



Universidad Gabriela Mistral
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil Industrial

Reciclado de Hormigón para utilización en la Producción de mezcla asfáltica

*Proyecto de Tesis para optar al título de
Ingeniero Civil Industrial*

Autor: Tomás Mellado Ilabaca
Profesor Guía: Sr. Sergio Grove

Santiago, junio de 2012



Resumen Ejecutivo

Pavimentos Quilín se encuentra ubicada en Av. Departamental 8250, en la comuna de Peñalolén, Santiago, Chile. Es una empresa dedicada al procesamiento de áridos y a la producción de mezcla asfáltica para la pavimentación de cualquier área. En la actualidad produce más de 85.000 m³ de asfalto al año y procesa alrededor de 360.000 m³ de áridos anuales.

Debido a que la industria en la cual se encuentra Pavimentos Quilín compite por costos y dado que la materia prima (cemento asfáltico y áridos) representa un 90% del total de los costos variables de producción, se establece una estrategia para reducir el costo de la materia prima buscando un sustituto apropiado para el árido utilizado, en este caso, el hormigón.

El proyecto en el cual se enfoca este trabajo es la reutilización de hormigón, introduciéndolo en el proceso productivo de la mezcla asfáltica. El porcentaje de uso del hormigón será de un 60% del total utilizado en la mezcla. Este cambio de materia prima permitirá una reducción del 3,7% en los costos variables de producción.

El hormigón será chancado utilizando un chancador móvil que se llevará directamente a la obra o terreno a fresar, para luego ser transportado a la planta de procesamiento de áridos de Pavimentos Quilín. Una vez ahí, se ingresará a un circuito de chancado secundario para obtener un hormigón con granulometría inferior a 1/2". Finalmente este hormigón, se utilizará para reemplazar dos de los áridos actuales de la mezcla asfáltica: Polvo Roca y Gravilla 1/2". Estos áridos actualmente tienen un costo de procesamiento de \$3.642/m³ mientras que el costo del hormigón será de \$1.502/m³.

Actualmente el hormigón proveniente de las demoliciones, se envía a botaderos, por lo que el proyecto, además de generar un beneficio para Pavimentos Quilín, también lo genera para el medio ambiente.

El proyecto requiere de una inversión de \$130.000.00, que será financiado a través de una deuda bancaria a largo plazo de 5 años. Esta inversión contempla la compra de la maquinaria necesaria para realizar el proyecto. Con esta inversión y la reducción de los costos variables de producción al finalizar el quinto año, se obtiene un Valor Firma de \$1.553.989.913. El valor firma al cabo de 5 años si no se efectúa el proyecto sería de \$1.042.521.826 por lo que el proyecto aporta un valor de \$511.468.077.



INDICE

1. La Empresa.....	8
2. Asfalto en Chile.....	9
2.1. Cemento Asfáltico.....	9
2.1.1. Definición y Características Principales.....	9
2.1.2. Propiedades.....	10
2.1.3. Aplicaciones.....	10
2.2. Pavimento.....	11
2.2.1. Tipos de Caminos en la Red Vial.....	11
2.2.2. Tipos de Mezcla Asfáltica o Pavimento.....	12
2.2.3. Demanda de Mezcla Asfáltica de Pavimentos Quilín.....	12
3. Producción de Mezcla Asfáltica.....	14
3.1. Procesamiento de Áridos.....	14
3.1.1. Procesamiento Primario de Áridos.....	14
3.1.2. Procesamiento Secundario de Áridos.....	16
3.1.3. Diagrama Procesamiento de Áridos.....	17
3.2. Producción de Mezcla Asfáltica.....	18
3.3. Instalación Mezcla Asfáltica.....	19
3.4. Balance de Línea.....	20
3.4.1. Malla Pert Áridos.....	20
3.4.2. Determinación de Estaciones Producción de Áridos.....	21
3.4.3. Malla Pert Mezcla Asfáltica.....	22
3.4.4. Determinación de Estaciones Mezcla Asfáltica.....	23
3.4.5. Resumen Balance de Línea.....	24



3.5.	Gráfico Costos Medios y Costos Marginales.....	25
4.	Análisis Estratégico.....	26
4.1.	Análisis Externo.....	26
4.1.1.	Descripción de la Industria y Mercados: Supply Chain.....	26
4.1.2.	Poderes de Mercado.....	27
4.1.3.	Análisis Horizontal de la Supply Chain.....	29
4.1.4.	Análisis Vertical de la Supply Chain.....	30
4.1.5.	Las 5 Fuerzas de la Competencia.....	31
4.1.6.	Atractivo, Oportunidades y Amenazas de la Industria.....	32
4.2.	Análisis Interno.....	34
4.2.1.	Flow-Sheet Operacional de Pavimentos Quilín.....	34
4.2.2.	Cadena de Valor.....	35
4.2.3.	Fortalezas y Debilidades de Pavimentos Quilín.....	36
4.2.4.	Diagnostico.....	37
4.2.5.	Matriz de Atractivo de la Industria – Fortalezas del Negocio.....	38
4.3.	Definición de Programas Generales de Acción.....	39
4.3.1.	Fortalecer el Negocio: Estrategias de Operación.....	39
5.	El Proyecto.....	40
5.1.1.	Flow-Sheet del Proyecto.....	41
5.1.2.	Nuevo Flow-Sheet Producción Mezcla Asfáltica.....	42
6.	Evaluación Económica del Proyecto.....	43
6.1.	Modelo de Costos Variables.....	43
6.1.1.	Variables.....	43
6.1.2.	Variabilidad.....	44
6.1.3.	Simulación.....	46



6.2.	Costos Fijos.....	46
6.3.	Inversión.....	46
6.4.	Momentos Mensuales.....	47
6.5.	Análisis Económico de Pavimentos Quilín Actual.....	48
6.5.1.	Datos Financieros.....	48
6.5.2.	Supuestos.....	49
6.5.3.	Pago de la Deuda.....	49
6.5.4.	Balance y Estado de Resultados Actual.....	50
6.5.5.	Análisis del Valor Firma Actual.....	51
6.5.6.	Calculo de Ratios Financieros.....	51
6.6.	Análisis Económico de Pavimentos Quilín con la Inversión del Proyecto.....	52
6.6.1.	Datos Financieros.....	52
6.6.2.	Pago de la Deuda.....	53
6.6.3.	Balance y Estado de Resultados con Inversión pero sin Proyecto.....	54
6.6.4.	Análisis del Valor Firma con Inversión pero sin Proyecto.....	55
6.6.5.	Calculo de Ratios Financieros.....	55
6.7.	Análisis Económico de Pavimentos Quilín con Proyecto.....	56
6.7.1.	Datos Financieros.....	56
6.7.2.	Pago de la Deuda.....	57
6.7.3.	Balance y Estado de Resultados con Proyecto.....	58
6.7.4.	Análisis del Valor Firma con Proyecto.....	59
6.8.	Aporte del Proyecto a Pavimentos Quilín.....	60
6.9.	Conclusión Análisis Económico.....	61
7.	Conclusión.....	62
8.	Bibliografía.....	63



9. Anexos.....	64
9.1. Anexo 1: Mapa Pavimentos Quilín Peñalolén.....	64
9.2. Anexo 2: Variables Aleatorias para la Simulación.....	65
9.3. Anexo 3: Distribución de las Variables para la Simulación.....	66
9.4. Anexo 4: Momentos Mensuales.....	70
9.5. Anexo 5: Cálculo de Probabilidades del Aporte del Proyecto.....	74



1. La Empresa

Pavimentos Quilín es un grupo de empresas que desde el año 1981 está operando en los rubros de producción de áridos, producción de mezcla asfáltica y pavimentaciones de áreas urbanas e interurbanas.

En el rubro de la producción de áridos, Pavimentos Quilín ha producido sobre seis millones de metros cúbicos de áridos chancados tales como ripio, arena, gravilla y polvo de roca. Para estos efectos se cuenta con instalaciones en la comuna de Peñalolén para el procesamiento de 30.000 m³ de áridos mensuales.

En el rubro de producción de mezcla asfáltica, la empresa cuenta con instalaciones ubicadas en la misma comuna. Sólo en el área de producción de mezcla asfáltica y contabilizando desde el año 2000 a la fecha, se ha producido más de 1.000.000 de metros cúbicos de mezcla asfáltica para diferentes obras ubicadas en la Región Metropolitana, V y VI Regiones.

Pavimentos Quilín en la Actualidad posee una infraestructura que contempla Plantas de Procesamiento de Áridos Primaria, Planta de Procesamiento de Áridos Secundaria, Planta de Producción de Mezcla Asfáltica, como también laboratorios para investigación y análisis.

La industria en la que se encuentra Pavimentos Quilín, es una industria de producción de Mezcla Asfáltica, en donde se pueden encontrar empresas tales como Bitumix, Probisa, Asfalcenter, Tecno Asfaltos y Figueroa Vial Ltda. Esta industria utiliza como gran proveedor a los productores de cemento asfáltico, y tiene como cliente final, las entidades encargadas de la urbanización, como lo son las constructoras en el 90% de las oportunidades, aunque también puede ser requerido por entidades públicas.

Actualmente el nivel de producción de mezcla asfáltica para su posterior colocación como pavimento es de 7.200 m³ mensuales, teniendo sus meses de mayor demanda desde Octubre hasta Enero.

Debido a la baja diferenciación del producto entregado, existe una alta elasticidad precio. Esto lleva a que Pavimentos Quilín esté constantemente buscando nuevas formas para reducir costos de producción y así poder ser más competitivos frente a las demás empresas.

2. Asfalto en Chile

2.1. Cemento Asfáltico

2.1.1. Definición y Características Principales

Destilación del Petróleo



Los Cementos Asfálticos, se presentan como una materia negra y brillante, cuya consistencia varía con la temperatura. Se clasifica según su Viscosidad Absoluta medida a 60°C y expresada en poise ($P = \frac{g}{s \times cm}$). Se obtiene a través de la destilación del petróleo crudo, representando la categoría de Alquitranses y Asfaltos como se muestra en la imagen. Es también elemento base para la fabricación de asfaltos cortados y emulsiones necesarias para el rubro.



2.1.2. Propiedades

El Cemento Asfáltico posee características de un ligante flexible, impermeable y duradero. A medida que se le aplica calor, este disminuye su viscosidad, lo que permite su mezcla con agregados de tipo pétreos, obteniéndose así mezclas de excelentes características que han permitido un alto desarrollo tecnológico en utilización en la ingeniería vial.

Ficha Técnica Cemento Asfáltico

Ensayos		Método de Ensayo	CA 14		CA 24	
			Min.	Máx.	Min.	Máx.
- Viscosidad Absoluta a 60 °C, 300 mm Hg	(P)	2336-98	1400	2400	2400	
- Ductilidad a 25°C, 5cm/min.,	(cm)	2342-99	100		100	
- Ensaye de la mancha con Hep./Xil.,	(%Xilol)	2343-99		30		30
- Solubilidad en Tricloroetileno	(%)	2341-98	99		99	
- Punto de inflamación, COC	(°C)	2338-98	232		232	
- Punto de Ablandamiento,	(°C)	2337-98	Informar		Informar	
- Índice de Penetración	(-)	MC 8.302.18	-1,5	+1,0	-1,5	+1,0

Donde la única diferencia entre CA14 y CA24 es la viscosidad entre ambos. Siendo este último el más viscoso.

