el tiempo de retención de energía del material *pebbles* es mayor. Asimismo, el p-value (significancia) calculado del estadístico t-Student es menor al 5% en ambos indicadores, de esta forma se rechaza la hipótesis nula. En base a los hallazgos, se concluye que la influencia del uso de material *pebbles* se da a través del aumento

en la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococha.

4.5.3. Segunda hipótesis específica

La segunda hipótesis específica de investigación indica que: la influencia del uso de material *pebbles* se da a través del incremento del porcentaje de finos en la voladura de la mina Toromocho, Morococha - 2019.

De acuerdo con la hipótesis de investigación, se han formulado las siguientes hipótesis estadísticas:

a. Hipótesis estadísticas

H0: la influencia del uso de material *pebbles* reduce el porcentaje de finos en la voladura de la mina Toromocho, Morococha – 2019.

$$H0: \mu_{detritus} - \mu_{pebbles} = 0$$

H1: la influencia del uso de material *pebbles* incrementa el porcentaje de finos en la voladura de la mina Toromocho, Morococha - 2019.

$$H1: \mu_{detritus} - \mu_{pebbles} \neq 0$$

b. Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 13. Prueba de la segunda hipótesis específica de investigación

Diferencia	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. desviación	Desv. error promedio			
2018: Finos (< 1 pul.) - 2019: Finos (< 1 pul.)	-0.04167	0.05622	0.01623	-2.567	11	0.026

Fuente: elaboración propia

c. Regla de decisión: se rechaza H0 si la significancia del estadístico t-Student es menor o igual a 0.05.

d. Conclusión

Los resultados estadísticos demuestran que la media de la diferencia entre el material detritus y *pebbles* es negativo (-0.042), de manera que establece que el porcentaje de fino es mayor con el uso de material *pebbles*. Además, el p-value (significancia) calculado del estadístico t-Student es menor al 5%, de esta forma se rechaza la hipótesis nula. En base a los resultados, se concluye que la influencia del uso de material *pebbles* se da a través del incremento del porcentaje de finos del mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha - 2019.

4.6. Discusión de resultados

Los resultados de la investigación demuestran que el uso de material *pebbles* como taco para la voladura permite reducir el tamaño de la granulometría dentro de la mina Toromocho en 0.5 pulgadas; asimismo, se ha encontrado que el material también arroja un mayor porcentaje de finos (menor a 1 pulgada) incrementando en 4 puntos porcentuales. Este resultado se logró al comparar el material *pebbles* frente al detritus y al material zarandeado; si bien es cierto, este último material tiene inferiores resultados granulométricos que el *pebbles*, su costo de obtención es mayor de alrededor 30% superior al material *pebbles* y un 36% frente al detritus. Es por lo que el uso óptimo, tanto de reducción de granulometría como su costo de obtención, corresponde al material *pebbles*. Por otra parte, el uso de material *pebbles* contribuye con el incremento de la retención de energía, toda vez que se contrae la eyección vertical y se aumenta el tiempo de retención.

Los materiales *pebbles* en la minería se usaron a modo de optimizar el proceso de voladura y mejorar la granulometría de esta, debido a que el uso de material detritus tiene mayores niveles de granulometría y el material zarandeado es mayor en costo. La teoría generalmente aceptada del proceso de voladura puede usarse para describir los eventos que ocurren en la fragmentación. Sin embargo, la energía y el marco de tiempo durante el cual tiene lugar esta partición de energía requiere un medio para limitar esta liberación de energía para que se realice un trabajo útil. Esta energía liberada tomará la línea de menor resistencia a la presión más baja de la atmósfera, es decir, ventilación de los gases a la atmósfera. El papel del

material de tapado es minimizar la reducción en este nivel de energía hasta que el material de confinamiento haya comenzado a moverse cuando se produzca la ventilación a la atmósfera a través de grietas en la carga. (37)

Una configuración típica de barrenos consiste en un orificio perforado en el material de confinamiento a la profundidad deseada y la ubicación correcta. Luego se coloca un dispositivo de iniciación y el explosivo en el orificio al nivel requerido y el material de tapado se coloca encima del explosivo. Si no se coloca un material idóneo sobre la carga explosiva para limitar la energía liberada para realizar un trabajo útil, se producirá ruido, rocas voladoras (*ply roc*) y un uso ineficiente de la energía liberada. El explosivo se detona y el material de carga se mueve en la dirección diseñada. Aunque el proceso de detonación es casi instantáneo, el efecto sobre el material de confinamiento toma un tiempo limitado antes de, por ejemplo, que comience el movimiento. (37)

Cuando se inicia un explosivo se forman dos tipos de energía, es decir, energía de choque y energía de gas. Ambas energías "reaccionan" con y sobre el material de confinamiento para realizar un trabajo útil en la fragmentación y el movimiento de carga. Si se deja el pozo abierto por encima de la carga explosiva, los parámetros anteriores (energía de choque, energía de gas, etc.) serán ineficaces. La presión del gas se liberará prematuramente a la atmósfera, lo que provocará un desperdicio de energía en el proceso de fragmentación. Aunque ocurrirá fragmentación y movimiento, el resultado deseado estará lejos de ser aceptable, causando muy poco movimiento de material y fragmentos grandes que podrían requerir la necesidad de más voladuras secundarias. Acompañado de voladuras ineficientes cuando no se utiliza la derivación es el aspecto ambiental de la explosión, ruido o explosión sobre la presión. Una forma en que la energía se manifiesta en el proceso de voladura en la atmósfera es el ruido o la explosión sobre la presión, que puede ser un motivo de preocupación cuando los vecinos están muy cerca de la operación de voladura. Si se puede reducir este ruido, se puede agregar al trabajo útil total realizado por la explosión en la fragmentación y el movimiento.

Cuando el material *pebbles* se coloca en la parte superior del explosivo en el pozo, en efecto sella los gases explosivos de la atmósfera, por lo que absorbe energía en el material de confinamiento antes de que sea posible escapar a la atmósfera. La cantidad o la altura del material *pebbles* colocado encima del explosivo es importante para el resultado final de la explosión. Si la carga explosiva está enterrada profundamente en el suelo y la distancia a una superficie libre es grande, la pulverización cercana a la carga y el agrietamiento serán el único resultado. Algún movimiento o movimiento superficial podría ser evidente si la carga está cerca de la superficie. Cuando se selecciona la distancia de carga para optimizar el movimiento del material de confinamiento y la altura del tallo es la misma o un poco más alta, los gases explosivos quedan atrapados en el material de confinamiento el tiempo suficiente para realizar un trabajo útil. Este útil trabajo se manifestará en forma de una óptima fragmentación y movimiento, y la pila final será ideal para el equipo de excavación que se utilice. (37)

El uso de un material adecuado como taco, permite que la molienda del mineral sea más eficiente de esta manera se requiere que una unidad minera evalúe el material a utilizar con el fin de mejorar sus procesos.

CONCLUSIONES

- Se ha evaluado la influencia de material *pebble* sobre la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha – 2019, y se encontró que los resultados son mejores en comparación con el material detritus y material zarandeado. Los hallazgos de la investigación demuestran que el uso de material *pebbles* como taco para la voladura permite reducir el tamaño de la granulometría dentro de la mina Toromocho en 0.5 pulgadas, el cual es significativo al 0.05; asimismo, se ha encontrado que el material también arroja un mayor porcentaje de finos (menor a 1 pulgada) incrementando en 4 puntos porcentuales. Por otra parte, el uso de material *pebbles* contribuye con el incremento de la retención de energía, toda vez que se contrae la eyección vertical y se aumenta el tiempo de retención. Cabe mencionar que, al comparar los tres tipos de materiales evaluados, el que mejora la granulometría es el material zarandeado, cuyo material P80 alcanzado está entre las 1.5 y 2 pulgadas; sin embargo, este resultado no es el óptimo ya que su costo de obtención se incrementa en un 30% frente al material *pebbles* y un 36% frente a detritus. Es por ello por lo que el material *pebbles* viene a ser la mejor opción de taco.
- La influencia del uso de material *pebbles* en la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococha fue mayor en comparación con el material detritus, pero inferior al material zarandeado; sin embargo, debido a los mayores costos representa el material zarandeado, la comparación se realizó frente a *pebbles* y detritus. Los hallazgos indicaron que la eyección vertical con el material *pebbles* es menor en comparación con el material detritus, siendo significativa al 0.05; mientras que, el tiempo de retención de energía del material *pebbles* es mayor y significativa al 0.05.
- La influencia del uso de material *pebbles* en el porcentaje de finos en la voladura en la mina Toromocho, Morococha fue positiva, toda vez que se alcanza un porcentaje mayor en comparación con el material detritus. Los resultados arrojaron una diferencia de 4 puntos porcentuales alcanzando el valor de 52% con el uso de material *pebbles*, siendo significativa al 0.05.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda publicar el estudio para fomentar los resultados asociados a la investigación, de manera que otras unidades mineras evalúen el uso de material *pebbles* para obtener mejores niveles de granulometría.
- Las unidades mineras deberían aplicar diversos métodos y técnicas para asegurar la granulometría del material, es por ello, que se sugiere el uso de material *pebbles* ya que el adquirirlo tiene un costo cero, además de no gastar energía y dinero en volver el material *pebbles* al circuito de molienda.
- Se recomienda que las unidades mineras utilicen los materiales de seguridad adecuado para la ejecución de las actividades de voladura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **UNIVERSIDAD Privada del Norte.** *¿Cómo mejorar la competitividad minera en el Perú?* [En línea] Blogs UPN, 30 de 11 de 2016. [Citado el: 21 de 1 de 2019.] <http://blogs.upn.edu.pe/carreras-para-adultos-que-trabajan/2016/03/18/mejorar-la-competitividad-minera-peru/>.
2. **INSTITUTO Peruano de Ingenieros de Minas del Perú.** *Aportes de la minería en el Perú.* [En línea] 2018. [Citado el: 20 de 1 de 2019.] <http://www.iimp.org.pe/mineria-en-el-peru/aportes>.
3. **PONCE, Fredy.** *Reduccion de costos en perforacion y voladura de rocas.* Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas, 2009.
4. **CUEVA, Omar.** *Técnicas modernas de voladuras controladas en minería a cielo abierto.* Lima : Perumin, 2017.
5. **CHINALCO.** *Análisis y beneficios del material zarandeado para el tapado.* s.l. : mina Toromocho, 2018.
6. **MINISTERIO de Comercio Exterior y Turismo.** Perú, Inversiones. *El crecimiento de la actividad minera en Perú.* [En línea] 2018. [Citado el: 20 de 1 de 2019.] <https://peru.info/es-pe/negocios/noticias/5/23/el-crecimiento-de-la-actividad-minera-en-peru>.
7. **VARGAS, Juan.** *¿Por qué es tan importante la minería para el Perú?* *EL Comercio.* [En línea] 1 de 6 de 2015. [Citado el: 20 de 1 de 2019.] <https://elcomercio.pe/economia/peru/importante-mineria-peru-192754>.
8. **SALDARRIEGA, Juan.** *Perú mejora en exploración minera a nivel mundial.* *EL Comercio.* [En línea] 7 de 1 de 2019. [Citado el: 20 de 1 de 2019.] <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/peru-mejora-exploracion-minera-mundial-noticia-594855>.
9. **BENAVIDES, Roque, y otros.** *¿Cuánto aporta la minería al crecimiento del Perú?* [En línea] El Comercio, 25 de 9 de 2017. [Citado el: 21 de 1 de 2019.] <https://elcomercio.pe/suplementos/comercial/mineria-perumin/cuanto-aporta-mineria-al-crecimiento-peru-1003040>.
10. **BBVA Banco Continental.** *Perú: sector minero.* Lima : BBVA Research, 2017.

11. **BERNAL, C. A.** *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* Bogotá, Colombia : Prentice Hall, 2010.
12. **CARRASCO, S.** *Metodología de la investigación científica.* Lima : San Marcos, 2006.
13. **GOBIERNO de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería.** *Manual general de minería y metalurgia.* Chile : Portal Minero Ediciones, 2006. 956-8514-01-5.
14. **SILVA, Edward Apolinar.** *Mejoramiento de los indicadores de perforación y voladura mediante la aplicación de tecnología de diseño laser en el mercado de las mallas y voladura controlada en los frentes de avance de la mina Consuelo – unidad de producción Maraón de la compañía min.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas, 2017.
15. **GUITIERREZ, Edwin Wilfredo.** *Diseño de voladura y predicción de la fragmentación en zonas de mineral para optimizar las operaciones unitarias en mina Toquepala.* Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, 2014.
16. **CHÁVEZ, Yetson Rossel.** *Mejora de la granulometría mediante el diseño de malla de perforación y voladura aplicando el modelo de Holmberg en la galería 370 de la zona Coturcan en la mina Huancapeti – año 2015.* Huaraz : Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas, 2018.
17. **HINOSTROZA, Jaime Roosevelt.** *Optimización de la fragmentación en las rocas con la aplicación de la doble iniciación electrónica en la explotación de cobre porfirítico a cielo abierto.* Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, E.A.P. de Ingeniería de Minas, 2014.
18. **VALDIVIA, Segundo y RAMOS, Mercedes Elizabeth.** *Influencia de la aplicación de detritus en la carga por taladro en los costos de voladura del tajo tapado oeste La Quinua, Yanacocha SRL Cajamarca, 2018.* Cajamarca :

Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería de Minas, 2018.

19. **CALDERÓN, Marco Antonio.** *Optimización de las prácticas de perforación y voladura en el avance y producción de la minería de mediana escala unidad minera Macdesa*). Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería de Minas, 2015.

20. **CASTILLA, Jorge y HERRERA, Juan.** *Modelización de parámetros de voladura para la optimización del proceso minero: la voladura computerizada*. Quito : Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas, 2011.

21. **AGUIRRE, Andrés Alejandro.** *Optimización de parámetros de tronadura en función de explosivos de alta energía en sociedad contractual minera el Abra*. Santiago de Chile : Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería de Minas, 2016.

22. **DUARTE, Raúl.** *Glosario minero*. 2da edición. Rancagua : s.n., 1993.

23. **AGUAYO, Edson Antonio.** *Evaluación técnica económica de mejoras en sistema de transporte de chancado pebbles en planta de molienda SAG*. Chile : Universidad Del Bío-Bío, Facultad de Ingeniería, Dpto. Ingeniería Industrial , 2009.

24. **UPCT.** *Operaciones de preparación, reducción de tamaño. molienda (II)*. [En línea] [Citado el: 16 de 1 de 2019.]

http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5549/mod_resource/content/1/Tema_5_-_Molienda_II_.pdf.

25. **PANDAY, Deepak.** *Rol of stemming in opencast mine*. Slideshare. [En línea] 30 de 4 de 2017. [Citado el: 31 de 1 de 2020.]

<https://es.slideshare.net/pankajpatidar15/role-of-stemming-in-open-cast-mine>.

26. **OFICIAL JOURNAL of the Institute of Explosive Engineers** *Explosives engineering*. United Kingdom : Institute of Explosives Engineers, 2015, Oficial Journal of the Institute of Explosive Engineers.

27. **BERNAOLA, José, CASTILLA, Jorge y HERRERA, Juan.** *Perforación y voladura de rocas en minería*. Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas, 2013.

28. **SUASACA, Walter.** Voladura en minería superficial. *SCRIBD*. [En línea] 4 de 9 de 2014. [Citado el: 30 de 1 de 2020.]
<https://es.scribd.com/doc/238676545/Voladura-en-Mineria-Superficial>.
29. **CAMPOY, Ainara.** *Minería a cielo abierto: seguridad en las voladuras*. Barcelona : Universitat Politècnica de Catalunya, 2017.
30. **DIRECCIÓN GENERAL de Asuntos Ambientales.** *Guía ambiental para la perforación y voladuras en operaciones mineras*. Lima, Perú : Ministerio de Energía y Minas, 1995.
31. **BAJPAYEE, T. S. y otros.** *Blasting injuries in surface mining with emphasis on flyrock and blast area security*. USA : CDC, 2000.
32. **DÍAZ, Juan Carlos, GUARPIN, Melissa Andrea y JIMÉNEZ, Jovani Alberto.** *Análisis y diseño de la operación de perforación y voladuras en minería de superficie empleando el enfoque de la programación estructurada*. 32, Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 12 de 2012, Boletín Ciencias de la Tierra, págs. 15-22. 012-3630.
33. **BERNAOLA, José, CASTILLA, Jorge y HERRERA, Juan.** *Perforación y voladura de rocas en minería*. Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas, Laboratorio de Tecnologías Mineras, 2013.
34. **LÓPEZ, Gloria.** *Grain size analysis*. Burgos : Springer, 2017, págs. 341-348. 978-94-007-4827-9.
35. —. **LÓPEZ, Gloria.** *Encyclopedia of Earth Science Series*, Spain : 2017, págs. 341-348. 978-94-007-4827-9.
36. **SPLIT ENGINEERING.** *Split-NetSM Service Instruction Manual*. United Kingdom : s.n., 2019.
37. **ARMSTRONG, Leslie Warren.** *The quality of stemming in assessing blasting efficiency*. s.l. : The University Of New South Wales, School Of Mines, 1994.
38. **VIDELA, C.** *Antecedentes generales del hormigón*. Santiago : Pontificia Universidad Católica de Chile , 2010.
39. **CARHUANCHO, Erwin Hans.** *Optimización de la fragmentación aplicando valores de energía en voladura al tajo vidal, nivel 4190 cantera de caliza Cerro Palo*

Cemento Andino S. A. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería de Minas, 2011.

40. **ARCOS, Daniel.** *Perforación, voladura y ventilación en minería subterránea.* Ayacucho : s.n., 2008.

41. **CARRASCO, S.** *Metodología de la investigación científica.* Lima, Perú : San Marcos, 2006.

42. **MARTÍNEZ, Raúl y RODRÍGUEZ, Eddy.** *Manual de Metodología de la Investigación Científica.* Madrid : Esponda, 2012.

43. **SÁNCHEZ, H. y REYES, C.** *Metodología de la investigación y Diseños en la Investigación Científica.* Lima : Visión Universitaria, 2009.

44. **SÁNCHEZ, Hugo y REYES, Carlos.** *Metodología de la Investigación y Diseños en la Investigación Científica.* Perú: Visión Univesitaria : Lima, Perú, 2009.

45. **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar.** *Metodología de la investigación.* Sexta. México : McGrawHill, 2014.

46. **ESPINOZA, Ciro.** *Metodología de investigación tecnológica, pensando en sistemas.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2010.

47. **MOORE, David.** *Estadística aplicada básica. 2da. edición.* Barcelona, España : Antoni Bosh editor, 2005.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

Título: Material *pebbles* para reducir granulometría del mineral en mina Toromocho, Morococha - 2019

Autor: Arbizu Centeno, Wagner

Problema	Objetivo	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo influye el uso de material <i>pebbles</i> en la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha - 2019?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> •¿De qué manera influye el uso de material <i>pebbles</i> en la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococha? •¿De qué manera influye el uso de material <i>pebbles</i> en el porcentaje de finos en la voladura en la 	<p>Objetivo general: Evaluar la influencia de material <i>Pebble</i> sobre la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha - 2019.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Evaluar la influencia del uso de material <i>pebbles</i> en la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococha. •Evaluar la influencia del uso de material <i>pebbles</i> en el porcentaje de 	<p>Antecedentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Gutiérrez, recomienda que se debe de estandarizar el modelo de las voladuras, controlando cada parámetro involucrado, esto con el fin de ahorrar durante el proceso de minado y reducir el porcentaje de bolonería (15). •Hinostraza, señala que la carga doble de iniciación electrónica ha permitido que la fragmentación de la roca sea optima en la zona en que se encuentra el mineral, de esta forma se logró tener una alta eficiencia para las siguientes operaciones de la mina. (17) •Calderón, menciona que el conocimiento de las prácticas de perforación 	<p>Hipótesis general: El uso del material <i>pebbles</i> sí influye significativamente en la reducción de la granulometría en la voladura en la mina Toromocho, Morococha - 2019.</p> <ul style="list-style-type: none"> •H0: El uso del material <i>pebbles</i> no influye significativamente en la reducción de la granulometría del mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha. •H1: El uso del material <i>pebbles</i> sí influye significativamente en la reducción de la granulometría del mineral disparado en la mina Toromocho, Morococha. 	<p>Variable 1: Reducción de la granulometría en la voladura</p> <ul style="list-style-type: none"> •Granulometría (porcentaje de finos) •Retención de energía (eyección) <p>Variable 2: Material taco</p> <ul style="list-style-type: none"> •Material <i>pebbles</i> •Material detritus •Material zarandeado 	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Método general: Método científico Método comparativo</p> <p>Diseño: Preexperimental</p> <p>Población La población de la investigación fueron todos los procesos de voladura de la mina Toromocho, Chinalco.</p> <p>Muestra: En el caso del estudio la muestra serán aquellos procesos de voladura de roca de la mina Toromocho, Morococha donde se requiera hacer uso del material <i>pebbles</i>.</p>

<p>mina Toromocho, Morococha?</p>	<p>finos en la voladura en la mina Toromocho, Morococha.</p>	<p>tiene una considerable influencia sobre la reducción de fallas en el proceso de voladura. (19)</p> <p>Bases teóricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material <i>pebbles</i> en minería: El material <i>pebbles</i> o <i>pebble</i> (en su traducción al español vendría a ser guijarros) son trozos de piedra producto de la detonación y voladura propia de la actividad minera. (22) • Granulometría en voladura. <ul style="list-style-type: none"> - Perforación. - La voladura. - Factores influyentes en la rotura de la roca • Análisis de la granulometría. • El uso de <i>pebbles</i> en la minería. • Cálculo del porcentaje de finos • Cálculo de la retención de energía • Programa <i>Splitnet</i> 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La influencia del uso de material <i>pebbles</i> se da a través del aumento en la retención de la energía de la columna explosiva en la voladura de la mina Toromocho, Morococha. • La influencia del uso de material <i>pebbles</i> se da a través del incremento del porcentaje de finos en la voladura de la mina Toromocho, Morococha - 2019. 	<p>Técnicas de recolección:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de información <ul style="list-style-type: none"> - Ficha de recopilación de datos <p>Técnicas de procesamiento:</p> <p>Estadística descriptiva e inferencial, SPSS, hojas de Excel.</p>
-----------------------------------	--	---	---	---

Anexo 2

Datos

2018: Material detritus

Fecha de análisis	Tu r n o	Año	Mes	Pala	Dure za	P 30	P 50	P 80	P90	< 1' SPLI T	Dig rate prom.	Dig rate día
01/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.49	1.02	2.05	2.68	49%	9,327	9,219
02/01/2018	M	2018	Enero	Pala 01	3.2	0.63	1.46	3.17	4.22	40%	9,977	8,707
02/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.3	0.45	0.98	2.01	2.6	51%	8,455	9,314
03/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.45	0.92	1.99	2.66	53%	9,419	9,377
04/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.3	0.89	2.49	4.38	53%	9,717	9,442
04/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	2.5	0.69	2.02	5.39	8.17	36%	9,438	8,970
05/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.39	0.94	2.36	4.01	52%	9,266	10,394
05/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	2.5	0.58	1.49	5.2	7.67	40%	10,093	9,074
06/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.28	0.91	2.52	3.62	52%	10,034	9,912
07/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.37	1.13	2.91	3.95	47%	9,891	9,416
07/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3	0.73	2.21	6.12	8.32	35%	9,373	8,886
08/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	4	0.81	1.87	4.08	5.43	34%	9,907	9,794
09/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	4	0.81	1.57	3.02	3.96	35%	9,658	9,658
10/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	4	0.64	1.56	3.7	10.09	39%	9,205	9,281
11/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	4	0.62	1.66	3.86	4.9	39%	9,058	9,012
12/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3.8	0.71	1.43	2.72	3.44	39%	9,130	9,121
12/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.9	0.62	1.36	2.83	3.77	41%	8,346	9,233
13/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3.8	0.73	1.52	3.04	3.92	37%	8,145	8,627
13/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3	0.66	1.42	3.24	4.43	39%	7,924	8,819
14/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3	0.61	1.37	3.12	6.28	41%	9,595	
15/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3	0.67	1.44	2.97	3.85	39%	8,726	8,826
16/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.8	0.78	1.71	3.49	4.37	35%	8,155	8,471
16/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.6	0.6	1.48	3.28	4.25	40%	8,783	8,909
17/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.48	1.01	2.13	2.9	50%	8,773	8,741
17/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	4	1.04	2.1	4.34	6.18	29%	9,253	9,174
18/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.5	0.4	0.88	1.8	2.33	54%	10,983	10,772
18/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	4	0.47	1.1	2.39	3.1	47%	9,970	9,701
19/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3	0.35	1.02	2.69	3.57	49%	11,323	11,430
19/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	4	0.67	1.45	2.64	3.22	38%	9,303	8,795

20/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3	0.43	0.99	2.12	0.273	50%	11,189	11,137
20/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	4	0.61	1.47	2.8	3.51	39%	8,862	8,566
21/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02		0.37	0.87	2.08	2.78	54%	11,870	11,756
21/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	4	0.79	1.68	3.48	4.41	35%	8,451	8,111
22/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3	0.41	0.88	1.8	2.36	55%	11,060	10,685
22/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	4	0.58	1.56	3.64	4.78	40%	9,026	8,797
23/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	4	0.6	0.96	1.58	1.94	52%	12,598	11,565
23/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.5	0.55	1.32	3.35	4.84	42%	8,492	8,348
24/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	4	0.94	2.1	4.42	5.83	31%	11,362	11,688
24/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.4	0.8	1.86	3.73	4.8	34%	8,538	8,392
25/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3	0.63	1.83	4.85	6.49	37%	11,354	10,817
25/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	4	1.7	3.41	7.49	10.5	20%	7,452	7,407
26/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.6	0.47	1.18	2.81	3.88	46%	10,077	9,819
26/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.6	0.62	1.71	4.9	7.8	38%	9,656	8,324
27/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.8	0.36	0.87	1.9	2.53	54%	8,078	7,952
27/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.9	0.62	1.42	3.02	4.12	40%	7,188	8,465
28/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	2.2	0.16	0.72	2.54	3.63	56%	10,089	9,825
28/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.8	0.36	0.99	2.48	3.38	50%	9,197	9,252
29/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3.4	0.3	1.01	2.29	3.02	50%	9,243	9,840
30/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3.6	0.33	0.99	2.37	3.96	50%	9,557	9,637
30/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3.4	0.42	0.92	1.98	2.64	53%	10,146	9,791
31/01/2018	M	2018	Enero	Pala 02	3.5	0.79	1.6	3.17	4.19	36%	8,760	8887
31/01/2018	M	2018	Enero	Pala 03	3	0.44	1.03	2.34	3.26	49%	9,457	9062
01/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3	0.36	0.89	2.08	2.89	53%	10,768	7732
01/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.5	0.83	1.68	3.23	4.29	34%	9,979	10524
02/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	2.5	0.53	1.09	2.12	2.78	47%	9,826	9384
02/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.5	0.8	1.53	2.88	3.61	36%	10,972	10922
03/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	2.5	0.44	1.21	3.48	5.35	46%	11,481	10933
03/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.5	0.82	1.45	2.62	4.42	36%	9,869	9801
04/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	2.5	0.52	0.95	1.79	2.31	52%	9,273	9434
04/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.5	0.99	1.99	3.91	5.05	30%	8,960	9031
05/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	2.5	0.4	0.86	1.86	2.5	56%	9,654	9690
05/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.5	0.5	1.37	3.34	7.44	42%	10,029	10088
06/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	2.5	0.4	0.86	1.86	2.5	54%	11,701	10581
06/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.5	0.73	1.58	3.16	4.04	37%	10883	10819

08/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	2.8	0.47	0.99	2.14	2.91	50%	8,095	8584
08/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.7	0.6	1.21	2.33	3.07	44%	8,054	8445
09/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3.27	1.5	2.66	5.1	6.45	21%	8,572	8343
09/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3.08	0.43	0.91	1.79	2.32	54%	8,569	9309
10/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3.4	1.71	3.85	11.94	17.05	23%	8,597	8419
10/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	2.9	0.35	0.84	1.88	2.51	55%	8,948	8899
11/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	2.8	1.39	2.87	7.62	10.02	25%	8,716	9150
11/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	2.9	0.39	0.82	1.63	2.12	57%	9,009	8901
12/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	2.9	0.33	0.82	1.97	2.75	56%	11,233	10534
13/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	2.9	0.32	0.84	2.12	3.2	55%	11,328	11291
14/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	4	0.54	1.12	2.38	3.1	46%	8,081	8081
14/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3	0.44	0.95	1.83	2.4	53%	11,023	11013
15/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	4	0.54	0.97	1.88	2.56	51%	7,050	6947
15/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3	0.47	0.85	1.51	1.9	58%	11,581	11295
16/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3	0.38	0.93	2.14	2.85	52%	11,137	10224
16/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3	0.45	0.91	1.72	2.12	54%	11,945	11793
17/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3	0.42	0.67	1.68	2.13	55%	10,520	10162
17/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3	0.47	0.94	1.92	2.41	52%	11,625	11610
18/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3	0.43	0.87	1.69	2.14	56%	10,969	10926
18/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3	0.5	0.95	1.66	2.15	52%	12,103	11340
19/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3	0.37	0.85	1.74	2.15	55%	11,113	11006
19/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3	0.33	0.86	2.31	3.85	54%	12,081	12104
20/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3	0.43	0.9	1.88	2.45	54%	10,601	10321
20/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	3	0.41	0.95	2.08	2.75	51%	10,864	10832
21/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	2.6	0.39	0.93	2.02	2.66	52%	11,081	10643
22/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 02	3	0.31	0.87	2.21	3.03	53%	10,005	9637
22/02/2018	M	2018	Febrero	Pala 03	2.7	0.44	0.97	2.01	2.68	51%	10,015	10284
23/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.6	0.39	1.02	2.5	3.48	49.5%	8,200	8404
23/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.4	0.46	0.93	1.87	2.48	52.7%	10,394	10431
24/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.8	0.4	0.99	2.32	3.11	50%	8,653	8680
24/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.5	0.43	0.98	2.11	2.86	50.8%	10,351	10744
25/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.7	0.28	1	3.23	1.37	50%	8,805	9416
25/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.6	0.39	0.93	2.12	3.07	52.2%	11,268	11327
26/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.6	0.25	0.85	2.58	3.74	53.4%	11,260	11494
28/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.6	0.37	1.06	2.78	3.88	49%	10,890	10899