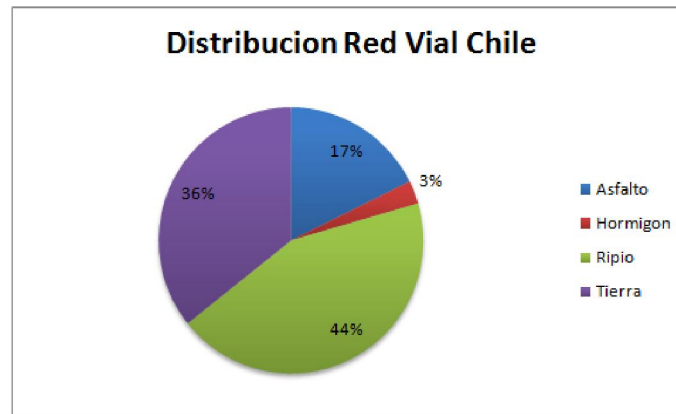
2.1.3. Aplicaciones

Como se mencionó anteriormente, el cemento asfáltico (o pitch asfáltico) es un ligante o aglomerante de excelentes características, de aplicación en caliente con distintas granulometrías de pétreos. Esta mezcla se utiliza normalmente en pavimentos de alta calidad, donde las distintas granulometrías utilizadas dependen de los requerimientos de las vías a pavimentar. También se puede utilizar como relleno de juntas de dilatación o grietas de pavimentos de hormigón, o como sello de grietas en pavimentos de asfalto.

2.2. Pavimento

2.2.1. Tipos de Caminos en la Red Vial

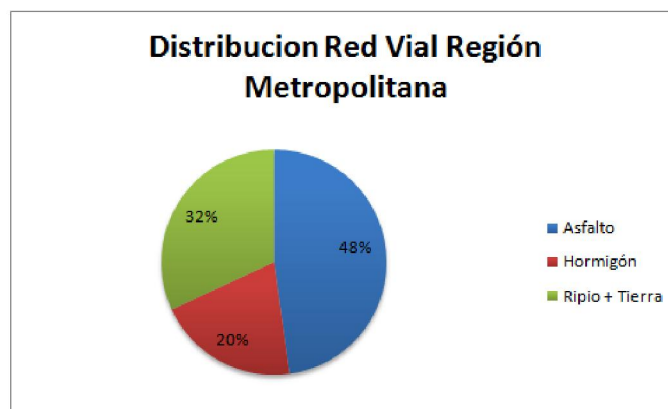
Chile a la fecha, posee alrededor de 80.121 Km de red vial, la cual se divide según el siguiente gráfico:



Asfalto	14.145
Hormigón	2.263
Ripio	35.054
Tierra	28.659
	80.121

Fuente: www.mop.cl

A su vez, la Región Metropolitana posee 2.976 Km de red vial que se distribuye de la siguiente manera:



Asfalto	1.422
Hormigón	605
Ripio + Tierra	949
	2.976

Fuente: www.dirplan.cl

2.2.2. Tipos de Mezcla Asfáltica

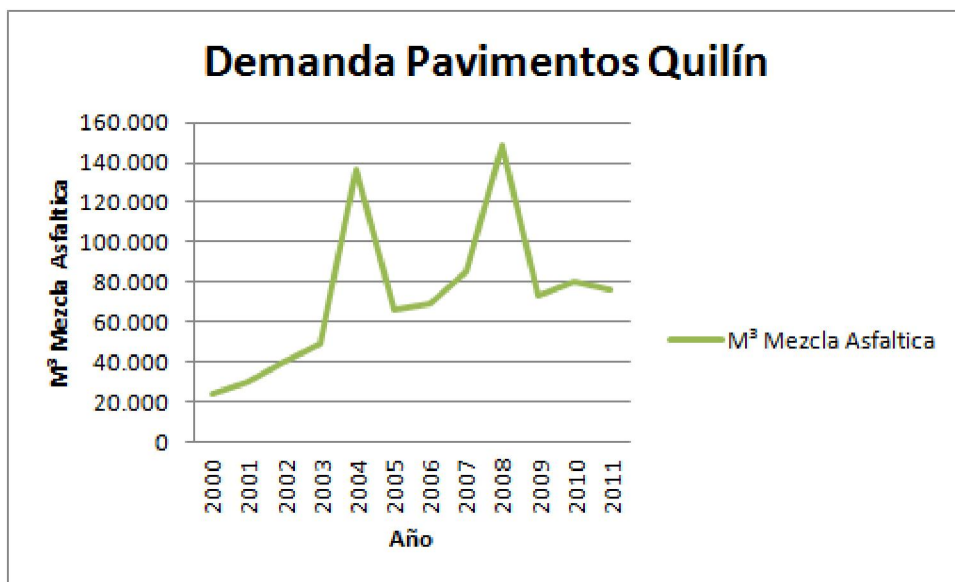
Como se mencionó con anterioridad, el tipo de mezcla asfáltica depende netamente de la calidad, o bien, de las características y requerimientos que exija la vía a pavimentar, dentro de estos, se pueden observar 4 tipos:

Composición	3/4 pesado	3/4 liviano	1/2"	Binder	Pedido
Arena (3/8")	4%	6%	6%	0%	3%
Gravilla (3/4")	27%	19%	0%	53%	30%
Gravilla (1/2")	31%	44%	29%	21%	27%
Polvo roca (3/8"-1/2")	33%	26%	60%	21%	35%
Cemento Asfáltico	5%	5%	5%	5%	5%

La más común es la mezcla de $\frac{3}{4}$ pesado, y es la que se utilizará para efectos de cálculos en esta tesis. También es posible producir mezclas especiales a pedido del cliente como se muestra en la composición "Pedido".

2.2.3. Demanda de Mezcla Asfáltica Pavimentos Quilín:

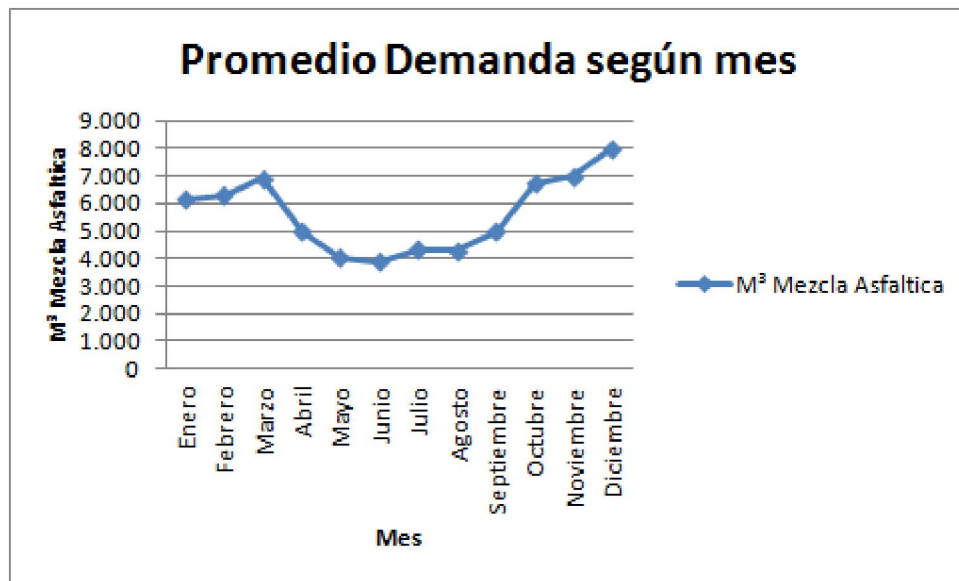
Pavimentos Quilín presenta una demanda desde el año 2000 hasta el año 2011 representada por el siguiente grafico:



Fuente: Registros Pavimentos Quilín

Debido a que la instalación de pavimento requiere de un clima adecuado, es decir, la pavimentación no se puede llevar a cabo en un clima lluvioso, se puede observar un cambio estacionario de la demanda por mezcla asfáltica. Es posible identificar los meses desde Octubre a Marzo como los meses de mayor demanda, los cuales coinciden con las estaciones de primavera-verano, asegurando así un clima favorable para su instalación.

Realizando un promedio de las ventas de cada mes por los últimos 10 años, es posible graficar lo expresado anteriormente de la siguiente manera:



Fuente: Registros Pavimentos Quilín

3. Producción Mezcla Asfáltica

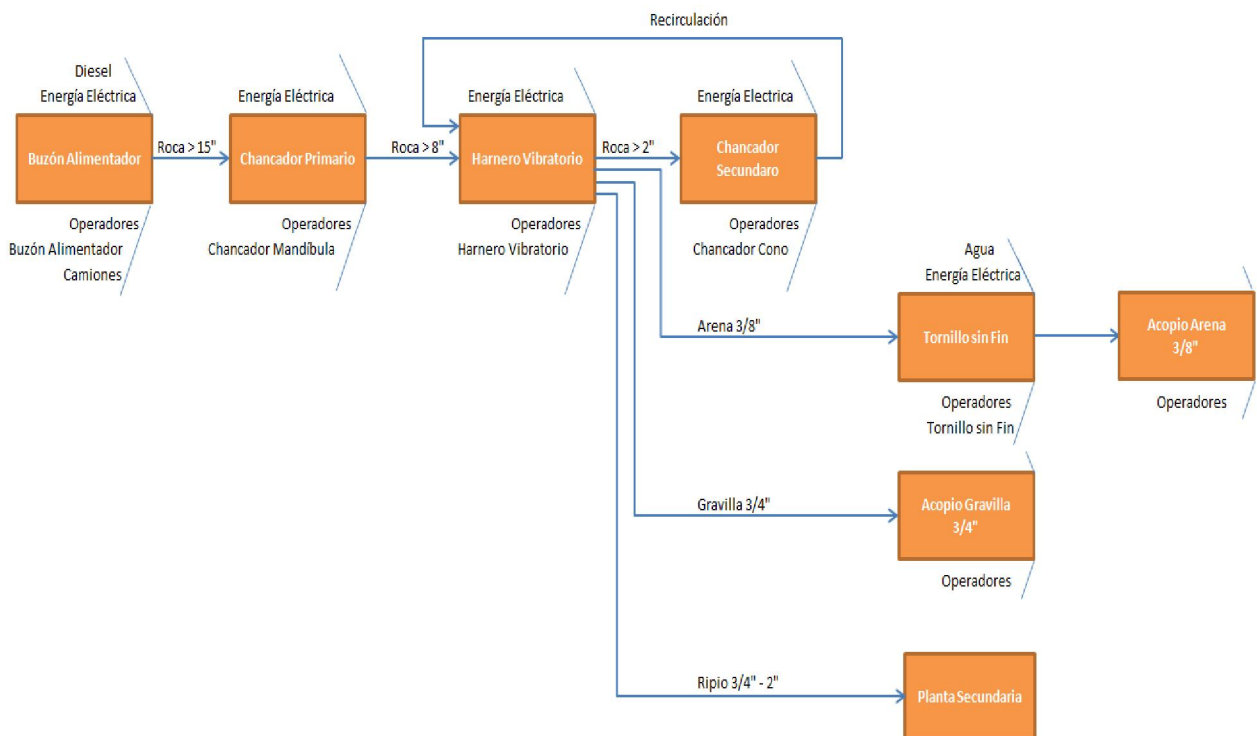
La producción de mezcla asfáltica consta de 3 procesos principales: Procesamiento Primario de Áridos, Procesamiento Secundario de Áridos y Producción Mezcla Asfáltica.