28/02/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.5	0.52	1.53	3.93	5.24	40.9 %	11,280	10846
01/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.5	0.17	0.71	2.64	4.45	56.0 %	11,095	11094
01/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.5	0.58	1.55	3.81	5.1	39.5 %	10,826	10595
02/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.4	0.21	0.73	2.23	3.32	56.6 %	11,185	11392
02/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.5	0.77	1.6	3.4	4.65	36%	9,910	9932
03/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.5	0.32	0.93	2.32	3.16	52.0 %	11,386	11481
03/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.5	0.79	1.69	3.55	4.84	35%	9,586	9334
04/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.5	0.23	0.76	2.17	2.9	56.6 %	12,021	11795
04/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.0	0.34	0.93	2.25	2.98	51.8 %	11,294	11091
05/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.4	0.35	0.98	2.5	3.46	51%	11,922	11637
05/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.4	0.83	2.22	5.25	6.79	33%	8,964	9393
06/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.5	0.73	2.96	5.09	6.61	35%	10,129	11043
06/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.6	0.96	2.1	4.01	4.87	31%	8,312	7997
07/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.0	0.42	1.2	3.79	5.18	46%	10,455	11093
07/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	4.0	0.84	1.68	3.32	4.25	34%	11,497	10743
08/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	4.0	0.82	1.65	3.17	4.09	35%	10,916	10963
09/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.4	0.51	1.06	2.06	2.66	48.1 %	11,941	12063
10/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 01	3.4	0.58	1.32	2.69	3.39	42%	10,359	9870
10/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	2.8	0.44	0.94	1.91	2.6	52.3 %	11,585	11556
11/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 01	2.5	0.63	1.48	3.14	4.02	40%	9,672	10112
11/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	2.4	0.45	0.97	2.09	2.8	51.1 %	11,403	11545
12/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 01	3.2	0.89	1.8	3.45	4.37	33%	10,585	10556
12/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.0	0.56	1.52	3.89	5.21	40%	11,304	11725
13/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.5	0.61	1.33	2.74	3.63	41.7 %	10,966	10597
13/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	2.9	0.55	1.23	2.68	3.63	44%	10,741	10867
14/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.8	0.67	1.54	3.81	6.33	38.3 %	10,519	10519
14/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	2.8	0.35	0.91	2.41	3.31	52%	11,294	11294
15/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.8	0.64	1.4	2.94	4.12	40.2 %	11,216	11568
15/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	2.0	0.51	1	1.85	2.38	50%	11,161	11105
16/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.5	0.86	1.6	2.86	3.62	34.0 %	12,367	12227
16/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	2.0	0.47	0.97	1.89	2.4	51%	9,884	9771
17/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	2.7	0.71	1.58	3.61	5.4	37.2 %	11,562	11635
17/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.3	0.37	0.94	3.48	5.69	52%	10,816	10844
18/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.8	0.51	1.09	2.22	3.1	47.2 %	11,271	11271
18/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.4	0.37	0.94	3.48	5.69	60%	11,625	11625

19/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.4	0.50	1.16	2.5	3.25	45.7 %	11,952	11,952
19/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.4	0.5	0.95	1.7	2.19	52%	11,327	11,327
20/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.0	0.58	1.17	2.46	3.33	45%	11,714	11,714
20/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.4	0.37	0.79	1.73	2.33	58.0 %	10,255	10,255
21/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.0	0.37	0.82	1.75	2.36	56.7 %	10,983	11,219
21/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	2.7	0.51	1.1	2.26	3.06	47%	11,409	10,921
22/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.7	0.45	0.95	1.98	2.7	52%	10,914	10,659
22/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.2	0.46	1.09	2.4	3.1	47%	11,146	10,828
23/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.5	0.3	0.89	2.21	2.97	53%	11,166	10,984
23/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.0	0.46	1.44	3.82	5.1	43%	10,145	10,188
24/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.8	0.31	0.84	2.03	2.73	54.4 %	10,774	11,098
24/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 03	3.0	0.54	1.56	4.04	5.68	40%	9,947	9,500
25/03/2018	M	2018	Marzo	Pala 02	3.7	0.31	0.81	1.96	2.65	55.9 %	11,261	10,887
26/03/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3_4	0.46	1.09	2.62	3.48	47%	10,025	10,086
26/03/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.5	1.05	2.14	2.75	48%	10,262	10,209
27/03/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3_4	0.36	0.85	1.97	2.63	55%	9,689	9,684
27/03/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.39	1.11	2.85	3.67	47%	10,626	11,330
28/03/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.45	0.93	1.88	2.56	52.93 %	11,578	10960
28/03/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.56	1.43	3.68	5.03	40.71 %	10,446	10590
29/03/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.28	0.77	1.96	2.74	56.81 %	9,545	10,206
29/03/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.61	1.31	2.7	3.55	41.80 %	10,623	10,621
30/03/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.63	1.24	1.96	2.33	42.60 %	10,837	10,866
30/03/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.88	1.68	3.22	4.89	33.37 %	11,215	11,117
31/03/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.45	0.91	1.79	2.34	53.78 %	10,804	10,630
31/03/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.83	1.65	3.07	3.89	34.50 %	10,572	10,646
02/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3_4	0.76	2.02	4.74	6.2	34.71 %	10,209	10535
02/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.23	1.04	3.73	5.19	49.30 %	10,951	10923
03/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3_4	0.65	1.51	3.48	4.69	38.82 %	9,809	10,234
03/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.35	1	2.56	3.44	50.12 %	10,459	10,571
04/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3_4	0.65	1.51	3.48	4.69	42.73 %	10,650	10,192
04/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.45	1.16	2.8	3.72	46.18 %	10,172	10,397
05/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3_4	0.59	1.42	3.02	3.79	40.76 %	10,242	9,879
05/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.42	1.17	3.06	4.11	46.09 %	11,176	10,886
06/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3_4	0.36	0.87	1.91	2.5	54.25 %	9,556	9,890
06/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.46	1.11	2.53	3.51	47.05 %	11,185	11,198

07/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.22	0.74	2.36	4.12	56.74 %	10,377	10,319
07/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.46	1.11	2.44	3.29	47.10 %	10,545	9,966
08/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.36	0.78	1.64	2.26	59.16 %	11,508	11,169
08/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.49	1.12	2.41	3.09	46.66 %	10,143	10,012
09/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.32	0.83	1.99	2.72	55.19 %	11,728	11,719
09/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.54	1.43	3.24	4.21	41.55 %	10,906	10,429
10/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.32	0.84	2.04	2.77	54.86 %	10,937	11,521
10/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.53	1.38	3.26	4.25	42.12 %	10,377	10,325
11/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.98	1.55	2.61	3.31	53.30 %	10,796	10,796
11/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.7	1.24	2.28	2.96	40.91 %	11,140	11,140
12/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3	0.54	1.14	2.25	2.93	45.97 %	8,509	9,847
12/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	2_3	0.28	0.82	2.22	3.15	55.03 %	10,929	10,305
13/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.52	1.14	2.5	3.38	45.77 %	8,986	8,767
13/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3	0.35	0.86	2.03	2.78	54.73 %	11,512	11,404
14/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.43	1.1	2.42	3.13	47.51 %	9,758	9,066
14/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	2_3	0.35	0.86	2.03	2.78	56.22 %	10,586	10,710
15/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.46	1.35	3.38	4.48	43.10 %	9,102	9,081
15/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	2	0.1	0.77	2.6	3.76	54.51 %	10,973	10,746
16/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.48	1.06	2.2	2.78	48.33 %	8,050	8,172
16/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	2	0.15	0.74	2.93	4.09	55.14 %	11,075	11,011
17/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2	0.44	1.06	2.39	3.39	48.40 %	8,388	7,164
17/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	2	0.2	0.84	3.08	4.23	53.23 %	11,113	10,864
18/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.44	1.06	2.39	3.39	54.01 %	10,435	9,970
18/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.23	1.05	3.52	4.81	49.10 %	10,739	10,795
19/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.25	0.77	2.28	3.4	56.29 %	10,598	10,244
19/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.37	0.94	2.14	3.09	52.08 %	11,407	11,223
20/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2_3	0.25	0.84	2.41	4.32	54.01 %	9,255	9,889
20/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3_4	0.37	0.94	2.14	3.09	50.03 %	11,660	11,748
21/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	3	0.75	1.64	3.59	5.65	36.10 %	8,878	8,692
21/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	3	0.38	1.39	3.9	5.21	43.55 %	11,355	11,706
22/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02		0.61	1.31	2.69	3.39	41.70 %	9,850	9,439
22/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03		0.49	1.24	2.92	4.06	44.36 %	10,725	10,900
23/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02		0.38	0.96	2.19	2.98	51.28 %	8,536	9,847
23/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03		0.48	1.19	2.67	3.47	45.27 %	10,750	10,305
24/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2	0.54	1.08	2.08	2.71	47.23 %	9,694	9,535

24/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	2_3	0.48	1.06	2.18	2.73	48.18 %	10,998	10,670
25/04/2018	M	2018	Abril	Pala 02	2	0.44	1.1	2.48	3.27	47.37 %	9,934	9,913
25/04/2018	M	2018	Abril	Pala 03	2_3	0.25	1.05	3.01	4.25	49.09 %	11,483	11,445
26/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2	0.37	1.12	2.93	4.05	47.53 %	11,447	11,410
26/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	2_3	0.33	0.99	2.92	4.69	50.30 %	10,538	10,627
27/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2	0.23	0.95	3.39	5.09	51.02 %	12,599	12,180
27/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	2	0.36	1	2.77	3.97	50.07 %	10,453	10,918
28/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2	0.33	0.87	1.93	2.5	54.29 %	11,100	11,248
28/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.45	1.08	2.6	3.78	47.80 %	8,990	9,150
29/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.26	0.78	2.13	3.02	55.81 %	11,821	12,079
29/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	4	0.61	1.46	3.24	4.29	40.11 %	8,329	8,934
30/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.2	0.78	2.84	4.56	54.86 %	11,790	11,804
30/04/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	4	1.02	2.01	3.89	5.14	29.48 %	7,844	8,619
01/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.26	0.83	2.48	3.68	54.11 %	10,599	10,598
01/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	4	0.65	1.66	3.7	4.85	38.00 %	8877	9,278
02/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2	0.3	0.82	2.01	3.52	56.04 %	12082	12,246
02/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	4	0.65	1.6	3.65	4.83	38.38 %	10886	10,883
03/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 01	2	0.54	1.24	2.67	3.69	44.08 %	10,809	10,809
03/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3_4	0.63	1.57	3.79	5.25	39.05 %	9,959	9,785
04/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.35	1.19	3.45	4.71	46.51 %	11,107	11,731
04/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2	0.35	0.86	2.08	2.93	54.47 %	10870	10,252
05/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.4	0.87	1.75	2.38	55.80 %	10683	10,344
05/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.54	1.38	3.34	4.49	42.16 %	11,344	11,881
06/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3	0.41	0.99	2.37	3.21	50.31 %	10,706	9,970
06/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.42	1.27	3.39	4.61	44.88 %	11,261	11,288
07/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3	0.15	0.74	2.69	4.43	55.58 %	10,867	10,864
07/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3	0.51	3.15	3.15	4.99	43.43 %	11,706	11,890
09/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.34	0.99	2.48	3.25	50.15 %	10,405	10,311
09/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.54	1.22	2.69	3.58	44.12 %	11,912	12,053
10/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3	0.28	0.96	2.98	4.08	50.77 %	12,041	11,760
10/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.4	1.15	3.08	4.19	46.71 %	11,601	12,113
11/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3	0.14	0.087	4.12	7.09	52.05 %	12,329	11,485

11/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.36	1.06	2.91	4.49	48.63 %	11,901	12,586
12/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.25	0.87	2.61	4.04	53.06 %	12,742	12,177
12/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	4	0.36	1.04	2.66	3.55	49.20 %	11,743	12,355
13/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3	0.37	1	2.53	3.42	50.12 %	13,020	12,448
13/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.38	1.07	2.71	3.61	48.48 %	11,465	12,230
14/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3	0.41	1.04	2.47	3.32	49.02 %	13,505	12,867
14/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.41	1.01	2.37	3.19	49.65 %	11,230	11,155
15/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.16	0.83	3.65	6.21	53.01 %	12,339	12,280
15/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.36	1.15	3.13	4.23	47.03 %	11,313	11,829
16/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	2_3	0.25	0.83	2.44	3.72	54.05 %	11,931	11,105
16/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.29	1.16	3	3.92	47.16 %	11,604	11,604
17/05/2018	M	2018	Mayo	LT02	2_3	0.36	0.85	1.85	2.47	55.08 %	4,808	4,180
17/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	2	0.25	0.77	2.06	2.87	56.30 %	9,393	8,659
18/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3_4	0.32	0.9	2.15	2.9	52.76 %	11,168	11,144
18/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3	0.25	0.77	2.06	2.87	51.70 %	9,035	8,863
19/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3	0.53	1.12	2.2	2.82	46.49 %	12,700	11,167
19/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	2.8	0.62	1.36	2.77	3.52	40.95 %	9,479	8,630
20/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3_4	0.55	1.33	2.78	3.54	42.29 %	9,872	10,226
20/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	2_3	0.29	0.82	2.02	2.76	55.08 %	9,049	8,257
21/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3_4	0.47	1.1	2.37	3.15	46.97 %	9,752	9,852
21/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	2_3	0.25	0.92	3.2	5.03	51.53 %	9,322	8,914
22/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	4	0.44	1.25	3.33	4.81	44.69 %	10,293	9,793
22/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	2_3	0.32	0.87	2.11	2.84	53.58 %	10,576	10,398
23/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3_4	0.46	1.29	3.17	4.25	44.03 %	10,703	9,914
23/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3	0.37	0.89	1.91	2.48	53.44 %	9,187	9,164
24/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3_4	0.62	1.43	3.05	4.38	40.38 %	9,475	10,107
25/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 02	3_4	0.42	0.82	1.55	1.98	58.19 %	11,248	10,791
25/05/2018	M	2018	Mayo	Pala 03	3_4	0.58	1.16	2.27	2.91	44.75 %	10,679	10,225
26/05/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0.26	0.71	1.80	2.38	59.18 %	9,943	10,574
26/05/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.49	0.99	1.96	2.54	50.19 %	11,113	10,294
27/05/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0.1	0.53	1.99	2.99	61.42 %	10,825	11,268
27/05/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.53	1.14	2.36	3.17	45.83 %	10,896	10,228
28/05/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.57	1.25	2.52	3.25	43.22 %	11,198	11,101

29/05/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.26	0.8	2.2	3.12	59.17 %	11,400	11,295
29/05/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.71	1.74	3.78	4.79	36.46 %	10,362	10,744
30/05/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0.39	0.89	1.9	2.52	53.65 %	10,844	10,618
30/05/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.46	1.23	3.03	4.1	44.88 %	10,947	11,402
31/05/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0.39	0.89	1.9	2.52	55.03 %	9,382	9,951
31/05/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3	0.64	1.61	3.75	5	38.42 %	11,074	10,602
01/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.32	0.88	2.17	2.92	53.90 %	10,005	10,394
01/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3	0.43	1.03	2.27	3.09	49.22 %	10,705	10,224
02/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3	0.26	0.82	2.18	3.02	54.93 %	10,006	10,155
03/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.45	1.12	2.93	3.89	45.51 %	10,396	10,202
03/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3	0.3	0.97	2.81	1	50.66 %	11,060	11,149
04/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	2_3	0.31	0.89	2.24	3.07	52.65 %	11,104	11,242
05/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0.26	0.9	3.02	4.59	52.08 %	10,035	10,062
06/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0.2	0.7	2.24	3.43	58%	10,316	10,619
06/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	2_3	0.53	1.53	3.77	4.93	41%	10,785	11,209
07/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.6	1.41	3	3.94	41%	9,150	9,528
07/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	2_3	0.53	1.19	2.49	3.29	45%	10,018	9,776
07/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.44	1.35	3.53	4.73	44%	9,150	9,528
08/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.6	1.44	3.24	4.48	40%	9,204	9,213
08/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.56	1.46	3.61	5.04	41%	9,204	9,213
08/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	2_3	0.42	1.09	2.65	3.72	48%	9,985	10,203
09/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.46	1.17	2.82	3.87	46%	9,711	9,268
09/06/2018	M	2018	Junio	Pala 01	2_3	0.29	0.97	2.76	3.79	51%	10,658	10,593
10/06/2018	M	2018	Junio	Pala 01	2_3	0.63	1.11	1.98	2.54	45%	9,768	9,537
10/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	1.82	4.22	8.26	10.46	18%	9,037	8,833
11/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.62	1.68	4.66	6.94	38%	9,556	8,833
11/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	2_3	0.27	1.08	4.27	7.56	49%	8,057	8,057
12/06/2018	M	2018	Junio	Pala 01	3	0.25	1.01	3.32	4.95	50%	11,027	10,536
12/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3	0.26	0.9	2.7	4.33	52%	9,681	9,662
13/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3	0.42	0.92	1.93	2.57	53%	10,470	10,055
13/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3	0.53	1.2	2.64	3.66	44%	No hubo reporte	
14/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0.07	0.56	3.8	5.33	57%	8,346	7,541
14/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3	0.45	1.13	2.57	3.39	47%	7,424	7174
15/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2	0	0.95	2.37	3.08	50%	8,478	8,553
15/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3	0.45	1.13	2.57	3.39	46%	9,286	9240

16/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.23	0.9	2.7	3.66	52%	8,517	8531.47 465
16/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3	0.41	1.08	2.41	3.13	48%	9,191	9035.93 612
17/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.25	0.7	1.81	2.44	0.592 6	8,295	8230
17/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	4	0.63	1.42	3	3.84	0.402 7	9,171	9220
18/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.67	1.28	2.33	2.86	0.412 9	8,921	8800
18/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	4	0.511	1.31	3.03	4	0.432	10,018	9800
19/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.28	0.96	2.72	3.62	0.508 3	9,277	9134
19/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	4	0.76	1.67	3.69	4.89	0.358 5	8,747	8560
20/06/2018	M	2018	Junio	Pala 01	2_3	0.41	1.57	4.67	6.73	41%	8,479	8320.99 376
20/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3	0.46	1.42	3.98	5.5	42%	9,118	9182.76 818
20/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	4	0.33	1.23	3.75	5.25	46%	9,545	9952.21 448
21/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02		0.3	1.16	3.63	5.51	47%	8,740	8116.30 197
21/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	4	0.34	0.9	2.71	2.86	53%	11,776	9967.29 577
22/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	4	0.44	1.68	3.88	6.01	41%	9,152	9506.01 276
22/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.34	0.9	2.71	2.86	45%	11620. 8294	10208.4 748
23/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.36	0.98	2.39	3.13	51%	10,370	10845.7 392
23/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.39	1.04	2.45	3.17	49%	10,493	11733.9 832
24/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3_4	0.41	0.98	2.12	2.69	51%	11,545	11678
24/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	2_3	0.53	1.11	2.16	2.75	47%	11,689	11913
25/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.34	0.85	2.11	2.77	55%	11,445	11320
25/06/2018	M	2018	Junio	LT3	3_4	0.44	1.06	2.62	3.54	48%	3984.5 1	11223
26/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	3	0.59	1.19	2.59	3.62	44%	10,716	10636.0 027
26/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.95	1.61	2.78	3.43	31%	11,128	11120.9 946
27/06/2018	M	2018	Junio	Pala 01	2_3	0.33	0.84	2.04	2.84	55%	11,082	10286.7 386
27/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.4	0.93	2.01	2.65	52%	11,928	12055.5 383
28/06/2018	M	2018	Junio	Pala 01	2_3	0.32	0.77	1.78	2.63	59%	11,008	10852.5 831
28/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.38	0.86	1.85	2.51	55%	10,268	10583.5 964
28/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.84	1.6	3.04	8.39	35%	10,998	10880.7 603
29/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.55	0.87	1.39	1.7	58%	10,521	10773.5 791
29/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.45	1.08	2.42	3.16	48%	11,667	11405.3 476
30/06/2018	M	2018	Junio	Pala 01	2_3	0.35	0.8	1.71	2.25	58%	11,415	11317.5 222
30/06/2018	M	2018	Junio	Pala 02	2_3	0.45	0.85	1.56	1.96	57%	10,319	10580.8 059
30/06/2018	M	2018	Junio	Pala 03	3_4	0.46	1	2.06	6.28	50%	11,575	11024.3 144
01/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2	0.12	0.53	1.36	1.77	62%	10,587	10563.0 467
01/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3_4	0.51	1.08	2.23	2.85	47%	10,955	11215.9 913

02/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2_3	0.53	1.08	2.01	2.52	47%	9,773	10526.144
02/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2_3_4	0.53	1.09	2.14	2.76	47%	10,045	10712.1295
03/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2_3	0.47	1.11	2.67	3.56	47%	10,595	11029.6393
03/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2_3	0.61	1.25	2.46	3.12	43%	11,636	11206.5337
04/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2_3	0.51	1.07	2.47	3.4	48%	10,350	11317.2627
04/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	3_4	0.32	0.83	2.04	2.94	55%	3,885	3883.00958
05/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2_3	0.45	1.01	2.17	2.92	50%	10,578	10186.2118
05/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	3_4	0.41	0.94	2	2.66	52%	3,122	3489.83487
06/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3	0.44	1.06	2.38	3.19	48%	10,378	11256.3929
06/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	3_4	0.56	1.2	2.5	3.37	44%	3,650	3739.62605
07/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2_3_4	0.47	1	2.04	2.73	50%	11,591	11048.6774
07/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	2_3_4	0.6	1.29	2.57	3.37	42%	3,123	3720.3733
08/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.1	0.64	2.43	3.2	57%	9,473	9332
08/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2_3	0.2	1.07	3.45	4.66	49%	12,500	12095
09/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.17	0.8	2.93	4.61	54%	9,541	9341
09/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2_3	0.25	0.7	1.85	3.11	61%	13,096	11900
09/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	3	0.4	0.95	2.27	3.25	52%	3,560	3450
10/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.25	0.8	2.12	2.77	56%	10,503	10230
10/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2_3	0.11	0.62	3.6	5.24	60%	12,200	12101
11/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.26	1.06	3.75	5.19	49%	10,322	10144
11/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2_3	0.09	0.43	1.65	2.5	68%	12,300	12400
12/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.26	1.06	3.75	5.19	41%	10,213	10515
12/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	3	0.38	0.91	2.02	2.76	53%	10,000	10089
13/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.28	1	2.88	3.89	50%	10,686	9877.54064
13/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3_4	0.41	1.1	3.04	4.97	47%	9,879	9461.34384
14/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	3	0.39	0.94	2.07	2.69	52%	11,634	10701
14/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3	0.41	1.09	2.69	3.8	48%	9,407	10501
15/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	3	0.3	0.91	2.56	4.14	52%	10479	10869
15/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3	0.27	0.98	3.39	5.26	50%	9,377	9733
16/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2_3	0.35	0.88	2.07	2.82	54%	11,559	11183
17/07/2018	M	2020	Julio	Pala 03	2_3	0.35	0.91	2.2	3.19	53%	10,932	11267
18/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	2_3	0.45	0.96	1.9	2.56	52%	10,065	10,272
18/07/2018	M	2020	Julio	Pala 03	3_4	0.5	1.14	2.41	3.26	46%	11,200	11,447
19/07/2018	M	2020	Julio	LT 03	2_3	0.33	0.77	1.79	2.45	59%	3,514	3,251
19/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2	0.32	0.74	1.69	2.25	60%	8,915	8,509

19/07/2018	M	2020	Julio	Pala 03	3_4	0.6	1.14	2.19	2.99	45%	10,893	10,286
20/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.4	0.8	1.53	1.95	59%	9,265	9,325
20/07/2018	M	2020	Julio	Pala 03	3_4	0.58	1.46	3.22	4.08	41%	8,849	9,392
21/07/2018	M	2020	Julio	Pala 03	3_4	0.47	1.42	3.69	4.87	42%	10,769	10,686
21/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3_4	0.2	0.68	2.11	3.18	58%	9,282	9,340
21/07/2018	M	2020	Julio	LT 03	2_3_4	0.44	1.02	2.32	3.28	49%	3,466	3,489
22/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3_4	0.58	1.22	2.44	3.25	44%	10,258	10,658
22/07/2018	M	2020	Julio	LT 03	2_3_4	0.54	1.1	2.15	2.84	47%	3,644	3,656
22/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.19	0.66	2.03	2.96	59%	9,069	9,837
23/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.37	0.81	1.66	2.13	57%	10,036	9,837
23/07/2018	M	2020	Julio	Pala 02	3_4	0.53	1.1	2.17	5.88	48%	8,852	8,907
23/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	2_3_4	0.53	1.1	2.17	5.88	47%	4,389	3,656
24/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.36	0.79	1.63	2.08	58%	11,066	10,973
24/07/2018	M	2020	Julio	Pala 02	3_4	0.54	1.16	2.4	3.32	45%	8,156	9,066
24/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	2_3_4	0.55	1.14	2.27	3	46%	4,120	4,120
25/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2_3	0.26	0.91	2.8	4.31	52%	11,234	11309
25/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	3_4	0.33	1.17	3.76	5.08	47%	8,597	8615
25/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3_4	0.34	1.28	4.26	6.74	46%	11,395	11402
26/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2	0.2	0.72	2.21	3.24	57%	8,452	10025
26/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	4	0.42	1.03	2.41	3.24	49%	8,398	8400
26/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3_4	0.42	0.95	2.04	2.7	52%	11,835	11443
26/07/2018	M	2018	Julio	LT 03	3	0.39	0.98	2.3	3.113	51%	3,752	3386
27/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2	0.11	0.61	2.34	3.33	58%	11683	10363
27/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	3_4	0.54	1.12	2.29	2.98	46%	9,093	8973
27/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3	0.4	0.89	2.13	3.11	54%	11,768	11694
28/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	3_4	0.53	1.23	2.75	4.03	44%	9,157	8701
28/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	3	0.18	0.76	2.48	3.95	55%	11,267	11368
29/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	4	0.59	1.29	2.65	3.46	43%	9,765	9477.26 005
29/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2//3	0.38	0.85	1.8	2.46	55%	10,629	11247.6 895
30/07/2018	M	2018	Julio	Pala 01	2//3	0.26	0.76	2.07	3.06	57%	8,916	8967.20 44
30/07/2018	M	2018	Julio	Pala 02	4	0.49	1.3	3.02	3.99	43%	9956	9549.35 986
30/07/2018	M	2018	Julio	Pala 03	2//3	0.28	0.77	1.99	2.68	57%	11,737	11473.4 884
01/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	4	0.47	1.35	3.41	4.62	43%	9188.4 7466	9222.05 428
01/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2_3	0.36	0.85	1.85	2.49	55%	11,168	10956.2 342
02/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2_3	0.29	0.75	1.83	2.51	58%	9305.2 8993	9667.96 404

02/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.56	1.24	2.55	3.28	44%	10,952	10166.9 28
03/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	2_3	0.44	1.05	2.35	3.41	49%	11005. 1106	10697.8 042
03/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2_3	0.25	0.75	2.04	3	57%	11,105	11210.3 376
04/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2_3	0.32	0.67	2.38	3.67	64%	9829.5 5745	9832.15 686
04/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.42	0.97	2.12	2.86	51%	10,443	11436.9 121
05/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2_3	0.29	0.76	1.74	2.34	58%	10164. 1964	10100.4 216
05/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.35	0.92	2.3	3.24	52%	10,804	11021.2 265
06/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2_3	0.25	0.69	1.75	2.39	60%	11805. 1608	11278.5 587
06/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.34	0.99	2.55	3.33	50%	11,055	11466.1 833
07/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2_3	0.17	0.7	2.44	3.66	57%	10,574	9802.08 962
07/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.37	0.98	2.28	2.9	50%	10,708	10,863
08/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.24	0.72	1.96	2.74	58%	11,651	11,723
08/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2	0.32	0.85	1.94	2.5	54%	11,658	11,071
09/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.19	0.71	2.67	4.13	58%	10,969	10,712
09/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2	0.28	1.08	3.11	4.11	49%	11,092	10,919
10/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.24	0.71	1.92	5.52	59%	11,596	10,899
10/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2	0.27	0.89	2.35	3.2	53%	11,723	11,315
11/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.26	0.73	1.88	2.54	58%	10,938	11,224
11/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3	0.48	1.21	2.79	3.76	45%	8,855	11,325
12/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.47	1.19	2.77	3.64	46%	9,124	9,130
12/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.6	1.2	2.24	2.85	44%	11,295	11,315
13/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	3_4	0.46	1.22	2.92	3.75	45%	10,229	10,355
13/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.47	1.42	3.62	4.72	42%	10,103	9,952
13/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3	0.38	0.96	2.32	3.24	51%	11,389	11,153
14/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.51	1.15	2.43	3.08	46%	9,266	9583.43 976
14/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3	0.32	0.84	2.04	2.64	55%	11,397	11235.6 173
15/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.34	0.79	1.74	2.22	57%	8,122	10,323
15/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.37	0.95	2.27	2.97	51%	9,990	10,094
15/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2_3	0.54	1.11	2.24	2.96	46%	11,096	11,301
16/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.22	0.71	2.03	2.79	58%	9,984	9,378
16/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.41	0.99	2.21	2.85	50%	11,604	11,363
17/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.32	0.76	1.7	2.18	58%	9,992	9,548
17/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.5	1.22	2.65	3.46	45%	10,515	10,398

17/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2_3	0.34	0.85	2.02	2.72	55%	11,037	10,656
18/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.21	0.68	1.98	2.87	59%	10,383	9,979
18/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	2_3	0.35	0.92	2.23	2.96	52%	10,596	10,806
19/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.13	0.63	2.61	4.31	58%	10,650	10,370
19/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	2_3	0.39	0.89	1.9	2.5	54%	11,208	11,157
20/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.27	0.73	1.84	2.43	58%	12,268	11,265
20/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.38	0.84	1.72	2.16	56%	12,306	12,289
21/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.19	0.66	2	2.85	59%	12,231	12,289
21/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	2_3	0.42	0.83	1.59	2.04	58%	12,306	3,025
21/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2	0.21	0.66	1.87	2.73	60%	11,554	10,800
22/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.21	0.65	1.84	2.59	60%	13,071	12,341
22/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2	0.28	0.76	1.88	2.5	57%	12,065	10,639
23/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.22	0.7	2.02	2.98	58%	11,512	12,005
23/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	4	0.47	1.05	2.2	2.78	48%	9,480	8,708
24/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.25	0.78	2.16	2.96	56%	10,851	11,295
24/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.46	1.04	2.19	2.85	49%	10,938	11,102
25/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2	0.17	0.62	2.02	2.89	60%	11,966	11,835
26/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2_3	0.42	1.07	2.41	3.22	48%	10,640	10464.8 419
26/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.33	0.86	1.97	2.6	54%	10,787	10811.3 47
27/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 01	2_3	0.12	0.69	2.71	3.73	56%	10,482	10101.1 303
27/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	2_3	0.26	0.71	1.75	2.33	59%	10,919	10731.3 852
27/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2_3	0.22	0.7	1.99	2.89	58%	10,942	11109.3 304
28/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3	0.24	0.75	2.06	3.17	57%	10,521	10834.9 201
28/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2	0.28	0.73	1.78	2.49	59%	11,674	11419.5 191
29/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.51	1.11	2.32	3.03	47%	9,036	9714.53 569
29/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.47	0.97	1.94	2.49	51%	8,942	9102.46 77
30/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	2_3	0.42	0.99	2.23	3.01	50%	8,367	8316.71 435
30/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	3_4	0.3	0.8	1.97	2.66	56%	9,024	9226.01 859
31/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 02	3_4	0.43	0.94	1.92	2.42	52%	9,413	9222.50 285
31/08/2018	M	2018	Agosto	Pala 03	2_3	0.34	0.82	1.89	2.52	56%	9,609	9719.11 924
01/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	3_4	0.32	0.94	2.55	3.91	51%	10,037	10429.2 467
01/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.22	0.79	2.5	3.85	55%	7,977	8821.76 933
02/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3_4	0.15	0.66	2.56	3.66	58%	9,292	8956.29 582
02/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	3	0.43	1.04	2.37	3.07	49%	12,168	11926.4 475
02/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.18	0.76	2.71	4.31	55%	8,855	8293.85 308