3.1. Procesamiento de Áridos:

3.1.1. Procesamiento Primario de Áridos:

En la actualidad Pavimentos Quilín es capaz de procesar alrededor de 30.000 m³ de áridos mensualmente, estos se procesan en una primera instancia en la planta de procesamiento primario de áridos el cual se detallará a continuación:

Flow-Sheet Planta Primaria:





Descripción de Procesos:

Buzón Alimentador: Este buzón se alimenta mediante camiones que trasladan desde los acopios la materia prima. Al ingresar, esta comenzará el circuito por las distintas actividades que se encuentran unidas a través de correas transportadoras.

Chancado Primario: Se introduce la materia prima, la roca es procesada por un Chancador de Mandíbula, obteniendo una granulometría inferior a 8”.

Harnero Vibratorio: Luego el árido atraviesa un harnero vibratorio que posee 3 tamices, que son utilizados para poder clasificar los distintos diámetros necesarios: $\frac{3}{8}$ ” para Arena, entre $\frac{3}{4}$ ” y $\frac{1}{2}$ ” para Ripio, $\frac{3}{4}$ ” para Gravilla.

Chancador de Cono o Secundario: Si el árido no posee las dimensiones especificadas anteriormente, estas ingresan a un chancador de cono, el cual disminuye el diámetro de estas para luego reinsertarla en el harnero vibratorio.

Tornillo sin Fin: En esta actividad, la arena $\frac{3}{8}$ ” se introduce dentro de una piscina que posee un tornillo sin fin, de esta forma se lava y luego se envía a su respectivo acopio.

Acopio Arena $\frac{3}{8}$ ”: Área utilizada para el almacenaje del árido Arena $\frac{3}{8}$ ”

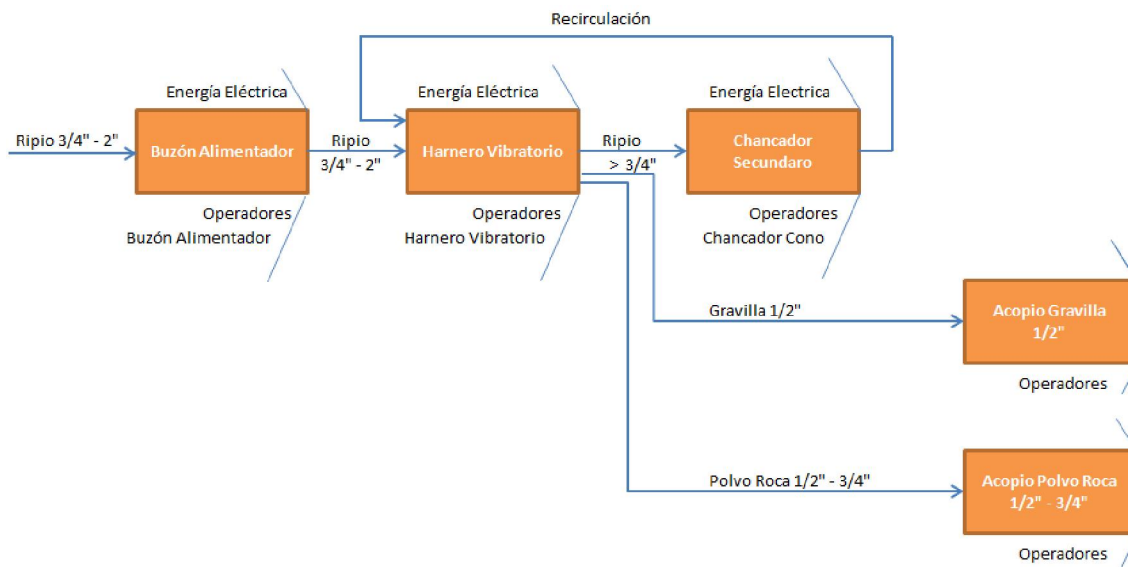
Acopio Gravilla $\frac{3}{4}$ ”: Área utilizada para el almacenaje del árido Gravilla $\frac{3}{4}$ ”

Planta Secundaria: Corresponde al destino que tiene el árido Ripio $\frac{3}{4}$ ” – 2” donde ingresa al circuito de procesamiento de áridos secundario que se detallará a continuación.

3.1.2. Procesamiento Secundario de Áridos:

La granulometría Ripio $\frac{3}{4}'' - 2''$ ingresa al circuito secundario, en el cual procede a transformarse en granulometrías de Gravilla $\frac{1}{2}''$ y de Polvo Roca $\frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$.

Flow-Sheet Planta Secundaria:



Descripción de Procesos:

Alimentador: Luego de su paso por el circuito primario, el Ripio ingresa a un segundo proceso de chancado que comienza con este alimentador.

Harnero: Atraviesa por un harnero vibratorio que divide las granulometrías en dos: Gravilla $\frac{1}{2}''$ y Polvo Roca que tiene una granulometría entre $\frac{1}{2}''$ y $\frac{3}{4}''$.

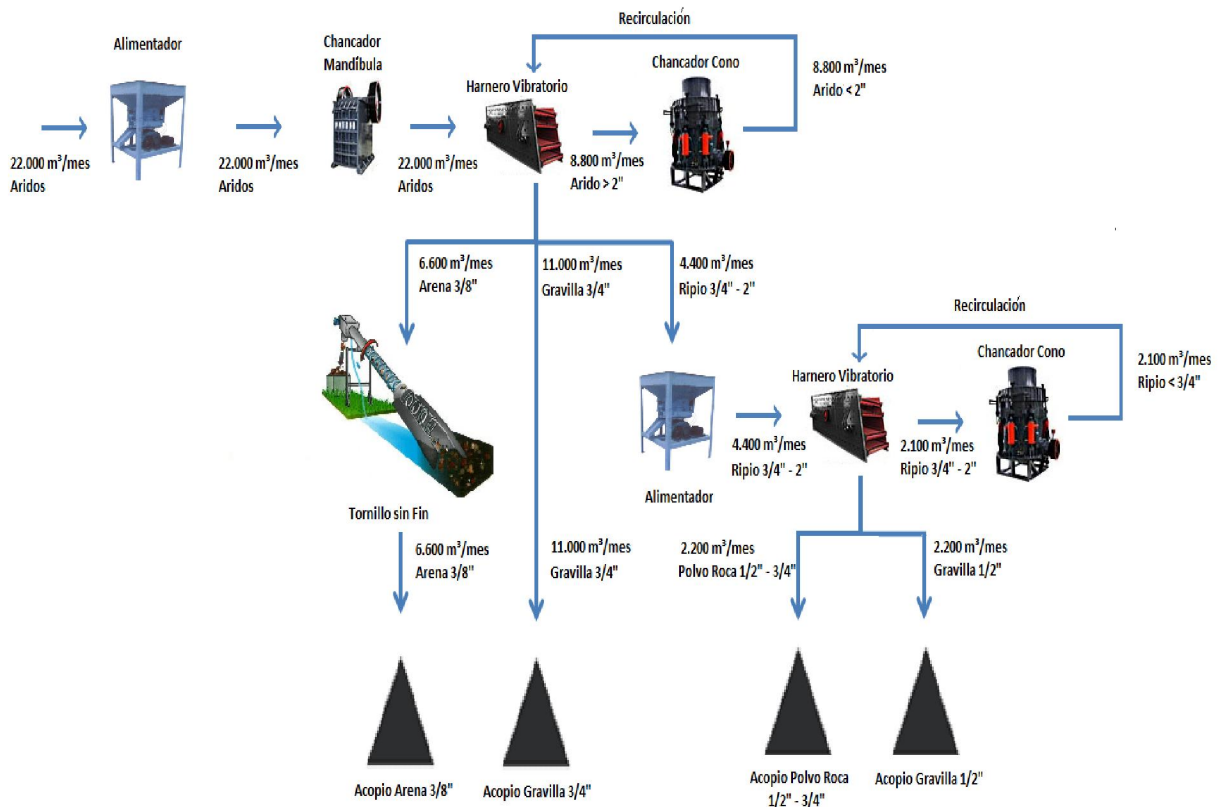
Chancador de Cono: Las rocas que tengan un diámetro superior a los $\frac{3}{4}''$, ingresarán a un chancador de cono para disminuir su tamaño, luego se reingresarán al harnero vibratorio de esta segunda planta de procesamiento.

Acopio Gravilla $\frac{1}{2}''$: Área utilizada para el almacenaje del árido Gravilla $\frac{1}{2}''$.

Acopio Polvo Roca $\frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$: Área utilizada para el almacenaje del árido Polvo Roca de $\frac{1}{2}'' - \frac{3}{4}''$.

3.1.3. Diagrama Procesamiento de Áridos:

A continuación se presenta el diagrama del procesamiento de áridos realizado por Pavimentos Quilín.



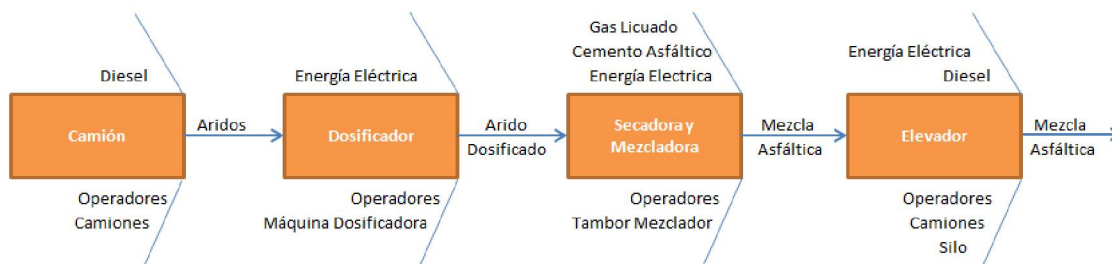
La materia prima se traslada desde su acopio hasta el Buzón Alimentador mediante el uso de camiones. El movimiento entre las distintas máquinas de la planta se realiza mediante el uso de correas transportadoras.

Una vez llegado a los acopios finales, los áridos se transportan a través de camiones hacia la planta de producción de mezcla asfáltica. Las cantidades de cada árido son estipuladas previamente en la planificación del día según el tipo de mezcla que se quiera producir.

3.2. Producción Mezcla Asfáltica:

Una vez obtenidas las granulometrías necesarias dependiendo del tipo de mezcla que se quiera producir, estas se mezclan junto al cemento asfáltico como se muestra a continuación:

Flow-Sheet Planta Producción Mezcla Asfáltica:



Descripción de Procesos:

Camiones: Se trasladan los áridos desde los respectivos acopios y se depositan dentro de la máquina dosificadora.

Dosificador: En este proceso, los áridos se dosifican mediante un computador según la mezcla que se quiera producir. Como se indicó anteriormente, la mezcla que se utilizará será la $\frac{3}{4}$ pesado que consiste en las siguientes proporciones:

Arena (3/8")	4%
Gravilla (3/4")	27%
Gravilla (1/2")	31%
Polvo roca (3/8"-1/2")	33%
Cemento Asfáltico	5%

Tambor Mezclado y Secado: Una vez dosificados, los áridos se mezclan y se secan. Luego se inyecta el cemento asfáltico. En esta etapa se obtiene la mezcla asfáltica.

Elevador: Finalmente se carga la mezcla asfáltica mediante un elevador que la deposita en camiones para su posterior traslado a la obra o almacenaje.