03/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	3_4	0.99	2.3	5.08	6.83	30%	8,098	8859.70 666
03/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.26	0.72	1.84	2.56	59%	9,652	9156.49 73
04/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2	0.28	0.75	3.4	4.56	58%	5,816	5320.20 557
05/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2	0.28	0.67	1.83	2.69	62%	8,900	8674.68 763
06/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	3	0.68	1.31	2.64	3.53	41%	9,007	10048.4 882
06/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2	0.36	0.75	1.84	3.67	62%	8,768	8677.55 691
07/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	3	0.53	1.44	3.6	4.55	41%	8,616	8175
07/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2	0.31	0.83	2.27	3.17	56%	8,662	8463
08/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	3	0.47	1.32	3.37	4.37	43%	9,796	9189.04 007
08/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2	0.36	0.84	2.64	3.6	56%	9,207	8795.40 259
09/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	3	0.23	0.88	2.96	4.1	52%	12,980	11032.8 015
09/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.43	0.99	2.12	2.81	50%	11,605	10928.6 956
09/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.36	0.89	1.98	2.65	53%	10,131	9090.85 213
10/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2	0.18	0.84	3.17	4.8	53%	11,425	11155.8 619
10/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.35	1.09	2.99	4.02	48%	10,085	9638.96 682
11/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	3	0.38	1.15	3.12	3.99	47%	9,783	10090.0 848
11/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3	0.41	1.01	2.3	2.99	50%	9,874	9877.07 756
12/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3	0.81	1.43	3.25	4.39	41%	9,881	10322.2 239
12/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.38	0.96	2.3	3.13	51%	11,576	10394.6 006
12/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.29	0.83	2.17	2.97	55%	9,011	8913.83 04
13/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.29	0.82	2.12	2.92	55%	10,446	11326.2 84
14/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.42	0.88	1.73	2.19	54%	11,616	12,162
14/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3_4	0.51	1.22	2.68	3.47	45%	10,093	10,237
15/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3	0.57	0.37	2.6	4.17	57%	8,400	8,400
15/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	4.00	0.51	1.63	4.41	5.76	40%	9,676	9,956
16/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3	0.19	0.72	2.43	3.54	57%	8,982	8,848
16/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	4.00	0.63	1.43	3.08	3.98	40%	10,564	10,536
17/09/2018	M	2018	Setiembre	LT 03	2_3	0.42	0.87	1.77	2.31	55%	4,176	4,255
17/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3_4	0.54	1.1	2.09	2.59	50%	10,142	9,929
18/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3	0.3	0.82	2.08	2.83	55%	10,138	9,823
18/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.28	0.77	1.98	2.7	57%	10,147	10,543
18/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3_4	0.37	0.96	2.31	7.32	51%	11,945	12,147
19/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3	0.27	0.85	2.51	3.59	54%	10,962	10358.5 959
19/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.44	1.05	2.26	3.08	49%	11,034	11050.9 236
20/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2	0.5	1.05	2.05	2.62	50%	7,587	8597.32 515

20/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3	0.36	0.99	2.54	3.6	48%	11,022	10578.8918
21/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	3_4	0.47	1.2	2.94	4.32	45%	9,694	9375.41619
21/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3	0.24	0.77	2.06	2.88	56%	11,295	10794.8058
22/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	3	0.37	1.08	2.82	3.88	48%	10,431	10591.4237
22/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3	0.37	0.89	1.97	2.65	53%	11,523	11211.6886
23/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	4	0.48	1.06	2.19	2.88	48%	10,821	10820.7727
23/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3	0.32	0.86	2.14	2.81	54%	11,526	11526.2041
24/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	3	0.34	0.87	2.03	2.67	54%	9,769	9756.61
24/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3	0.33	0.88	2.12	2.8	53%	11,713	11499.6
25/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	3	0.55	1.17	2.4	3.26	44.92%	9756.61	9756.61
25/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	4	0.56	1.3	2.86	3.71	42.82%	9,676	9756.61
26/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3	0.2	0.69	2.07	2.86	58%	8,237	8,810
26/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	3_4	0.75	1.4	2.51	3.11	38%	9,537	9,227
27/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.27	0.74	1.84	2.42	58%	10,691	10,137
27/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.48	1.28	2.95	4.07	44%	9,789	9,873
28/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.24	0.75	2.1	2.65	57%	10,683	10,976
28/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.39	1.08	2.75	3.74	48%	10,695	10,246
29/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2.00	0.24	0.96	3.28	4.72	51%	9,785	9,810
29/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.17	0.65	2.27	3.24	59%	12,690	12,228
30/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 01	2_3	0.21	0.71	2.3	3.58	57%	9,473	9,743
30/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 02	2_3	0.47	0.98	2	2.62	51%	11,464	10,973
30/09/2018	M	2018	Setiembre	Pala 03	2_3	0.39	1.08	2.75	3.74	47%	10,335	11,053
01/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.26	0.74	2	2.82	58%	9,743	9,743
01/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.47	0.98	2	2.62	50%	10,335	10,973
02/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.37	0.8	1.65	2.2	58%	9,234	9,743
02/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.41	0.89	1.85	2.48	54%	9,521	10,973
03/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.27	0.69	1.61	2.09	61%	9,760	9802.57263
03/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4.00	0.48	1	2.01	2.62	50%	11,093	10571.9794
03/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	2_3	0.48	1.14	2.54	3.28	46%	12,113	10253.314
04/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4	0.47	1.15	2.64	3.66	46%	8,613	8141.42949
04/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3	0.34	0.84	1.87	2.5	55%	9,700	10546.9367
05/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	3	0.37	1.34	4.49	6.01	44%	10,547	8370.82453
05/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4	0.56	1.18	2.48	3.25	44%	8,835	8581.39883
06/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	4	0.47	1.63	4.6	6.28	41%	10,136	9843.98088
06/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4	0.37	1.04	2.79	3.94	49%	9,243	9099.29228

07/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	3_4	0.49	1.13	2.41	3.14	46%	12,689	10103.8382
07/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4	0.38	0.9	1.95	2.58	53%	9,523	8758.7751
08/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	3_4	0.38	1.2	3.29	4.79	46%	10,102	9143.69454
08/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.34	0.92	2.36	3.18	52%	9,491	9521.73754
09/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3	0.3	0.82	1.94	2.54	55%	9,226	9110
09/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	4	0.43	1.02	2.24	2.89	49%	-	-
10/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3	0.36	0.83	1.9	2.67	56%	8,207	8533.25182
10/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3	0.55	1.16	2.39	3.12	45%	10,971	9761.40784
11/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	2	0.13	0.54	1.95	2.8	62%	8,584	8231.18662
11/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	2	0.15	0.56	1.95	3.35	63%	10,475	10011.9352
12/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3	0.17	0.64	2.17	3.2	59%	10,782	9391.54141
13/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4	0.64	1.37	2.77	3.63	41%	9,489	10352.1332
14/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4	0.69	1.56	3.23	4.27	38%	11,781	10609.7699
15/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	4	0.68	1.48	3	3.97	39%	10,100	10,436
16/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.69	1.42	2.84	3.64	39%	9,355	9,345
17/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.6	1.36	2.88	3.66	42%	10,102	10,440
17/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	2_3	0.29	0.78	1.94	2.6	57%	11,435	11,001
18/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.55	1.49	3.73	6.77	40%	9,323	9,579
18/10/2018	M	2018	Octubre	LT 03	3_4	0.43	1.06	2.41	3.24	48%	3,423	3,061
19/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.5	1.17	2.57	3.56	46%	10,176	10,491
19/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	2_3	0.21	0.69	2.11	3.51	59%	11,397	11,146
20/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3	0.43	1	2.36	3.44	50%	10,242	10,282
20/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	2_3	0.21	0.77	2.28	3.3	56%	11,070	11,028
21/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.33	0.98	2.68	3.87	50%	10,779	10,916
21/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.46	1.19	2.8	3.78	46%	10,102	10,952
21/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3_4	0.25	1.18	6.07	7.81	47%	10,352	9,884
22/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.41	0.99	2.15	2.82	50%	11,475	11,295
22/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.42	1.19	5.34	8.1	46%	10,217	10,523
22/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3_4	0.37	0.93	2.42	4.51	52%	10,648	11,004
23/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.32	0.86	2.14	2.98	54%	11,283	11,627
23/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.42	1.06	2.4	3.38	48%	9,693	9,675
23/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3_4	0.37	1.11	4	6.12	48%	10,672	10,386
24/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.41	0.86	1.75	4.85	55%	11,223	11,718
24/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.44	1.01	2.14	2.82	50%	10,664	10,936
25/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.24	0.81	2.43	3.87	55%	10,544	10,718

25/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.48	1.1	2.39	3.18	47%	11,587	10,936
25/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3_4	0.56	1.34	3.26	4.43	42%	9,568	10,185
26/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.34	0.86	1.98	2.71	55%	11,108	11,312
26/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	3_4	0.56	1.28	2.77	3.59	43%	11,348	11,535
27/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.25	0.75	1.99	2.73	57%	10,989	11,374
27/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	2_3	0.25	0.79	2.26	3.18	56%	10,130	9,350
27/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3_4	0.55	1.19	2.43	3.1	45%	10,298	11,304
28/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.34	0.9	2.27	6.24	53%	10,572	10,559
28/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	3_4	0.5	1.5	2.12	2.67	48%	10,886	11,496
29/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.23	0.93	3.17	5.75	51%	11,074	11,201
29/10/2018	M	2018	Octubre	LT 03	2_3	0.17	0.67	2.4	3.3	58%	3,232	3,392
30/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	2_3	0.16	0.91	4.19	6.1	51%	10,045	10334
31/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 01	2_3	0.22	0.99	3.84	5.63	50%	8,982	9733.30 819
31/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 02	2_3	0.27	0.96	2.96	4.27	51%	11,751	10670.2 779
31/10/2018	M	2018	Octubre	Pala 03	2_3	0.24	0.89	2.62	3.64	53%	10,207	10471.7 908
01/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.76	1.68	3.41	4.25	36%	10,421	10001.6 298
01/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	2_3	0.25	0.71	1.88	2.54	59%	10,989	10233.2 706
01/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.64	1.27	2.41	3	42%	10,797	10569.0 253
02/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.74	2.11	5.38	6.85	35%	9,424	9706.57 615
02/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	2	0.09	0.48	2.04	2.87	63%	11,245	10504.8 458
02/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.43	1.27	3.29	4.56	45%	11,540	10375.1 642
03/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.27	1.05	3	4.38	49%	10,699	10956
04/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.37	1.08	2.85	4.01	48%	11,279	11399
05/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	2_3	0.16	0.67	2.2	3.36	58%	10,803	10867.8 177
05/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.43	1	2.18	2.78	50%	11,190	11225.8 939
07/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	2_3	0.29	0.73	1.78	3.18	61%	11,849	11267.8 961
07/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.37	0.8	1.59	2.11	59%	11,650	11999.8 432
08/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	4	0.44	0.98	2.18	3.03	51%	11,069	11726.6 09
08/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.41	0.87	1.39	2.2	55%	11,720	12015.5 507
09/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	4	0.45	1.11	2.52	3.35	47%	11,508	11670.7 348
09/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3	0.3	0.78	1.74	2.27	57%	11,587	11638.6 228
10/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	4	0.51	1.33	3.09	4.02	43%	10,520	11031.5 901
10/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3	0.3	0.68	1.15	1.45	64%	11,031	11681.0 468
11/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3	0.52	1.21	2.76	3.77	44%	10,391	10561.2 239
11/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	4	0.38	0.9	2.04	2.85	53%	10,926	10496.5 472

12/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	4	0.51	1.12	2.39	3.19	47%	9,942	10421.9 86
12/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	4	0.43	1.01	2.31	3.21	50%	10,590	10638.1 196
13/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	4	0.45	1.1	2.56	3.72	47%	10,074	10047.6 082
13/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3	0.4	0.95	2.05	2.66	52%	10,422	10802.7 441
14/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2	0.45	1.18	2.77	3.59	46%	10,005	10751.4 422
14/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3	0.49	1.13	2.5	3.26	46%	10,269	10040.1 408
14/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	4	0.35	0.92	2.17	2.8	52%	10,925	11330.6 675
15/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.39	1.1	2.83	3.83	48%	9,254	9412.28 383
15/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3_4	0.33	0.97	2.49	3.61	51%	10,339	10519.7 951
16/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.44	1.07	2.45	3.29	48%	9,559	9699.29 935
16/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3_4	0.19	0.91	5.34	11.27	52%	10,566	11334.4 99
17/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.3	0.85	2.23	2.93	54%	10,420	10625.6 992
17/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	4	0.48	1.08	2.31	2.99	48%	9,648	9929.50 746
18/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.26	0.85	2.41	3.29	54%	10,240	10865.3 243
18/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.48	1.05	2.13	4.91	49%	10,212	9888.57 355
19/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.47	1.1	2.65	3.96	47%	10,022	10206.3 223
20/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.53	1.28	2.89	3.77	43%	9,848	10001.6 298
21/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.25	0.67	1.76	2.49	61%	10,375	10354.1 275
21/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.38	0.99	2.39	3.13	50%	9,224	9427.25 873
21/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.44	1.05	2.21	2.9	49%	10,770	10930.7 716
22/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.29	0.76	1.85	2.52	58%	9,873	10210.0 826
22/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.4	0.92	1.95	2.62	53%	11,006	10549.6 478
22/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.41	0.98	2.23	3.28	51%	9,631	9274.70 449
23/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.28	0.73	1.7	2.32	59%	11,006	11,006
23/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.4	1	2.26	3.09	50%	10549. 6478	10549.6 478
24/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.29	0.87	2.34	3.34	53%	10,131	10,131
24/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.44	1.03	2.34	3.3	49%	11,645	11,645
24/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	4	0.47	1.11	2.44	3.22	46%	9,443	10,443
25/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 01	2_3	0.36	1.21	3.43	4.61	46%	8542	8541.81 35
25/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.38	0.98	2.34	3.1	51%	11,868	11863.7 685
25/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3_4	0.44	1.09	2.38	3.08	47%	9,230	9124.30 807
26/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	3_4	0.37	0.97	2.38	3.35	51%	12,124	12050.7 86
26/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.41	0.91	1.94	2.72	53%	9,351	9630.53 316
27/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	2_3	0.44	0.95	1.94	2.55	52%	11,864	12050.7 86
27/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3_4	0.35	0.77	1.67	2.37	55%	10,210	9630.53 316