3.3. Instalación Mezcla Asfáltica

Una vez producida la mezcla asfáltica, ésta se lleva mediante camiones tolva directamente a la obra. Es necesario que la mezcla llegue prácticamente en las mismas condiciones en las que sale de Pavimentos Quilín, principalmente para evitar las pérdidas de las propiedades físicas de la mezcla asfáltica. Se estima que al ser transportado en un camión con niveles de hermeticidad relativamente altos, la mezcla pierde alrededor de 1° [C] por hora transcurrida.

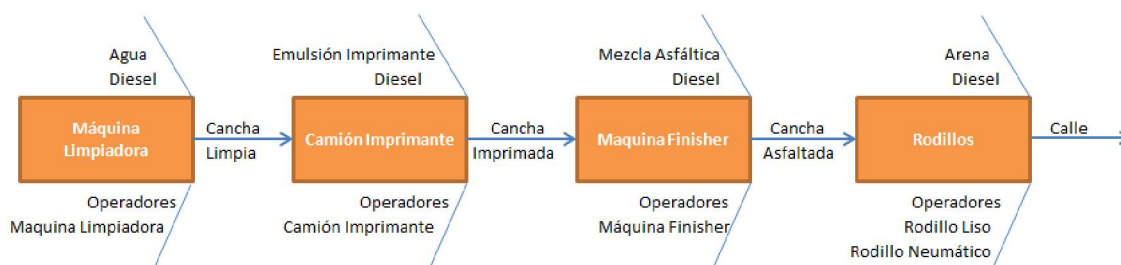
El terreno a asfaltar debe estar completamente limpio y nivelado, para esto se utilizan máquinas y rastrillos para realizar una limpieza profunda, evitando que queden partículas que puedan alterar las propiedades aglomerantes del asfalto.

Cuando el terreno se encuentra totalmente limpio, se le aplica una emulsión imprimante mediante un camión imprimador. Esta emulsión permite que la mezcla asfáltica pueda adherirse de mejor manera al terreno, también impide que las dos capas formadas se desplacen una vez colocada la mezcla.

Una vez realizado esto, se procede a la pavimentación. Esta se efectúa a través de un camión finisher que está especialmente diseñado para entregar un flujo constante de mezcla asfáltica a la temperatura y espesor ideal. Es muy importante que se realice con la mayor fluidez posible ya que si la máquina se detiene y la mezcla asfáltica se enfría, es posible que no se logre adherir nuevamente una vez reanudada la instalación.

Mientras la mezcla siga caliente (no menor a 100° C) comienza la etapa de compactación. Un rodillo liso atraviesa la superficie asfaltada 4 o 5 veces a una velocidad de 10 Km/h. Luego se procede a utilizar un rodillo neumático para finalizar el proceso de compactación siguiendo el mismo ritmo que el rodillo liso. Una vez realizado esto, la superficie asfaltada estará lista para su uso normal en aproximadamente 3 horas.

A continuación se presenta el Flow-Sheet de la instalación de mezcla asfáltica.

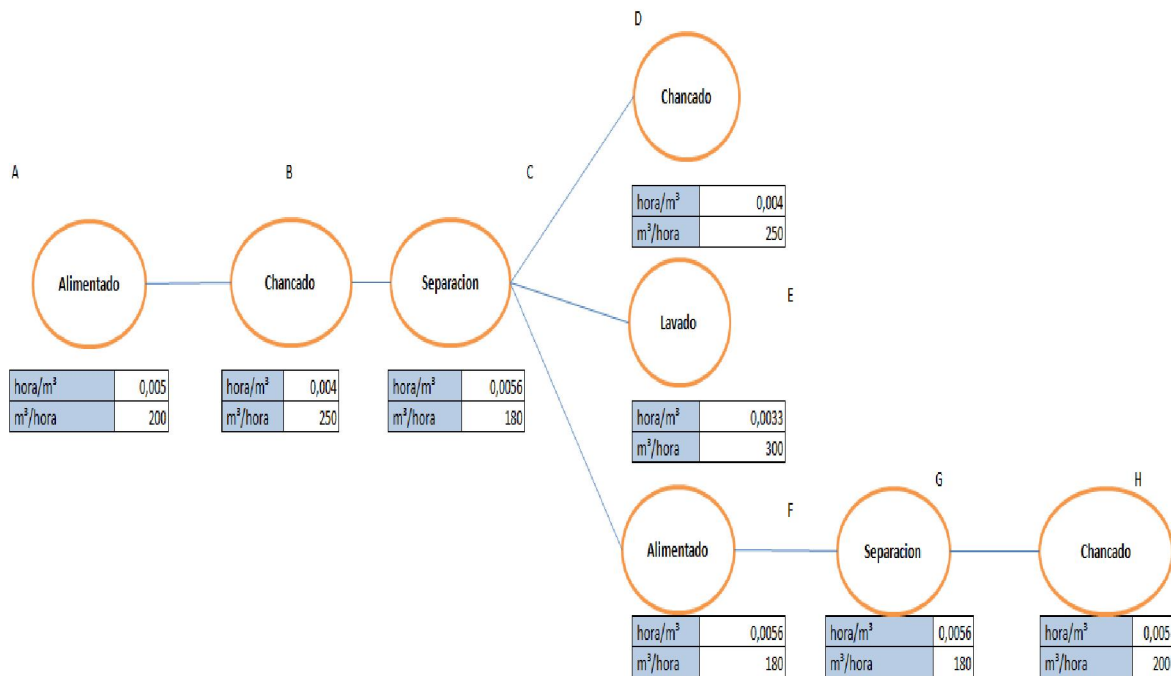


3.4. Balance de Línea

Se realizó el Balance de Línea tanto para el procesamiento de áridos como para la producción de mezcla asfáltica. Esto se hizo principalmente debido a la necesidad de optimizar los tiempos de la línea de producción y para ver la existencia de un cuello de botella que genere ineficiencias.

Para realizar esto, se precisa identificar las actividades necesarias para la producción de mezcla asfáltica, además de sus tiempos asociados y la capacidad de cada una de ellas.

3.4.1. Malla Pert Áridos



3.4.2. Determinación de Estaciones de Procesamiento de Áridos:

A través de la malla Pert anterior, se utilizará las actividades asociadas al procesamiento de áridos para la producción de mezcla asfáltica junto con sus tiempos correspondientes en hr/ m³:

		Tiempo hr/m ³
A	Buzon 1	0,0050
B	Chancador Mandibula	0,0040
C	Harnero Vibratorio	0,0056
D	Chancador Cono	0,0040
E	Tornillo Sin Fin	0,0033
F	Buzon 2	0,0056
G	Harnero Vibratorio 2	0,0056
H	Chancador Cono 2	0,0050
	TOTAL	0,0380

Además, se requiere una producción mensual de 22.000 m³ de áridos para poder satisfacer la demanda de mezcla asfáltica. Con estos datos, trabajando un total de 8 hrs diarias, 20 días al mes, es posible obtener el tiempo de ciclo y el mínimo teórico de estaciones de trabajo necesario.

Producción	22000	m ³ /mes
	1100	m ³ /dia
	137,5	m ³ /hora
CT	0,0073	hora/m ³
Mínimo Teórico	5,220	Estaciones

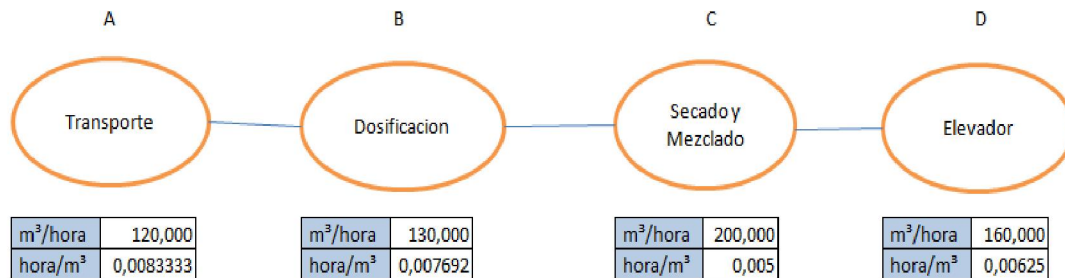
Una vez obtenido el tiempo de ciclo, se procede a definir las estaciones de trabajo teniendo en cuenta que el mínimo teórico es de 5,22 con un ciclo de tiempo de 0,0073 horas/ m³ por estación. Esto permitirá a Pavimentos Quilín cumplir con la demanda establecida de 22.000 m³ de áridos procesados mensualmente.

Con los datos anteriores se procede entonces a definir las estaciones de trabajo:

		hora/ m ³ Arido
Facility 1	Chancador Primario	0,0073
Facility 2	Harnero Vibratorio	0,0056
Facility 3	Chancador Cono + Tornillo	0,0073
Facility 4	Buzon 2	0,0056
Facility 5	Harnero Vibratorio 2	0,0056
Facility 6	Chancador Cono 2	0,0050

3.4.3. Malla Pert Mezcla Asfáltica:

La malla Pert correspondiente a la producción de mezcla asfáltica se presenta a continuación con las actividades antes mencionadas y sus tiempos correspondientes.



3.4.4. Determinación de Estaciones de Mezcla Asfáltica:

Se presenta a continuación la tabla de tiempos y actividades correspondientes a la producción de mezcla asfáltica de Pavimentos Quilín.

		Tiempo
		hr/ m ³
A	Transporte	0,0083
B	Dosificación	0,0077
C	Secado	0,0050
D	Elevador	0,0063
TOTAL		0,0273

Trabajando de igual manera que en la planta de procesamiento de áridos, pero con una producción de 7200 m³ de Mezcla Asfáltica mensual, se obtiene el tiempo de ciclo y mínimo teórico de estaciones:

Produccion	7200	m ³ /mes
	360	m ³ /dia
	45	m ³ /hora
CT	0,02222	hora/ m ³
Minimo Teorico	1,227404	estaciones

Con las estaciones de trabajo correspondientes:

		hora/ m ³ Mezcla
Facility 1	Camion- Dosificador y Secado	0,0210
Facility 2	Elevador	0,0063

3.4.5. Resumen Balance de Línea:

Ahora se puede comenzar a realizar los cálculos correspondientes al tema del proyecto, se obtuvo un reordenamiento de la línea de producción que la transforma en una línea más eficiente, con menos tiempo muerto en lo que respecta al actual nivel de producción:

Produccion Aridos

		hora/ m ³ Arido
Facility 1	Chancador Primario	0,0073
Facility 2	Harnero Vibratorio	0,0056
Facility 3	Chancador Cono + Tornillo	0,0073
Facility 4	Buzon 2	0,0056
Facility 5	Harnero Vibratorio 2	0,0056
Facility 6	Chancador Cono 2	0,0050

Mezcla Asfaltica

		hora/ m ³ Mezcla
Facility 1	Camion- Dosificador y Secado	0,0210
Facility 2	Elevador	0,0063

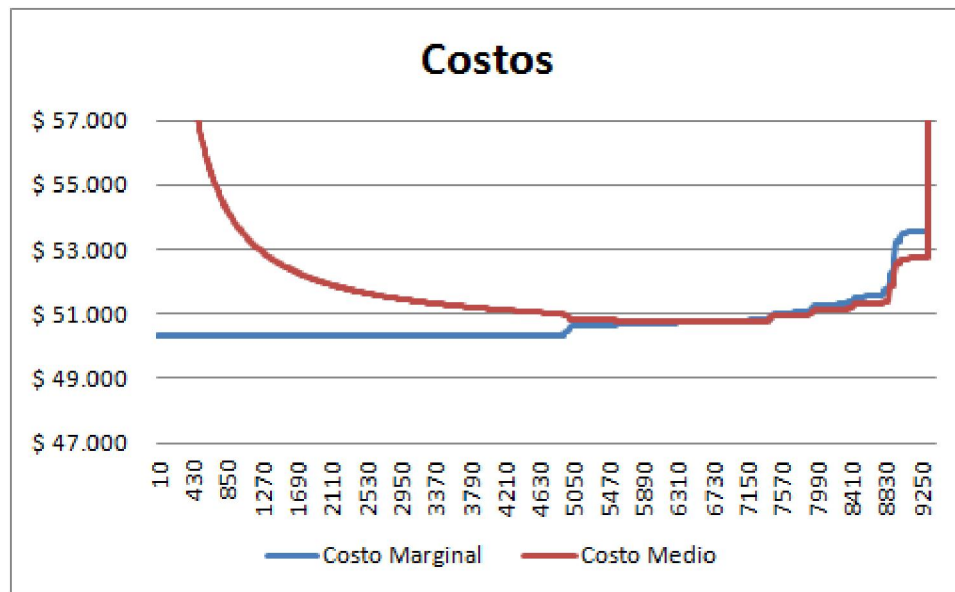
Se puede ver que debido a que el procesamiento de áridos posee procesos lineales y muy bien definidos, es muy difícil poder realizar grandes cambios en la línea de producción a través del balance de línea. Para efectos de cálculos futuros se reagrupan las actividades como se mostró anteriormente.

Con respecto a la producción de mezcla asfáltica se puede observar que existe un gran número de actividades que no toman demasiado tiempo en ser realizadas y se hace posible su agrupación mediante una sola facility.

Todos estas agrupaciones tienen sentido de acuerdo a la programación de producción actual estipulada anteriormente.

3.5. Gráfico Costos Medios y Marginales:

A continuación se presenta el gráfico de costos medios y costos marginales de Pavimentos Quilín:



Se puede ver que en el gráfico, los costos medios y los costos marginales se cruzan cuando la producción es de 7180 m³ de mezcla asfáltica. Este representa el punto donde la producción de esta es el óptimo para la empresa.

Cabe destacar que debido a que la mezcla asfáltica se comporta muy similar a un commodity, la empresa intentará producir la mayor cantidad posible de este producto, superando su punto óptimo de producción siempre y cuando el ingreso marginal sea mayor o igual al costo marginal.

4. Análisis Estratégico

Para poder realizar el análisis estratégico, primero se tuvo que analizar la industria en la que se está compitiendo, identificar la Supply Chain y los distintos mercados en los que se participa. Con esto se podrá ver el comportamiento de las industrias que participan en la producción de mezcla asfáltica.

4.1. Análisis Externo

4.1.1. Descripción de la Industria y Mercados: Supply Chain



Donde **M1:** Mercado Productores de Cemento Asfáltico
M2: Mercado Productores de Mezcla Asfáltica

- Proveedores de Cemento Asfáltico:

Es la industria que produce cemento asfáltico proporcionado por empresas petroleras. Como en esta industria todos los productos derivados del petróleo se comportan como un commodity, su costo marginal es igual al precio de venta.

- Industria Productores Mezcla Asfáltica:

En esta industria, se utiliza el cemento asfáltico proporcionado por los proveedores junto con distintas granulometrías de áridos, para su posterior transformación en mezcla asfáltica.

Existe un producto homogéneo pero ligeramente diferenciado geográficamente hablando, teniendo un fuerte impacto en los precios dependiendo de la localización del proyecto.

Dentro de los factores externos que afectan a la industria, se puede mencionar los factores Políticos. Ante un eventual cambio en la Ley de Concesiones, se verán directamente afectadas las industrias proveedoras de mezcla asfáltica.

- Clientes:

Los clientes son las distintas empresas encargadas de pavimentar caminos, actualmente las que más demandan son entidades particulares tales como constructoras, también en menor cantidad proyectos relacionados con el SERVIU y el MINVU.

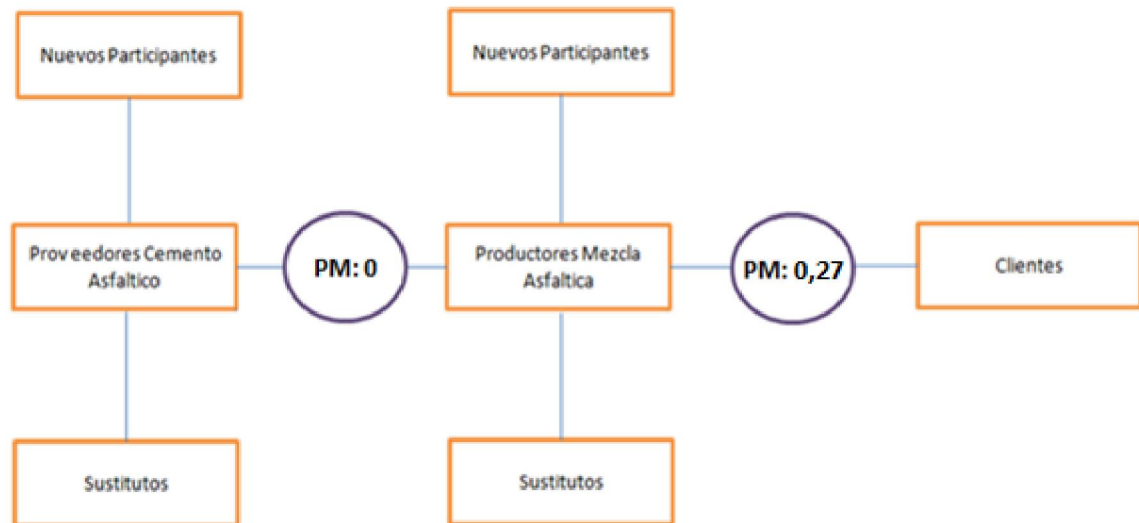
4.1.2. Poderes de Mercado:

Utilizando lo anterior, se puede obtener los poderes de mercado de las distintas industrias pertenecientes a la Supply Chain de la producción de mezcla asfáltica:

- **Proveedores de Cementos Asfáltico:** Al comportarse el cemento asfáltico (o bien cualquier derivado del petróleo) como un commodity, el poder de mercado que tienen los proveedores es $PM = 0$
- **Industria Producción de Mezcla Asfáltica:** Al ver que la industria se comporta como una competencia monopolística, el poder de mercado de la industria puede ser calculado teniendo un Precio de venta de \$64.700 y costo marginal de \$50.788 el metro cúbico.

$$PM = (\text{Precio} - \text{CMg}) / \text{CMg} = (64.700 - 50.788) / 50.788 = 0,27$$

Una vez obtenidos los poderes de mercado correspondientes a cada uno de los mercados existentes en la Supply Chain, se pueden realizar los análisis pertinentes para evaluar la industria en la que compete Pavimentos Quilin.



El valor agregado total que se le entrega al cliente es de 0,27, correspondiente a la suma de los excedentes del productor de la industria de los proveedores y los productores de mezcla asfáltica.

Este PM de la industria de la producción de Mezcla Asfáltica es de 0,27. Se puede ver entonces que este es un poder de mercado bastante bajo, es decir, no se tiene mayor influencia sobre el precio del producto final. Esto hace que la industria posea un menor atractivo ya que es más propenso a las posibles amenazas de nuevos participantes y de productos sustitutos.

4.1.3. Análisis Horizontal de la Supply Chain

- Proveedores de Cemento Asfáltico:

Se puede observar que los grandes competidores en esta industria son Shell, Probisa y Clasa que son empresas que producen productos derivados del petróleo. Estos al comportarse como un commodity y poseer una estructura de mercado de competencia perfecta, pasan a tener un poder de mercado igual a 0. Esto indica que el valor agregado que esta industria le entrega al producto final es 0. Se puede identificar economías de alcance dentro de la industria, buscando diversificar la gama de productos a producir.

- Productores de Mezcla Asfáltica:

Se puede ver que esta industria posee una estructura de mercado de Competencia Monopolística, definido principalmente por la distribución geográfica de las empresas que compiten dentro de la industria. Tiene un poder de mercado de 0,27 el cual es bajo, lo que hace a la industria poco atractiva. Se identifica que las economías de escala es la estrategia competitiva que se busca en esta industria. Esto habla de la especialización en la producción de mezcla asfáltica, buscando finalmente la reducción de costos medios asociados a la producción.

Sumando los poderes de mercado se puede ver que se genera un valor agregado total de 0,27 donde la totalidad de este corresponde al valor que entrega la industria de los productores de mezcla asfáltica.



4.1.4. Análisis Vertical de la Supply Chain

En el análisis vertical con los poderes de mercado de las industrias, se busca ver que tan grandes son las amenazas tanto de nuevos participantes como de productos sustitutos dentro de la industria.

- Proveedores de Pétreos y Cemento Asfáltico:

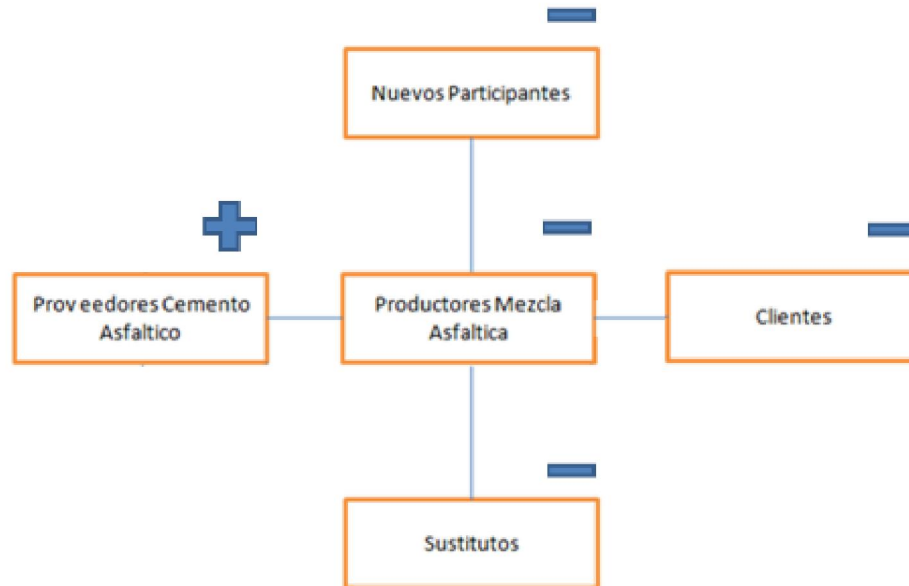
Verticalmente, al poseer un poder de mercado igual a 0, la industria se ve afectada a la amenaza de nuevos participantes, esto principalmente debido a la alta contestabilidad que existe y a la cercanía de productos sustitutos.

- Productores de Mezcla Asfáltica:

Se identifica que al poseer un $PM = 0,27$, existe un riesgo en la entrada de nuevos participantes a la industria debido a la alta contestabilidad. Además la industria se hace poco atractiva debido a la cercanía del hormigón como sustituto de la mezcla asfáltica como producto para pavimentar.

4.1.5. Las 5 Fuerzas de la Competencia:

Luego del análisis vertical y horizontal de la Supply Chain y habiendo calculado los poderes de mercado asociados a cada una de las industrias, se puede concluir lo siguiente:



Proveedores Cemento Asfáltico: Atractivo debido al bajo poder de negociación de los proveedores frente a la industria.

Nuevos Participantes: Poco atractivo debido a la alta contestabilidad.