28/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	2_3	0.38	0.88	2	3.06	54%	11,780	11257.9689
28/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3_4	0.35	0.77	1.67	2.37	56%	9,465	9751.43602
29/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 02	2_3	0.4	1.04	2.5	3.26	49%	10,646	11534.7498
29/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	3_4	0.33	0.95	2.46	3.32	51%	8,928	8961.1931
30/11/2018	M	2018	Noviembre	Pala 03	2_3	0.37	0.87	1.9	2.43	54%	9,133	8765
01/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2_3	0.4	0.98	2.22	3.08	51%	9,483	9357.83663
02/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.36	1.1	2.84	3.8	48%	10,597	10456.9974
03/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.5	1.08	2.29	3.02	47%	11,115	10997.0442
03/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 02	3_4	0.44	1.16	2.65	3.5	46%	8,258	9760.93008
03/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2_3	0.41	0.94	1.99	2.57	52%	11,299	10651.2075
05/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.35	0.84	2.05	2.91	55%	11,368	11479.9727
05/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 02	3_4	0.39	1.05	3.2	5.92	49%	9,745	9935.68517
05/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2_3	0.37	0.93	2.13	2.93	52%	11,105	11620.008
06/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 02	3	0.33	0.82	1.87	2.49	46%	10,830	10842.508
06/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.34	1.24	4.74	7.01	53%	11,040	10439.8906
07/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.4	1.02	2.35	3.09	50%	10,155	9948.66579
07/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 02	2_3	0.37	1.15	3.37	4.95	47%	10,704	11403.8177
07/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	3_4	0.39	0.77	1.47	1.87	61%	10,843	9209.88471
08/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.46	0.97	1.95	2.5	51%		
08/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	3_4	0.37	0.89	2.27	3.7	54%	8,914	8914.06795
09/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.23	0.76	2.23	3.01	56%		
09/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.35	1.4	4.47	6.69	44%	9,676	9472.72336
10/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.32	0.82	1.97	2.63	55%	10,817	10257.9152
10/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.42	1.03	2.34	3.24	49%	9,453	9802.4847
11/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.32	0.88	2.2	2.96	53%	10,218	10218.1397
11/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.48	1.14	2.47	3.2	46%	9,933	9933.09075
12/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.16	0.89	4.09	6.29	52%	11,777	11156.6226
12/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.42	1.13	2.69	3.72	47%	11,279	11036.9825
13/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.3	0.87	2.25	3.22	53%	10,460	10354.3966
13/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.47	1.1	2.36	3.21	47%	10,800	10392.2657
14/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.17	0.67	2.33	3.52	58%	10,876	10896.5181
14/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.36	1.25	4.04	6.4	46%	10,658	10767.5583
15/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.2	0.79	2.79	3.96	55%	11,050	11050.4272
15/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.39	1.24	3.58	4.99	46%	10,708	10708.3658
16/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.2	0.76	2.52	3.57	56%	10,560	10402.8999

16/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.38	1.24	3.39	4.77	46%	10,850	10704.0 251
17/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.2	0.73	2.39	3.46	56%	10,691	10532.3 035
17/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.44	1.23	3.08	4.03	45%	11,466	11298.9 659
18/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	3_4	0.33	0.96	2.53	3.27	51%	10,091	10754.5 873
18/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	4	0.4	1.12	2.82	3.66	47%	9,837	10377.2 108
19/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.42	0.93	1.96	2.7	52%	9,279	9993.94 864
19/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2_3	0.44	1.07	2.41	3.26	48%	10,442	10689.9 625
20/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.33	0.93	2.33	3.59	52%	8,672	8473.94 375
20/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	3_4	0.53	1.07	2.11	2.73	48%	11,253	10952.1 421
21/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.38	1	2.39	3.21	50%	8,252	8359.91 879
21/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	3_4	0.43	0.93	2.21	3.42	51%	11,839	10919.6 214
22/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2_3	0.34	0.99	2.63	4.13	50%	8,516	8182.50 491
22/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	3_4	0.45	1.05	2.25	2.94	49%	11,157	10801.4 617
23/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.28	0.86	2.4	3.23	53%	8,450	6497.26 309
23/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2_3	0.23	0.76	2.16	2.94	56%	10,462	10380.2 121
24/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.23	0.82	2.39	3.24	54%	9,722	9533.12 747
24/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2	0.19	0.71	2.18	2.95	57%	11,523	11357.7 557
25/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.25	0.7	1.74	2.54	60%	11,637	10959.7 853
25/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2	0.42	0.87	1.9	2.88	55%	12,295	12485.5 17
26/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 01	2	0.33	0.88	2.12	2.81	53%		10487.9 588
26/12/2018	M	2018	Diciembre	Pala 03	2	0.28	0.81	2.14	5.8	55%	10,413	11286.8 593

2019: Material *pebbles*

Fecha de análisis	Turno	Año	Mes	Pala	Dureza	P 30	P 50	P 80	P90	< 1' split	Dig rate prom.
01/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2 y 3	0.48	0.84	1.48	1.87	58.46%	11,333
01/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2 y 3	0.46	0.88	1.57	1.99	55.61%	10,718
02/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.22	0.73	2.16	3.01	57.06%	10,315
02/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2 y 3	0.29	0.68	1.51	1.93	62.36%	11,521
03/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.33	0.95	2.47	4.36	51.13%	11,293
03/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2 y 3	0.21	0.69	2	2.88	50.26%	11,091
04/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.32	0.89	2.34	3.3	53.21%	9,972
04/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2 y 3	0.31	1.03	3.25	4.84	49.29%	11,465
05/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.14	0.5	1.63	2.6	65.27%	10,466
05/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2 y 3	0.22	0.65	1.74	2.4	61.09%	11,774
06/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	02 y 03	0.16	0.61	2.09	3.05	60.29%	11,373
06/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2	0.09	0.52	2.24	3.47	61.34%	12,361
07/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	02 y 03	0.11	0.8	3.22	4.32	53.92%	11,110
07/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2	0.18	0.61	1.91	2.68	61.20%	11,814
08/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2, 3 y 4	0.25	0.84	2.35	3.28	53.93%	10,977
08/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2	0.15	0.53	1.68	2.39	64.00%	12,636
09/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2, 3 y 4	0.4	1.56	3.69	4.81	41.34%	8,379
09/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	02 y 03	0.12	0.52	1.82	2.85	63.13%	11,834
10/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2.5	0.49	0.91	1.72	2.25	54.12%	9,736
10/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.33	0.71	1.56	2.38	63.34%	12,682
11/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2.5	0.22	0.46	3.52	5.56	58.96%	10,380
11/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.08	0.47	2.12	3.9	63.12%	12,051
12/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2.5	0.35	0.78	1.73	2.46	59.80%	-
12/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.3	0.69	1.5	2.03	63.30%	-
13/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2.5	0.18	0.64	2.08	3	59.54%	11,144
13/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.1	0.15	2.15	3.15	62.33%	11,228
14/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.29	0.85	2.36	3.56	53.97%	10,352
14/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.2	0.59	1.56	2.15	63.70%	11,900
15/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.22	1.02	4.23	6.55	49.60%	10,563
15/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.27	0.68	1.57	2.09	62.29%	10,742
16/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2.5	0.34	1.3	4.46	6.29	45.26%	10,618
16/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.4	0.78	1.44	1.83	61.50%	10,810
18/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2.5	0.32	0.95	2.58	3.56	51.03%	11,043
18/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.23	0.67	1.76	2.35	60.11%	9,440
19/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2.5	0.35	0.99	2.68	4.09	50.16%	11,038
19/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.37	0.91	1.97	2.55	53.10%	8,523
20/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.38	0.88	1.9	2.44	54.10%	11,348
20/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.27	0.76	1.9	2.49	57.39%	9,014
21/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.33	0.85	2.03	2.72	54.35%	11,751
21/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.18	0.72	2.18	3.19	56.74%	9,827

22/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.23	0.72	2.02	2.7	57.96%	11,492
22/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.13	0.59	2.11	3.46	60.19%	11,077
23/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.24	0.77	2.2	2.93	56.11%	11,216
23/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.18	0.62	1.87	2.52	61.12%	11,505
24/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.23	0.83	2.66	3.78	53.94%	10,780
24/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.13	0.6	2.17	3	59.89%	11,520
25/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.36	0.81	1.69	2.18	57.32%	11,593
25/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2	0.3	0.71	1.58	2.12	61.05%	11,335
26/01/2019	M	2019	Enero	Pala 01	3	0.66	1.53	3.3	4.55	38.74%	10,251
26/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	3	0.16	0.69	2.63	3.65	56.90%	10,495
26/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2	0.3	0.73	1.61	2.23	60.42%	10,755
27/01/2019	M	2019	Enero	Pala 01	3	0.66	1.4	2.79	4.21	39.00%	10,569
27/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.36	0.87	2.06	3.05	54.37%	9,834
27/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	3	0.23	0.7	1.95	2.62	58.88%	10,171
28/01/2019	M	2019	Enero	Pala 01	2	0.66	1.55	3.42	4.6	38.45%	10,756
28/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.34	0.81	1.82	2.44	56.24%	9,855
28/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.28	0.71	1.67	2.23	60.26%	11,071
29/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.32	0.83	1.94	2.58	55.21%	10,263
29/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.23	0.67	1.78	2.46	60.34%	11,590
30/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.44	1.21	3.11	4.04	45.45%	10,238
30/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2	0.43	0.8	1.46	1.89	60.84%	12,407
31/01/2019	M	2019	Enero	Pala 02	2	0.43	1.13	2.68	3.41	46.84%	9,778
31/01/2019	M	2019	Enero	Pala 03	2.5	0.4	0.81	1.59	2.1	58.83%	12,880
01/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2	0.21	0.78	2.51	3.67	55.16%	9,931
01/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.28	0.74	1.76	2.28	58.48%	11,797
02/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2.5	0.33	0.96	2.54	3.41	50.97%	9,182
02/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.24	0.74	2.06	2.72	57.24%	11,626
03/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2	0.25	0.99	3.34	4.81	50.28%	8,951
03/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.2	0.7	2.75	2.9	58.06%	11,837
04/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2	0.28	0.88	2.52	3.58	52.94%	9,869
04/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.19	0.63	1.92	2.68	60.36%	11,767
05/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2	0.31	0.9	2.39	3.23	52.54%	9,476
06/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2	0.29	0.9	1.97	2.49	53.00%	10,494
06/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.28	0.75	1.83	2.48	57.62%	9,820
07/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02		0.51	0.92	1.97	2.52	52.45%	9,927
07/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03		0.22	0.69	2.03	2.79	58.57%	10,874
08/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02		0.47	0.77	2.8	2.65	56.80%	10,710
08/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03		0.21	0.68	1.95	2.66	59.32%	11,357
09/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.21	0.85	2.79	4.03	52.80%	10,041
09/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.16	0.7	2.31	3.22	56.67%	10,517
10/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.43	1.2	3.12	4.77	45.83%	12,057
10/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.22	0.64	1.76	2.57	61.51%	8,085
11/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.46	1.21	3	4.19	45.38%	11,292
11/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.22	0.65	1.69	2.36	62.05%	5,024
12/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.44	1.03	2.28	3.05	49.10%	12,149

12/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.34	0.84	1.94	2.86	55.09%	11,642
13/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.4	0.89	1.36	2.45	53.73%	11,425
14/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.3	0.94	2.64	4.26	51.37%	10,962
15/02/2019	M	2019	Febrero	LT	4	0.35	1.25	3.96	5.35	45.77%	4,603
15/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.22	0.8	2.63	3.68	54.52%	11,403
16/02/2019	M	2019	Febrero	LT	4	0.43	1.25	3.29	4.37	45.00%	4,221
16/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.34	0.98	2.61	3.59	50.37%	10,676
17/02/2019	M	2019	Febrero	LT	4	0.22	1.21	3.54	5.02	46.61%	4,690
17/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.29	0.91	2.59	3.6	52.25%	10,791
18/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2	0.2	0.77	2.61	3.66	55.20%	10,796
18/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.22	0.74	2.21	3.01	56.86%	11,039
19/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.16	0.68	2.5	3.54	57.42%	11,452
19/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.24	0.83	2.55	3.57	54.12%	10,697
20/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2.5	0.14	0.63	2.48	3.6	58.53%	11,804
20/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.26	0.84	2.41	3.39	54.10%	10,534
21/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.29	0.83	2.65	3.75	53.82%	12,346
21/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.35	0.89	2.06	2.65	53.06%	10,208
22/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.29	0.55	1.74	2.59	63.48%	12,811
22/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.3	0.7	1.5	1.96	62.19%	10,702
23/02/2019	M	2019	Febrero	Lt	4	0.46	1.22	1.99	2.42	40.19%	3,925
23/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.2	0.63	1.8	2.51	61.14%	9,615
24/02/2019	M	2019	Febrero	LT	4	0.46	1.6	3.33	4.4	36.19%	4,278
24/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	3	0.46	1.13	2.6	3.57	46.57%	6,995
24/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.26	0.72	1.83	2.4	58.55%	9,335
25/02/2019	M	2019	Febrero	LT	4	0.42	1.64	4.64	6.2	41.18%	3,574
25/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.37	0.91	2.22	3.4	53.09%	9,131
26/02/2019	M	2019	Febrero	LT	4	0.31	1.32	4.47	6.0	45.26%	3,640
26/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.33	0.86	2.1	3.2	54.07%	10,076
27/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2.5	0.25	1.01	3.68	5.3	49.73%	10,424
27/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2	0.35	0.77	4.04	6.5	54.19%	10,821
28/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 02	2.5	0.55	0.95	1.79	2.4	52.21%	10,108
28/02/2019	M	2019	Febrero	Pala 03	2.5	0.68	0.97	1.66	2.2	52.16%	10,311
01/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.4	0.9	1.89	2.5	53.34%	10,137
01/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.5	0.52	1.02	1.91	2.5	49.21%	9,712
02/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.23	0.88	2.86	4.0	52.67%	11,722
02/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	3	0.21	0.81	2.78	3.9	54.01%	9,831
03/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2	0.29	0.86	2.36	3.4	53.36%	11,477
03/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.2	0.35	0.84	1.85	2.5	55.28%	10,194
04/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.4	0.35	0.86	1.99	2.9	54.69%	11,642
04/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.33	0.86	2.06	3.0	54.32%	9,784
05/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.43	1.08	2.54	3.36	48%	12,445
05/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.5	0.93	1.76	2.44	53%	10,004
06/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.42	0.98	2.14	2.82	51%	12,001
06/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.52	0.88	1.53	1.97	57%	10,746
07/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.37	0.96	3.9	5.59	51%	12,077

07/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.26	0.76	3.26	4.99	57%	10,746
08/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.38	1	4.13	6.08	50%	11,842
08/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.2	0.27	0.77	2.22	3.94	57%	10,995
09/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 01	3	0.86	1.97	4.21	5.51	33%	9,406
10/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.38	0.81	1.65	2.23	58%	10,889
10/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.4	0.69	2.02	2.97	59%	10,751
11/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.3	0.73	1.61	2.23	61%	11,079
11/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.33	0.77	1.65	2.08	59%	10,190
12/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2	0.14	0.6	2.29	3.72	60%	12,108
12/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.15	0.66	2.35	3.78	58%	9,781
13/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.22	0.7	1.97	2.56	58%	11,254
13/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.31	0.73	1.6	2.01	60%	10,020
14/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.174	0.62	2.78	4.97	59%	11,181
14/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.08	0.45	1.98	3.03	64%	9,571
15/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.11	0.52	2.68	3.84	59%	11,445
15/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.21	0.66	1.85	2.43	60%	10,346
16/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.19	0.68	2.32	4.48	58%	12,449
16/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.32	0.84	2.04	2.91	55%	10,768
17/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2	0.15	0.65	2.55	4.4	58%	12,333
17/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.8	0.17	0.75	2.97	4.54	55%	10,731
18/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.2	0.77	2.67	3.88	55%	11,988
18/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	3	0.17	1	5.21	7.77	50%	9,916
19/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.21	0.87	3.27	4.75	53%	11,157
19/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.7	0.25	1.37	6.35	8.65	46%	10,137
20/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.7	0.26	0.87	2.72	4.03	53%	11,413
20/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.7	0.16	1.42	5.45	7.5	46%	9,833
21/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.27	0.87	2.51	3.48	53%	11,630
21/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	3	0.16	0.74	2.99	4.37	55%	9,073
22/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.2	0.84	3.1	4.51	53%	
22/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.8	0.25	0.77	2.21	3.29	56%	
23/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.2	0.86	3.89	5.6	52%	8,939
23/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.8	0.12	0.65	3.15	4.68	57%	9,853
24/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.15	0.66	2.65	3.8	57%	9,664
24/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2	0.14	0.63	2.15	3.52	59%	9,922
25/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 01	2.5	2.26	3.95	6.95	9.63	20%	8,323
25/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.5	0.16	0.62	2	3.02	60%	11,008
26/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.5	0.28	0.74	1.8	2.4	59%	10,386
27/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.5	0.32	0.78	1.67	2.37	60%	11,183
27/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.32	0.88	4.33	6.04	53%	10,287
28/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.22	0.96	4.13	6.52	51%	11,318
28/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.5	0.23	0.65	1.67	2.19	62%	11,454
29/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.5	0.38	0.99	2.39	3.1	50%	10,782
29/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	3	0.26	0.67	1.6	2.18	62%	11,207
30/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	3	0.29	1	3.11	4.9	50%	10,958
30/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.5	0.05	0.54	2.11	4	60%	12,061