Sustitutos: Poco atractivo debido al hormigón como sustituto muy cercano del asfalto.

Clientes: Poco atractivo debido al poco poder de mercado que posee la industria.

Competidores en la Industria: Poco atractivo debido a la fuerte competencia dentro de los participantes de la industria y la posibilidad de integración hacia atrás.

4.1.6. Atractivo, Oportunidades y Amenazas:

- Proveedores Cemento Asfáltico:

Atractivo: Posee un bajo atractivo debido a su bajo poder de mercado. Existe un alto riesgo en la entrada de nuevos participantes o productos sustitutos.

Oportunidades: Al ser un producto altamente demandado, existen grandes volúmenes de producción para satisfacer la demanda, esto genera estabilidad y bajos niveles de variabilidad en la producción.

Amenazas: Debido a que la industria se comporta con una estructura de mercado de competencia perfecta, los costos de producción son muy similares al precio de venta, y el poder de negociación es 0. Además existe un alto riesgo en la aparición de nuevos participantes y de productos sustitutos.

- Productores Mezcla Asfáltica:

Atractivo: La industria posee un nivel de atractivo medio, al poseer un poder de mercado de 0,27 indica que tiene muy poca influencia sobre el precio del producto.

Oportunidades: Existe una creciente demanda de mezcla asfáltica a través de iniciativas del gobierno para realizar nuevos proyectos de urbanización en la región metropolitana.

Amenazas: Las barreras de ingreso son bastantes bajas, existe un alto grado de contestabilidad, además del hormigón como sustituto de pavimento.



4.1.7. Conclusión Análisis Externo

A través del análisis anterior se puede concluir que la Industria de Productores de Mezcla Asfáltica es una industria muy poco atractiva, esto se debe principalmente a la alta contestabilidad existente, a la cercanía de productos sustitutos y al bajo poder de negociación que se posee con los clientes.

Fue posible identificar las oportunidades existentes dentro de esta industria. Estas apuntan principalmente al aumento de la demanda debido a las iniciativas del gobierno para la pavimentación y repavimentación de caminos dentro de la región metropolitana. Esto genera una estabilidad sostenida en los niveles de producción, evitando aumentar costos debido a la variabilidad.

Dado que esta es una industria que compite por costos, la única manera de lograr ser competitivo es reduciendo estos. Se pudo ver anteriormente que la materia prima en la producción de mezcla asfáltica corresponde al 90% del total de los costos de producción, por lo tanto una buena estrategia para lograr el objetivo de reducir costos es disminuyendo los costos en la materia prima.

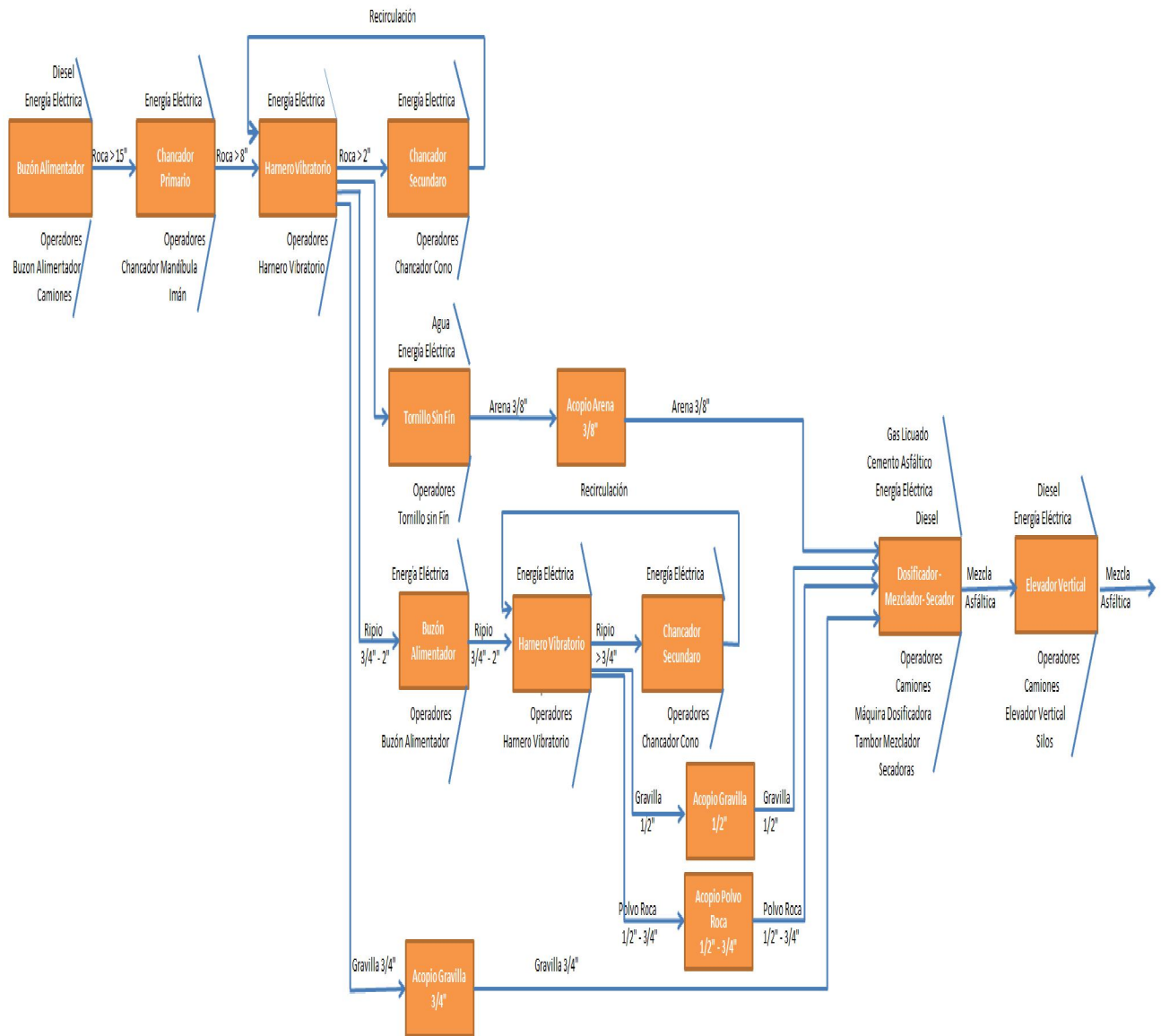
Pavimentos Quilín, al no producir cemento asfáltico y tener que negociarlo con los proveedores, se hace muy difícil la reducción de costos de producción debido a este material, por lo que se buscará una estrategia en base a la segunda materia prima en la producción de mezcla asfáltica, los áridos.

Es por esto entonces que se establece la estrategia de utilizar hormigón reciclado como materia prima para la producción de mezcla asfáltica. Sustituyendo una granulometría específica dentro de la producción, podrá traducirse en la reducción de los costos de producción de Pavimentos Quilín, logrando ser más competitivos dentro de la industria.

4.2. Análisis Interno

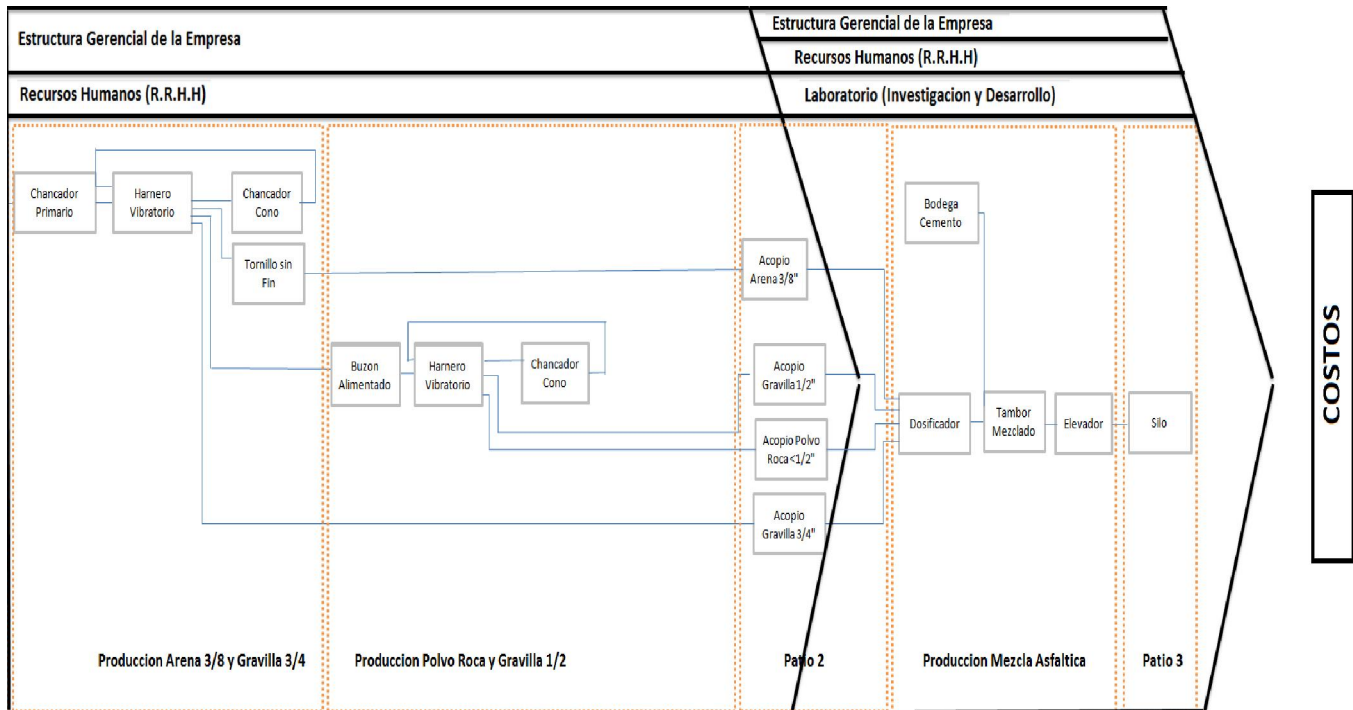
A continuación se presentará el Flow-Sheet Operacional de Pavimentos Quilín en la producción de Mezcla Asfáltica. A partir de esto, se realizará un análisis interno de la empresa, utilizando la cadena de valor y analizando las fortalezas existentes, oportunidades, debilidades y amenazas.

4.2.1. Flow-Sheet Operacional Pavimentos Quilín:



4.2.2. Cadena de Valor:

A continuación se presenta la cadena de valor de Pavimentos Quilín tanto para el procesamiento de áridos como para la producción de mezcla asfáltica. En ambos casos se puede ver que se trata de procesos que van orientados netamente a costos.



Actividades Primarias:

- Producción Arena $\frac{3}{8}$ " y Gravilla $\frac{3}{4}$ "
- Producción Polvo Roca y Gravilla
- Patio 2
- Producción Mezcla Asfáltica
- Patio 3

Actividades Secundarias:

- Estructura Gerencial de la Empresa
- Recursos Humanos
- Laboratorio

Función Objetivo:

- Disminución Costos



Descripción de las Actividades:

Producción Arena $3/8''$ y Gravilla $3/4''$: Esta actividad consiste en el chancado de la roca y su posterior separación mediante un harnero vibratorio para obtener estas dos granulometrías. Además la arena atraviesa un circuito de agua para su lavado.

Producción Polvo Roca y Gravilla $1/2''$: Luego de pasar por el primer circuito de chancado, estos atraviesan por un segundo circuito donde se vuelven a chancar y a clasificar por medio de un harnero vibratorio hasta alcanzar la granulometría necesaria.

Patio 2: Es el área donde se depositan los áridos ya chancados en distintos acopios.

Producción Mezcla Asfáltica: Se juntan 4 granulometrías distintas en un dosificador (que le da las proporciones antes mencionadas) y luego estas se introducen a un mezclador y secador, donde se les inyecta cemento asfáltico para transformarlo en mezcla asfáltica. Estos luego se envían mediante un elevador a silos.

Patio 3: Este es el lugar donde se almacena la mezcla asfáltica.

4.2.3. Fortalezas y Debilidades

- Fortalezas:

Debido a que la empresa no posee fortalezas relevantes para el análisis, se busca mediante la realización del proyecto crearlas. Pavimentos Quilín busca ser capaz de producir mezcla asfáltica a un menor costo con lo que podrá ser más competitivo en la industria. El buen desarrollo de este proyecto permitirá la obtención de fortalezas que antes esta empresa no poseía.

- Debilidades:

Entre las debilidades que se pueden encontrar, hay dos que son de extrema relevancia. En primer lugar, Pavimentos Quilín no cuenta con un área de producción de cemento asfáltico, que es la materia prima principal y cercano al 90% del costo total de producción. A diferencia de sus competidores como es el caso de Bitumix, Pavimentos Quilín debe negociar en el mercado por esta materia prima. Esto genera un aumento en los costos de producción con respecto a su competencia.

Otra debilidad que se puede mencionar, es la ausencia de un departamento encargado de las ventas y el marketing de mezcla asfáltica. Es necesario la creación de este para poder tener un crecimiento de mayor orden y sostenido en el tiempo, con la presencia de profesionales y especialistas en esta área.

4.2.4. Diagnóstico:

Actualmente Pavimentos Quilín está produciendo Mezcla Asfáltica mediante la combinación de áridos de distinta granulometría como se mencionaba anteriormente y cemento asfáltico. Según la competencia existente en la industria, el tema de disminución de costos de producción es crítica, es por esto que para ser más competitivos es esencial la disminución de estos.

Debido a que la empresa no tiene incidencia alguna sobre el precio del cemento asfáltico, una de las maneras para disminuir los costos de producción es encontrar alternativas para los áridos utilizados como materia prima dentro del proceso productivo.

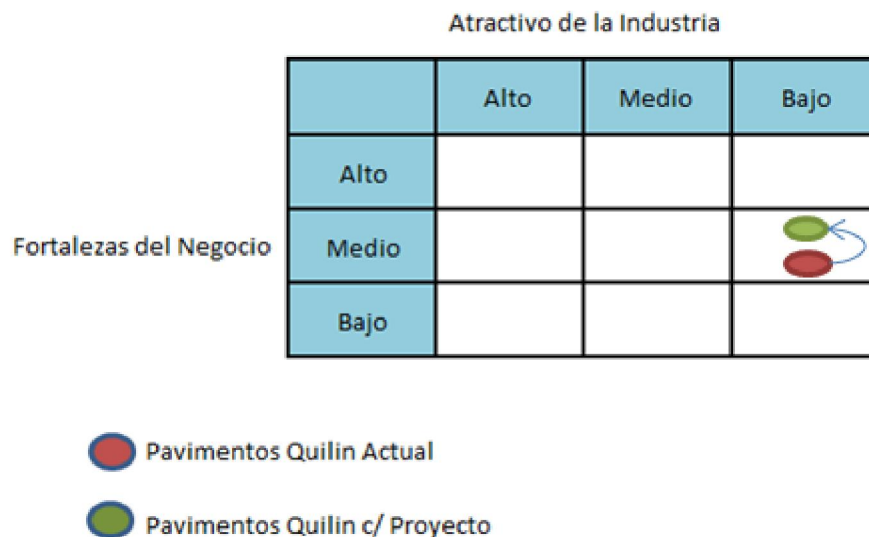
Para lograr esto, se utilizará hormigón reciclado chancado para su uso como árido para la mezcla asfáltica, reemplazando en las mismas proporciones a las utilizadas por la Gravilla ½" y Polvo Roca.

4.2.5. Matriz Atractivo de la Industria – Fortalezas del Negocio

Como se vio en el análisis externo, Pavimentos Quilín se encuentra en una industria con un atractivo muy bajo. Debido a que esta es una industria que compite por costos, el posicionamiento vertical en la matriz se puede clasificar por los costos de producción de distintas empresas en la competencia.

Bitumix es una de las principales empresas dentro de este rubro y una de las mayores ventajas que posee frente al resto es que posee un área de producción de cemento asfáltico, que como se vio, representa casi un 90% del costo total de producción. Esto permite entonces que Bitumix alcance costos de producción mucho menor que Pavimentos Quilín, teniendo un costo por m³ de mezcla asfáltica de aproximadamente \$44.800. También se puede observar que empresas de menor tamaño no poseen las economías necesarias para obtener materia prima a menor valor, por lo que sus costos de producción son más altos. Dentro de estas se puede mencionar a Asfaltos Lobos de la que se estima posee un costo de producción aproximadamente de \$55.300 / m³ de mezcla asfáltica.

Pavimentos Quilín posee un costo de producción de mezcla asfáltica de \$50.788 / m³, por lo que se establece la siguiente matriz de Atractivo de la Industria / Fortalezas del Negocio:



Para poder aumentar las Fortalezas del Negocio se debe crear un plan de acción que permita a Pavimentos Quilín reducir costos de producción para así poder ser más competitivos en la industria.

4.3. Definición de Programas Generales de Acción:

4.3.1. Fortalecer el negocio: Estrategias de Operación.

Para poder fortalecer el negocio, Pavimentos Quilín necesita ser más eficiente que las demás empresas. La estrategia que se utilizará es el uso de hormigón reciclado para reemplazarlo por Polvo Roca y Gravilla $\frac{1}{2}$ " dentro de la producción de mezcla asfáltica.

Para lograr esto, deberá adquirir un Chancador Móvil, y además utilizar una planta de chancado secundario ubicado en la misma empresa en Peñalolén.

Debido a que al fresar hormigón de las calles, éste debe ser trasladado a botaderos, se utilizará ese costo de traslado para llevarlos a las plantas de Pavimentos Quilín. El Chancador Móvil permitirá un mayor asentamiento del hormigón haciendo que este utilice un menor espacio reduciendo así los costos de transporte.

Una vez que llega a Pavimentos Quilín, este hormigón se introducirá a una planta de chancado secundario, donde un harnero vibratorio clasificará el tamaño de Hormigón Chancado menor a $\frac{1}{2}$ ". El hormigón que no cumpla con estas características, pasará a un chancador de cono para luego ser reingresado en el circuito hasta obtener la granulometría necesaria.

Para la Producción de Mezcla Asfáltica, se utilizará Arena $\frac{3}{8}$ ", Gravilla $\frac{3}{4}$ " y Hormigón Chancado menor a $\frac{1}{2}$ ", además del cemento asfáltico. Esta mezcla se producirá de la misma manera que se viene haciendo en la actualidad.

La mayor preocupación del proyecto es no poder contar con la cantidad necesaria de hormigón para su incorporación en la mezcla asfáltica (aproximadamente 4.150 m^3), pero aun así, de no tener la cantidad suficiente, se incorporará Polvo Roca y Gravilla $\frac{1}{2}$ " del árido original hasta completar los requerimientos. Estos áridos seguirán siendo producidos y acopiados teniendo un stock suficiente para poder satisfacer la demanda de mezcla asfáltica.

5. El Proyecto

A través del análisis estratégico se ha logrado ver que Pavimentos Quilín pertenece a una industria que compite por costos, por lo que la estrategia a utilizar está enfocada a la disminución de los costos operacionales en la producción de mezcla asfáltica. Esto con el fin de mejorar las estrategias del negocio y reposicionarse en la matriz de Fortalezas del Negocio / Atractivo de la Industria.

El proyecto para la empresa consiste en la utilización de una nueva materia prima para el proceso productivo de la mezcla asfáltica. En la actualidad se pudo observar que la mezcla asfáltica era producida con áridos de distintas granulometrías y en distintas proporciones como se observa a continuación en su mezcla más significativa:

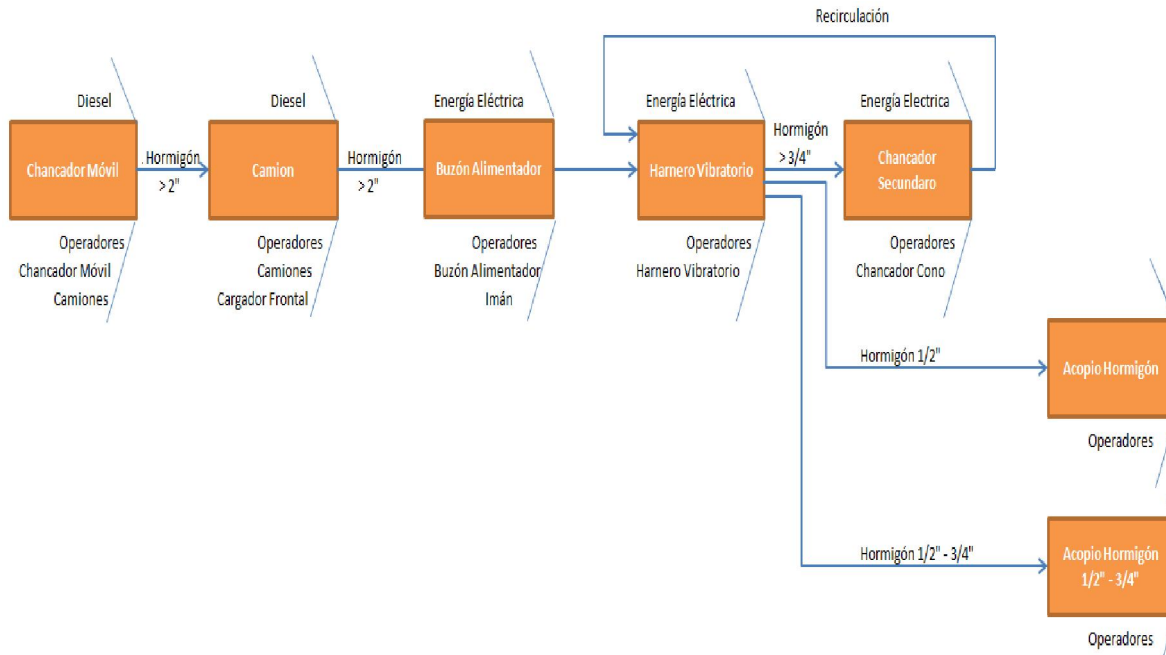
Composición	3/4 pesado
Arena (3/8")	4%
Gravilla (3/4")	27%
Gravilla (1/2")	31%
Polvo roca (3/8"-1/2")	33%
Cemento Asfáltico	5%

La propuesta es utilizar hormigón reciclado chancado y utilizarlo en reemplazo, o bien, complementando dos de las granulometrías utilizadas actualmente: Gravilla 1/2" y Polvo Roca 3/8" – 1/2". De esta forma se pretende disminuir costos variables de producción logrando hacer que la empresa sea más competitiva dentro de la industria. Este hormigón se puede obtener del fresado de calles que realiza Pavimentos Quilín, o bien, recolectándolo de demoliciones donde estos están destinados a botadero.