31/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 02	2.7	0.15	0.84	4.11	7.05	53%	11,548
31/03/2019	M	2019	Marzo	Pala 03	2.5	0.18	0.63	1.98	2.65	60%	11,973
01/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.7	0.42	0.99	2.28	3.4	50%	9,563
01/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.21	0.69	2.07	2.88	59%	11,058
02/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.7	0.22	0.84	2.94	4.19	53%	10,635
02/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.14	0.62	2.4	3.56	59%	10,645
03/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.23	0.99	3.79	5.96	50%	9,293
03/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.15	0.61	2.13	3.06	60%	9,859
04/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.5	0.35	0.9	2.2	3.01	53%	10,297
04/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.19	0.63	1.9	2.67	61%	10,577
05/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02							
05/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.13	0.57	2.21	3.08	61%	10,577
06/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.5	0.13	0.74	3.56	5.48	55%	10,703
06/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.11	0.55	2.39	3.45	61%	7,552
07/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.2	0.73	2.91	5.8	56%	10,805
07/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.05	0.5	1.95	2.61	61%	9,697
08/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.25	0.96	3.5	6.98	51%	11,374
08/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.23	0.72	2.04	2.74	58%	10,178
09/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.5	0.44	0.98	2.07	2.87	51%	10,924
09/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.24	0.78	2.27	3.26	56%	9,589
10/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.5	0.45	1.23	3.07	4.27	45%	9,938
10/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	4	0.41	1.15	3.34	4.69	47%	9,482
11/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.5	0.33	1.03	3.05	5.07	45%	8,754
12/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.37	0.97	2.39	3.27	50%	9,939
12/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.51	1.19	2.78	3.74	45%	8,272
13/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.36	0.93	2.07	2.76	52%	10,639
13/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.49	1.08	2.22	2.92	48%	8,941
14/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.27	0.87	2.53	3.52	53%	10,810
14/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.8	0.46	1.03	2.16	2.88	49%	10,327
15/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.3	0.82	2.07	2.88	55%	10,808
15/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.32	0.88	2.27	3.28	53%	11,049
16/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.8	0.31	0.83	2.11	3.27	55%	10,875
16/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2.5	0.22	0.98	3.7	5.3	50%	8,826
17/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3.7	0.27	1.3	5.58	7.8	46%	7,678
17/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.37	0.9	2.09	2.78	53%	8,428
18/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	4	0.27	1.09	3.9	5.47	49%	9,315
18/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.26	0.88	2.02	2.7	53%	8,396
19/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.3	1.17	4.02	5.66	47%	9,263
19/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.26	0.8	2.29	3.07	55%	9,448
20/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.21	0.89	3.35	4.76	52%	10,659
20/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.17	0.74	2.79	4.05	56%	10,300
21/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.13	0.52	1.91	2.73	63%	10,525
21/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.48	1.36	2.37	2.82	42%	10,187
22/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.25	0.66	1.65	2.45	62%	10,467
22/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.24	0.99	3.4	4.51	50%	11,068

23/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.17	0.59	1.74	2.29	63%	11,760
23/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.43	1	2.19	3	50%	10,742
24/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.12	0.63	1.8	2.54	61%	11,339
24/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.14	0.32	1.96	3.05	67%	9,152
26/04/2019	M	2019	Abril	Pala 01	3.5	0.61	1.59	3.73	4.82	39%	
26/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.18	0.58	1.67	2.31	64%	
26/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.33	0.81	1.93	2.46	56%	
27/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	3	0.16	0.65	2.31	4.38	58%	
27/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.15	0.53	1.73	2.36	64%	
28/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.19	0.73	2.54	3.55	56%	11,093
28/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	2	0.41	0.81	1.62	2.25	59%	10,954
29/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2	0.44	0.81	1.54	2.03	59%	11,648
29/04/2019	M	2019	Abril	Pala 03	3	0.25	0.64	1.53	2.05	63%	10,076
30/04/2019	M	2019	Abril	Pala 02	2.5	0.28	0.76	2.2	4.86	58%	11,148
01/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2	0.29	0.74	1.81	2.6	58%	10,908
01/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.39	0.77	1.46	1.95	62%	6,530
02/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.4	0.77	1.63	2.71	61%	11,538
02/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.39	0.77	1.46	1.95	62%	9,293
03/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.14	0.8	3.85	5.33	53%	12,163
03/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.37	0.81	1.83	2.7	57%	9,234
04/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.16	0.78	3.47	5.24	54%	10,514
04/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.13	0.62	2.72	3.92	58%	9,435
05/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 01	3	0.62	1.79	4.29	5.76	38%	6,835
05/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.29	0.8	2.04	2.73	56%	10,093
05/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.23	0.67	1.79	2.54	60%	9,934
06/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2	0.23	0.63	1.59	2.25	63%	10,461
06/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2	0.38	0.92	2.14	3.12	53%	11,048
07/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.27	0.82	2.51	5.21	55%	11,796
07/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.53	1.43	3.99	5.95	46%	11,392
10/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.2	0.77	2.48	4.23	56%	10,891
10/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	3.5	0.39	0.88	2.11	3.01	54%	11,286
11/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	3	0.52	0.89	1.89	1.99	56%	10,484
11/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.49	0.84	1.57	1.98	59%	11,111
12/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	3	0.19	0.79	2.87	4.46	55%	10,702
12/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.21	0.74	2.36	3.36	56%	11,524
13/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	3	0.16	0.72	2.82	4.26	56%	10,411
13/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.17	0.69	2.46	3.61	57%	11,556
14/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.21	0.8	2.7	3.81	55%	10,827
14/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2	0.23	0.71	1.95	2.76	58%	9,957
15/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.11	0.65	3.48	5.12	56%	10,582
15/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.1	0.6	3.08	4.64	58%	10,221
16/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	3	0.13	0.66	2.88	5.31	57%	10,508
16/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	3.5	0.18	0.74	2.66	3.95	56%	10,415
17/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.16	0.66	2.45	3.92	58%	12,027
17/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	4	0.32	1.08	3.33	4.45	48%	8,990

18/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.28	0.76	1.83	2.52	58%	11,411
18/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	3.5	0.54	1.09	2.1	2.64	47%	8,013
19/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.17	0.69	2.19	2.99	58%	11,599
19/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	4	0.44	1.07	2.5	3.54	48%	8,157
20/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.19	0.71	2.28	3.07	57%	11,470
20/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	4	0.51	1.1	2.29	2.77	47%	7,898
21/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	3	0.32	0.5	3.35	5.07	59%	11,381
21/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	4	0.46	1.24	3.8	5.2	46%	8,246
22/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.14	0.63	2.34	3.55	59%	10,958
22/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	4	0.54	1.08	2.1	2.72	47%	9,600
23/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.28	0.81	2.15	3.09	55%	10,954
23/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	4	0.76	1.87	4.12	5.43	39%	9,245
24/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.33	1.03	2.89	4.18	49%	9,968
25/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	4	0.58	1.38	3.2	4.37	41%	9,107
25/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2	0.46	0.99	1.98	2.42	50%	10,905
26/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	3	0.28	0.89	2.58	3.59	53%	11,499
26/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	3	0.48	1.19	2.73	3.63	45%	10,118
27/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.23	0.92	3.28	4.7	52%	11,295
27/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	3	0.47	0.98	2.09	2.85	51%	9,758
28/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.4	0.9	1.94	2.67	53%	11,979
28/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.4	0.89	1.86	2.39	54%	10,411
29/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.25	0.85	2.68	4.07	53%	11,553
29/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	3.5	0.11	0.75	2.51	3.39	55%	9,620
30/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.29	0.87	2.85	5.1	53%	11,732
30/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	3	0.37	0.99	2.49	3.44	50%	10,074
31/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 02	2.5	0.37	0.74	2.9	4.3	55%	11,617
31/05/2019	M	2019	Mayo	Pala 03	2.5	0.25	0.86	2.75	4.4	53%	11,286
01/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.33	0.87	2.17	3.38	54%	10,360
01/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	3	0.25	0.79	2.28	3.03	55%	11,605
02/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.37	0.84	1.81	2.36	55%	11,105
02/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	3.5	0.35	0.85	1.96	2.56	55%	10,510
02/06/2019	M	2019	Junio	Pala 01	2.5	0.85	1.75	3.5	4.76	34%	10,762
03/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2.5	0.49	0.91	2.64	2.1	54%	10,440
03/06/2019	M	2019	Junio	Pala 01	2.5	0.87	1.65	3.57	4.9	34%	10,591
04/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	4	0.36	0.95	2.14	2.84	52%	6,465
04/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2.5	0.34	0.81	2.04	2.2	56%	11,032
05/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	4	0.45	1.3	3.55	5.44	44%	9,297
05/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	3	0.33	0.88	2.15	2.91	54%	10,120
07/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	3	0.26	0.8	2.27	3.09	55%	11,458
09/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	3.5	0.16	0.97	5.06	10.03	50%	12,005
09/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	3.5	0.06	0.64	3.07	4.19	56%	10,082
10/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	3	0.23	0.89	3.19	4.67	52%	12,277
10/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.28	0.78	2.03	2.93	56%	10,881
11/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.19	0.86	2.33	3.12	53%	12,506
11/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.26	0.69	1.68	2.38	61%	11,429

12/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.17	0.75	2.82	4.22	55%	12,496
12/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2.5	0.21	0.69	2.05	2.73	59%	11,566
13/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.42	0.88	1.84	2.49	55%	11,903
13/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	3	0.23	0.73	2.08	2.78	58%	10,850
14/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	3.5	0.26	0.79	2.22	3.27	55%	11,242
14/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2.5	0.17	0.73	1.84	2.4	58%	10,205
15/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.21	0.7	2.1	2.81	58%	10,494
16/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	3	0.29	0.92	2.76	4.49	52%	10,650
16/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.26	0.76	1.98	2.67	57%	9,810
17/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.3	0.87	1.85	2.46	54%	10,115
18/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	3.5	0.33	1.02	3.52	5.12	50%	11,151
18/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.37	0.9	2.09	2.92	53%	9,897
19/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	3.5	0.37	1.03	3.96	3.96	49%	11,027
19/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.32	0.76	2.91	4.22	54%	11,212
20/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	3	0.34	1.17	3.51	4.67	47%	11,007
20/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.36	1.02	2.88	4.25	50%	10,242
21/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.52	1.12	2.32	3.37	46%	10,933
21/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.42	1	2.23	3.03	50%	9,540
23/06/2019	M	2019	Junio	LT		0.23	1.05	4.16	6.18	49%	4,437
23/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03		0.51	1.6	4.77	6.82	41%	7,730
24/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03		0.17	0.87	4.36	8.61	52%	8,994
25/06/2019	M	2019	Junio	LTE01							3,753
25/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.19	0.86	2.41	3.39	53%	11,048
26/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.28	0.87	2.47	3.32	53%	10,715
28/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.22	0.75	2.3	3.48	56%	11,926
28/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	3.5	0.29	0.88	2.37	3.21	53%	11,051
29/06/2019	M	2019	Junio	Pala 02	2.5	0.2	0.72	2.77	4.24	57%	11,042
29/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2	0.26	0.87	2.81	4.41	53%	9,212
30/06/2019	M	2019	Junio	LT	4	0.66	1.59	3.48	4.34	38%	3,684
30/06/2019	M	2019	Junio	Pala 03	2.5	0.26	0.87	2.81	4.41	53%	10,509
01/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	3	0.31	0.77	1.79	2.44	58%	11,068
01/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	4	0.25	1	3.53	5.41	50%	9,175
02/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.23	0.72	2.02	2.78	58%	11,617
02/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3	0.28	1.02	3.94	5.63	50%	8,169
03/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.23	0.73	2.13	2.92	57%	10,515
03/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3	0.32	0.93	2.46	3.35	51%	8,541
04/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.28	0.76	1.94	2.9	57%	10,005
04/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.33	0.87	1.84	2.63	55%	9,983
05/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.28	0.82	2.29	3.67	55%	10,511
05/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.24	0.94	3.26	4.74	51%	9,659
06/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.2	0.7	2.15	3.04	57%	11,873
06/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.18	0.87	3.73	5.49	52%	10,183
07/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.12	0.59	2.61	4.22	59%	12,307
07/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.23	0.98	3.76	5.41	50%	10,307
08/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.12	0.7	3.6	5.5	55%	11,823

08/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.22	1.18	3.65	5.09	47%	10,195
09/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.12	0.7	3.32	5.41	56%	11,701
09/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.31	1.28	4.5	6.34	46%	9,809
10/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.12	0.7	3.6	5.5	55%	11,701
10/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.22	1.18	3.65	5.09	47%	9,809
12/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	3	0.33	0.83	2.02	2.73	55%	11,165
12/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	4	0.37	0.99	2.48	3.62	50%	10,844
13/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	3	0.28	0.8	2.07	2.85	56%	11,130
13/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.34	0.99	2.57	3.67	50%	10,343
14/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.33	0.82	1.69	2.33	58%	11,413
14/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3	0.39	0.96	2.09	2.71	51%	10,663
15/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.27	0.75	1.97	5.88	57%	9,802
16/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.18	0.7	2.23	3.1	58%	10,330
16/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	2	0.22	0.7	2.01	2.71	59%	11,752
17/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.28	0.73	1.77	3.05	58%	10,742
18/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.3	0.76	1.85	2.98	58%	11,201
19/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2.5	0.22	0.74	2.29	3.14	57%	10,311
20/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02		0.22	0.78	2.54	3.5	55%	10,805
21/07/2019	M	2,019	Julio	Pala 02	3	0	1	3	4	56%	11,867
22/07/2019	M	2,019	Julio	Pala 02	2.5	0.24	0.79	2.43	3.29	55%	11,271
23/07/2019	M	2,019	Julio	Pala 02	2.5	0.18	0.77	1.96	2.67	56%	11308
24/07/2019	M	2,019	Julio	Pala 02	2.5	0.29	0.8	2.05	3.03	56%	11299
26/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.25	0.76	2.1	3.08	57%	11173
26/07/2019	M	2019	Julio	Pala 03	3.5	0.7	1.78	4.6	7.42	36%	10852
26/07/2019	M	2019	Julio	LT	3.5	0.66	1.46	3.15	4.22	39%	3623
27/07/2019	M	2019	Julio	LT	3.5	0.38	1.16	3.42	5.66	47%	3171
27/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.27	0.79	2.17	2.94	56%	10654
28/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.28	0.77	2	2.71	57%	10,654
29/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.23	0.73	2.08	2.91	58%	10,516
29/07/2019	M	2019	Julio	LT	3.5	0.38	0.94	2.18		58%	4,171
30/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.31	0.78	1.85	2.57	57%	9,920
31/07/2019	M	2019	Julio	Pala 02	2	0.39	0.92	2	2.66	53%	9,075
31/07/2019	M	2019	Julio	LT	3.5	0.55	1.16	2.31	2.94	45%	LT
01/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2	0.41	0.91	1.96	2.74	53%	8,939
01/08/2019	M	2019	Agosto	LT	3	0.55	1.17	2.38	3.13	45%	
02/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2	0.18	0.69	2.4	3.31	57%	9,193
02/08/2019	M	2019	Agosto	LT	3	0.33	1.71	5.17	6.9	42%	
03/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2	0.16	0.69	2.66	3.77	57%	9,672
03/08/2019	M	2019	Agosto	LT	3	0.6	1.4	3.16	4.18	41%	
04/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.24	0.74	2.09	3.02	57%	9,463
05/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3	0.18	0.66	2.28	5.31	58%	8,858
06/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3	0.15	0.71	1.86	2.49	58%	8,954
07/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3	0.23	0.7	2.32	6.23	59%	9,366
07/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	2.5	0.43	0.84	1.62	2.15	58%	9,012
09/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3	0.25	0.71	1.83	2.49	59%	10,924

09/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3	0.24	0.74	2.16	3.16	57%	9,215
10/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.27	0.78	2.16	3.29	56%	9,869
10/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3	0.21	0.71	3.14	5.33	55%	9,428
12/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.26	0.72	1.82	2.41	59%	11,093
12/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3	0.27	0.74	1.86	2.43	58%	10,127
13/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.23	0.7	1.89	2.56	59%	10,863
13/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3	0.25	0.73	1.89	2.44	58%	10,487
14/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.23	0.7	1.88	2.49	59%	10,145
14/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3.5	0.27	0.74	1.89	2.48	58%	10,986
15/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.27	0.71	1.73	2.27	60%	10,197
15/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3.5	0.19	0.67	1.9	6.48	59%	10,953
16/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3	0.06	0.61	4.07	6.52	56%	9,810
16/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3.5	0.17	1.63	10.23	16.18	45%	10,832
17/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2	0.35	0.88	2.04	2.76	54%	10,465
17/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	4	1.78	3.82	6.65	8.31	20%	10,061
18/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2	0.13	0.72	2.96	4.57	55%	10,105
19/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.33	0.8	1.91	2.55	57%	10,495
20/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.22	0.65	2.31	3.52	59%	11,469
20/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	2.5	0.27	0.99	3.6	5.49	50%	11,359
21/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3.5	0.26	0.92	2.98	4.62	52%	11,555
21/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	2.5	0.79	1.86	4.54	6.38	35%	11,449
22/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3.5	0.36	0.94	2.29	3.59	52%	9,736
22/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	2.5	0.82	1.86	3.99	5.29	34%	11,861
23/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.18	0.73	2.37	3.33	56%	11,301
23/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	2.5	0.43	1.14	2.75	3.85	47%	10,843
24/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3	0.26	0.77	1.97	2.63	57%	10,223
24/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3	0.36	0.98	2.49	3.8	50%	10,652
25/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	3	0.21	0.7	2.11	2.86	58%	10,631
26/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	4	0.25	0.83	2.32	3.16	54%	10,235
26/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	2.5	0.36	0.9	2.16	2.86	53%	11,390
27/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2	0.22	0.8	2.45	3.38	55%	9,834
27/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	2.5	0.19	0.82	2.83	4.09	54%	10,974
28/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.28	0.83	2.34	3.66	54%	9,276
29/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2	0.06	0.69	4.57	7.15	53%	8,520
29/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3.5	0.81	2.28	6.47	9.59	33%	9,142
30/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.31	0.87	2.58	4.7	54%	10,108
30/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3.5	0.96	4.68	11.31	14.4	31%	9,436
31/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 02	2.5	0.36	1.14	3.55	6.14	47%	11,612
31/08/2019	M	2019	Agosto	Pala 03	3.5	1.93	6.63	12.38	15.07	22%	8,871
01/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.38	1.27	3.78	5.62	45%	11,789
01/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3.5	1.63	3.34	6.4	8.06	21%	8,841
02/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.47	1.05	2.33	3.35	48%	11,807
02/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3.5	2.33	5.12	8.86	10.89	17%	8,138
03/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2	0.51	0.97	1.97	2.26	51%	11,390
03/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3.5	2.43	5.02	8.97	11.29	16%	8,347

04/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	3.5	2.31	4.3	8.27	10.56	15%	9,395
04/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3.5	2.72	5.34	10.08	12.42	14%	8,694
05/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2	0.02	0.32	2.19	3.43	64%	10,227
05/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3	2.48	5.17	9.09	11.15	18%	9,091
06/09/2019	M	2019	Setiembre	LT	2.5	0.26	0.93	3.69	9.16	52%	3,380
07/09/2019	M	2019	Setiembre	LT	2.5	0.4	0.95	2.09	2.7	52%	3,873
07/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3.5	3.2	5.29	8.67	10.59	12%	7,235
08/09/2019	M	2019	Setiembre	LT	3	0.15	0.77	2.96	4.18	54%	4,232
08/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3	2.15	3.84	7.01	8.82	15%	9,626
09/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2	0.42	0.93	1.9	2.65	52%	7,723
10/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.16	0.76	2.72	3.87	55%	8,930
10/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3	0.25	0.87	3.94	6.39	52%	10,640
11/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2	0.37	0.89	2.06	2.83	53%	9,486
11/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3	0.28	0.93	2.92	5.23	52%	10,987
13/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.50	1.00	1.88	2.44	50%	9,896
13/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3	0.42	1.03	2.36	3.25	49%	10,692
15/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.38	0.93	3.08	2.67	52%	11,652
15/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3	0.42	1.05	3.77	7.72	49%	10,938
16/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.33	0.85	2.01	2.6	54%	10,860
16/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	2.5	0.44	0.95	2.01	2.74	52%	11,033
17/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.29	0.8	1.98	2.58	56%	12,552
17/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	2.5	0.44	0.92	1.8	2.36	53%	10,540
20/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	4	0.26	0.79	2.12	2.92	56%	11,580
20/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3	0.37	0.94	2.36	3.3	52%	9,748
21/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	4	0.3	0.92	2.61	3.78	52%	9,979
21/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	2	0.31	0.97	2.8	4.23	51%	8,477
22/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.5	0.06	0.54	2.63	3.93	59%	11,028
22/09/2019	M	2019	Setiembre	LT	3	0.3	0.99	2.93	4.05	50%	4,302
24/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	4	0.15	0.65	2.27	3.14	59%	10,000
24/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3.5	0.19	0.71	2.29	3.15	57%	11,490
27/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	3.5	0.52	1.1	2.23	5.58	47%	8,235
28/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.96	0.59	1.03	1.8	2.24	49%	10,162
28/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	2.43	0.37	0.84	1.84	2.47	56%	10,292
29/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.85	0.49	1	1.96	2.5	50%	9,363
29/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	2.67	0.51	1.04	2.16	3	49%	9,576
30/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 02	2.93	0.84	1.15	2.84	3.94	46%	8,762
30/09/2019	M	2019	Setiembre	Pala 03	3.35	0.61	1.29	2.73	3.63	42%	9,051
01/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	3.61	0.55	1.14	2.43	3.36	46%	8,702
01/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.63	0.22	0.92	3.05	4.79	52%	10,960
02/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	3.03	0.45	1.01	2.34	3.4	50%	9,696
02/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.58	0.35	0.8	1.76	2.46	58%	11,464
03/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	3.03	0.37	0.86	1.85	2.39	55%	9,610
03/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.19	0.41	0.79	1.47	1.85	60%	11,244
04/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2	0.01	0.48	3.57	5.57	58%	8,958
04/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.5	0.05	0.48	2.77	4.53	60%	10,183

05/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	3	0.18	0.67	2.14	2.85	59%	9,079
06/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2	0.31	0.95	2.57	3.34	51%	9,065
06/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	3	0.18	0.64	1.94	2.58	60%	9,800
08/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	3	0.11	0.64	2.88	4.15	57%	9,595
08/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	3.5	0.08	0.51	2.22	3.27	61%	10,892
09/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.5	0.22	0.85	2.97	4.37	53%	8,869
09/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	3.5	0.29	0.92	2.65	3.63	52%	9,484
10/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	3.5	0.23	0.83	2.65	4.14	54%	9,498
11/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.67	0.51	0.98	1.79	2.22	51%	9,126
11/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.94	0.52	0.98	1.79	2.26	51%	9,739
12/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.54	0.42	1.09	3.43	5.62	48%	9,322
12/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.93	0.52	1.04	2.17	3.72	49%	10,574
13/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.68	0.49	1.23	3.06	4.16	45%	9,230
13/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	3.53	0.39	1.08	2.62	3.49	48%	9,786
14/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.73	0.59	1.09	2.04	2.6	47%	9,205
14/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.24	2.38	4.07	6.92	14.97	13%	9,654
15/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.63	0.5	1.09	2.32	3.17	47%	8,867
16/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.56	0.51	0.95	2.08	2.82	52%	10,813
16/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.24	0.37	1.78	3.94	5.08	36%	10,288
17/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.52	0.48	0.86	1.55	1.92	57%	9,773
17/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.48	1.37	2.76	5.65	7.24	24%	10,370
18/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.5	0.3	0.73	1.68	1.24	60%	10,223
18/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	2.5	0.58	1.54	5.73	13.71	39%	10,603
19/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	3.5	0.3	0.74	1.7	2.1	58%	9,427
20/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.5	0.2	0.76	2.44	3.43	56%	8,690
21/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	3	0.17	0.7	2.32	3.18	57%	9,134
22/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.5	0.24	0.74	2.01	2.65	57%	9,599
23/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	3	0.28	0.74	1.77	2.27	58%	10,022
25/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.39	0.47	0.88	1.56	1.92	55%	9,812
26/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.3	0.35	0.88	2.08	2.89	54%	9,890
26/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	0.1	0.04	0.38	2.96	5.05	63%	9,238
27/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.64	0.52	0.97	1.85	2.37	51%	10,674
28/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 03	0.1	0.52	1.77	5.22	9.89	39%	8,216
30/10/2019	M	2019	Octubre	Pala 02	2.98	0.38	0.96	1.8	2.24	55%	8,369
01/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3.4	0.41	1.05	2.41	4.31	49%	9,272
01/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	2.5	0.62	2.06	4.26	5.39	35%	7,911
02/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3.5	0.33	1.13	3.33	4.73	48%	8,075
03/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3.5	0.44	1.18	2.84	3.76	46%	8,317
03/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	3.5	0.82	3.66	7.85	10.1	32%	6,735
04/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	4	0.47	1.09	2.38	2.97	47%	8,967
04/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	3.5	0.83	1.73	3.55	4.86	34%	5,321
05/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3.5	0.43	1.01	2.15	2.69	50%	8,517
05/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	4	0.87	1.77	3.41	4.31	33%	6,749
06/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	4	0.39	1	2.4	3.14	50%	8,306
06/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	3.5	0.82	1.94	4.31	5.71	34%	6,883

08/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	2.22	0.4	0.99	2.21	2.97	50%	7,394
08/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	2	1.58	2.76	4.67	5.68	20%	6,058
22/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	2.92	0.66	1.07	1.74	2.14	46%	9,205
22/11/2019	M	2019	Noviembre	LT02	2.42	0.34	0.83	1.86	2.45	56%	4,282
23/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	2.91	0.38	0.9	1.95	2.53	53%	9,961
23/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	2.53	0.36	0.89	1.99	2.55	54%	9,857
25/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3.24	0.37	0.85	1.81	2.37	55%	10,113
26/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3.35	0.24	0.78	2.23	3.24	55.8%	9,168
27/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3.5	0.26	0.89	2.1	2.71	53.0%	10,486
28/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	3	0.16	0.96	2.64	2.83	50.9%	8,225
29/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	2	0.15	0.74	3.2	4.6	55.2%	11,027
30/11/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	2	0.26	0.83	2.09	2.72	54.6%	8,928
01/12/2019	M	2019	Noviembre	Pala 02	2	0.27	0.9	2.5	3.2	52.4%	8,869
01/12/2019	M	2019	Noviembre	Pala 03	4	1.05	2.39	5.05	6.57	29%	9,640
02/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2	0.23	0.94	2.9	3.89	51.2%	4,752
04/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.5	0.33	1.24	4.35	6.56	46.0%	8,362
05/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.5	0.25	1.68	4.37	5.75	42.1%	8,421
05/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	3.5	1.06	2.58	5.2	6.55	29%	9,050
06/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	1.96	0.34	0.95	2.69	3.87	51.3%	9,359
06/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	1.76	1.05	2.47	5.22	6.58	29%	11,103
07/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2	0.44	0.87	2.19	3.24	54.4%	9,828
08/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2	0.42	0.83	1.56	1.96	57.7%	9,764
09/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2	0.39	0.87	1.82	2.34	54.4%	12,001
10/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2	0.38	0.8	1.83	2.7	57.5%	11,024
10/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	3	1.59	3.13	6.27	8.14	21%	10,891
11/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2	0.55	0.93	1.63	2.07	53.9%	10,479
12/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.5	0.49	0.95	1.76	2.28	52.0%	9,924
13/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.5	0.26	0.9	2.8	4.22	52.3%	11,334
13/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	3	0.54	1.43	3.42	4.7	42%	11,396
14/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	3	0.46	1.02	2.12	2.81	49.4%	9,291
14/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	3	0.5	1.18	2.6	3.51	45%	11,422
15/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.62	0.44	0.92	1.92	2.5	52.0%	9,196
16/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.62	0.41	0.92	2.02	2.72	52.6%	10,066
17/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	2.9	0.45	1.48	4.4	6.01	42%	10,343
18/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	2.9	0.58	1.42	3.16	4.18	41%	9,295
19/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.4	0.43	0.98	2.2	3.07	50.5%	9,009
20/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.5	0.46	0.89	1.67	2.14	54.7%	9,694
20/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	3	0.6	1.65	3.99	5.29	38.8%	8,628
21/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.5	0.45	0.91	1.98	2.97	53.6%	10076
22/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	4	0.43	0.85	1.65	2.11	56.8%	9,625
22/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	2.5	0.77	1.38	2.59	3.45	37.6%	11,516
23/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	4	0.55	1.03	2.05	2.71	48.8%	9,567
23/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	2.5	0.7	1.28	2.94	3.02	40.4%	10,574
24/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	4	0.53	1.04	1.93	2.46	48.5%	9,446
24/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	2.5	0.99	2.08	4.1	5.03	30.3%	11,448

25/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	4	0.5	1.08	2.19	2.79	47.5%	8,547
25/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 03	2.5	1	2.09	4.06	5.05	30.1%	10,437
26/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	3	0.52	1.07	2.17	2.68	48%	10,128
27/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	3	0.4	1.14	3.02	4.16	47%	9,701
28/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.6	0.4	0.96	2.14	2.86	51%	8,172
29/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.6	0.49	1.05	2.15	2.83	48%	8,746
29/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 01	2.9	0.69	1.82	4.28	5.83	36%	10,593
30/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	2.9	0.44	1.09	2.37	3.15	47%	8,247
31/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 01	2.5	0.71	1.64	3.67	4.94	37%	7,208
31/12/2019	M	2019	Diciembre	Pala 02	3	0.48	1.09	2.34	3.3	48%	9,432