Luego de su recolección, el hormigón será chancado y enviado a las instalaciones de Pavimentos Quilín ubicada en la comuna de Peñalolén, para su procesamiento e inclusión en el proceso de producción de mezcla asfáltica.

A continuación se presenta el Flow-Sheet Operacional del Proyecto

5.1. Flow-Sheet Proyecto:



Descripción de Procesos:

Chancador Móvil: Se recolecta el Hormigón y se introduce en un chancador móvil que se lleva a terreno, así se disminuye el esponjamiento del material, lo que se traduce en disminución de costos de traslado.

Camiones: Luego de su chancado, el hormigón se transporta a las instalaciones de Pavimentos Quilín para su posterior inserción en el circuito de chancado secundario.

Buzón Alimentador: Se ingresa el hormigón menor a 2'' el cual se movilizara a través de correas transportadoras hacia un harnero vibratorio.

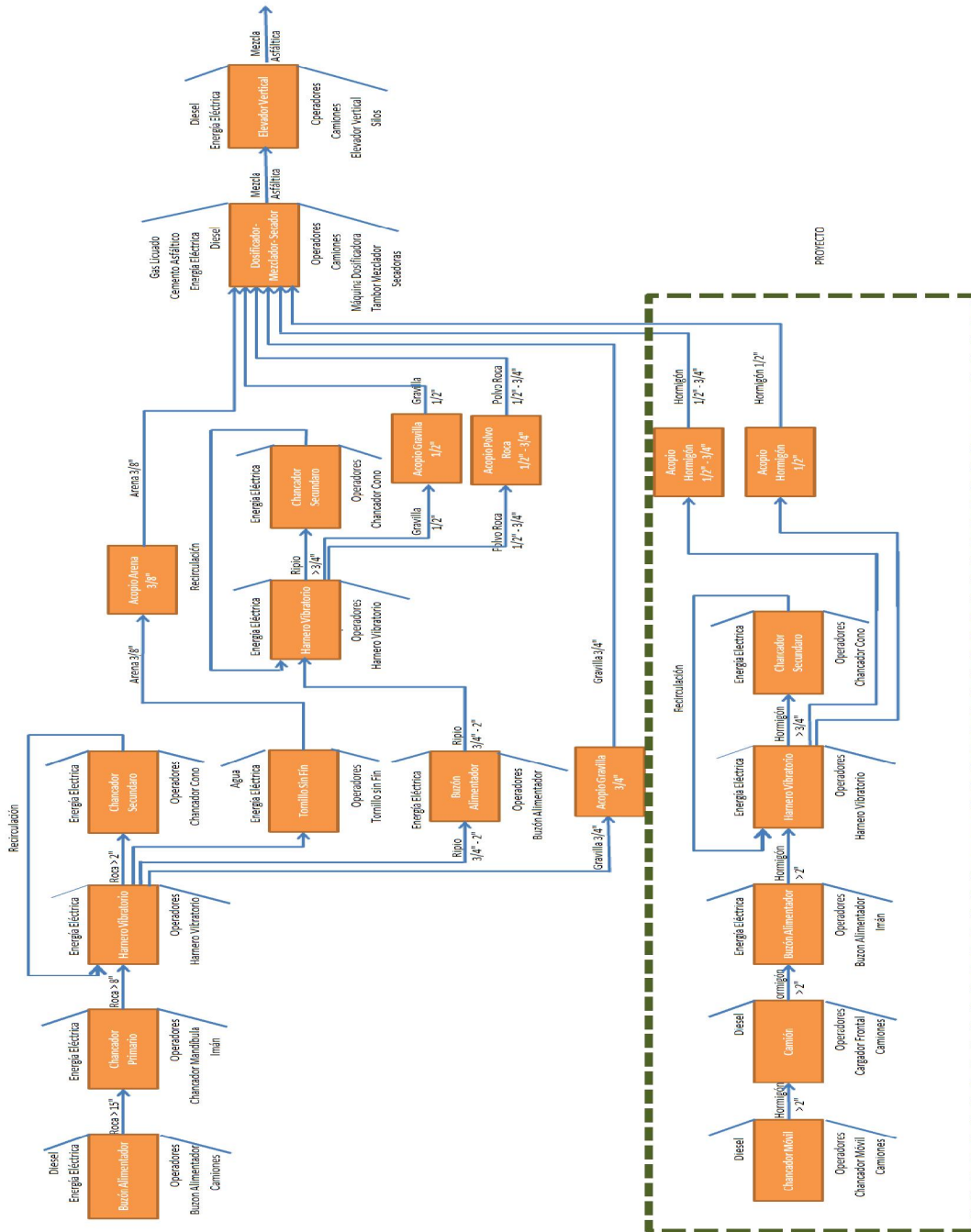
Harnero Vibratorio: Harnero vibratorio con dos tamices separadores para clasificar granulometrías del hormigón: 1/2'' y 1/2'' - 3/4''.

Chancador de Cono: De existir hormigón mayor a 3/4'', este pasara por un chancador de cono que disminuye su diámetro y lo reingresa a la etapa anterior.

Acopio Hormigón: Finalmente el hormigón chancado en dimensiones adecuadas se deposita en acopios para su posterior utilización en la mezcla asfáltica.

5.2. Nuevo Flow-Sheet Producción Mezcla Asfáltica:

Una vez incorporado el proyecto, el nuevo Flow-Sheet Operacional de Pavimentos Quilín para la producción de mezcla asfáltica será el siguiente:



6. Evaluación Económica del Proyecto

6.1. Modelo de Costos Variables

6.1.1. Variables

Para poder construir el modelo de costos variables, fue necesario determinar cuáles son los factores que influyen en la producción de mezcla asfáltica, para así poder determinar los costos asociados a cada uno de ellos.

Materia Prima: Existen 2 materias primas esenciales para la producción de mezcla asfáltica. Una de ellas es el árido, mientras que el otro es el cemento asfáltico, siendo éste segundo el más importante, ya que su costo representa casi un 70% del precio de venta de la mezcla asfáltica.

Recursos: Dentro de las máquinas utilizadas en cada facility, las más relevantes son las que se mencionan a continuación, junto con sus respectivos consumos:

Recurso	Cantidad	Consumo Kw*h/ Recurso	Consumo Kw*h Total
Planta de Procesamiento de Áridos			
Buzón Alimentador	3	14,92	44,76
Chancador de Mandíbula	1	111,9	111,9
Imán	2	4,48	8,96
Harnero Vibratorio	3	29,84	89,52
Chancador de Cono	3	186,5	559,5
Tornillo sin Fin	1	82,09	82,09
Camiones	4	-	-
Planta de Producción de Mezcla Asfáltica			
Dosificador	1	29,84	29,84
Tambor Mezclador y Secador	1	149,2	149,2
Silo	12	22,38	268,56
Camiones	4	-	-

Mano de Obra: La mano de obra considerada en este modelo es la que tiene directa incidencia en la producción de Mezcla Asfáltica, esta consiste en un personal de 20 personas, de las cuales 12 pertenecen actualmente a la línea de producción, y 8 nuevos trabajadores para el proyecto.

Insumos: Los insumos más relevantes corresponden al agua utilizada, energía eléctrica, gas licuado y diesel. Estos se utilizarán en la planta de procesamiento de áridos, en la planta de producción de mezcla asfáltica y en el nuevo proyecto.

Producción: Dentro de este ítem, se puede incluir la cantidad producida de acuerdo a la demanda, mantenciones, etc.

Otras Variables: Otra variable muy importante que se tomó en consideración, es la distancia y la cantidad de hormigón recolectado para el proyecto. Si bien se ha obtenido esta nueva materia prima de distintos lugares de Santiago, la distancia a la cual se encuentran de la planta de procesamiento de áridos incide fuertemente en los costos de producción.

En consideración de estas variables, se han realizado variaciones para luego utilizarla en las simulaciones. Las más significativas se describen a continuación:

6.1.2. Variabilidad

En consideración a las variables descritas anteriormente se han realizado variaciones para su uso en simulaciones. Se ha utilizado el complemento CrystalBall de Excel para poder determinar la distribución de probabilidades de las variables en el análisis. Estas se describen a continuación:

- **Producción Mezcla Asfáltica:** La producción de mezcla asfáltica en la actualidad es de 7200 m³ mensuales. A través de la producción histórica de Pavimentos Quilín y el uso de CrystalBall, se determina que la producción posee una distribución Beta.

- **Precio de Venta:** Actualmente el precio de venta de un m³ de mezcla asfáltica es de \$64.800, este precio está fuertemente ligado al precio del petróleo, por lo que a medida que este suba, el precio de la mezcla asfáltica subirá también. El precio de venta se comporta como una distribución Beta.
- **Precio Cemento Asfáltico:** El precio del cemento es de \$570 / kg y también varía fuertemente según varía el precio del petróleo. El precio del cemento asfáltico se comporta como una distribución Beta.
- **Precio Diesel:** El precio del diesel en la actualidad es de \$591 / l y éste se comporta como una distribución Gamma.
- **Precio Electricidad:** El precio de la energía eléctrica en Pavimentos Quilín tiene un costo de \$58 Kw/hora y representa una distribución Log-normal.
- **Hormigón Recolectado:** La cantidad de hormigón recolectado de obras y de fresado tiene un promedio de 4.300 m³ mensuales y se comporta como una distribución Log-normal.
- **Distancia de Recolección:** El hormigón recolectado por Pavimentos Quilín se encuentra en promedio a una distancia de 5,2 Km de la planta de procesamiento de áridos en Peñalolén. La distancia de recolección se comporta como una distribución Beta

En el **Anexo 3** se encuentran los parámetros de las distribuciones anteriores además de los histogramas asociados a cada una de las variables.

6.1.3. Simulación

Una vez construido el modelo de costos variables, se pudo comenzar a realizar simulaciones agregando toda la variabilidad antes mencionada. El resultado de esta simulación muestra que la producción de un m³ de mezcla asfáltica tiene en la actualidad un costo variable medio de \$50.788 y que mediante la implementación del proyecto, este costo se reduce a \$48.908 / m³. Esta disminución representa un 3,7% de reducción en costos variables.

Esto se debe a que la producción de un m³ de hormigón chancado puesto en los acopios de Pavimentos Quilín tiene un costo de \$1.502 a diferencia del árido usado que tiene un costo de producción de \$3.642 el m³.

6.2. Costos Fijos

A continuación se detallará los costos fijos que posee Pavimentos Quilín en lo que respecta a la producción y colocación de mezcla asfáltica:

COSTOS FIJOS	
Personal Directivo Administrativo	\$ 12.160.000
Insumos Laboratorio	\$ 800.000
Herramientas	\$ 1.235.000
Otros	\$ 630.000
TOTAL	\$ 14.825.000

6.3. Inversión

La inversión necesaria para este proyecto es de \$130.000.0000. Esta inversión contempla la compra de un chancador móvil para su uso en terreno, además de equipos necesarios para la recolección del hormigón como cargadores frontales.

6.4. Momentos Mensuales

Para el cálculo de los momentos mensuales, se necesitaron los siguientes datos: Ingresos, Costos Fijos y Costos Variables. Para esto se realizaron simulaciones con la variabilidad correspondiente a los datos entregados anteriormente. Estos momentos mensuales corresponden al periodo de 5 años, periodo en el cual, este proyecto es evaluado.

A continuación se presenta los 4 primeros meses de la evaluación de Momentos Mensuales.

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Precio Venta	\$ 64.245	\$ 55.722	\$ 50.502	\$ 48.194
M ³ Mezcla	7071	6633	5975	7175
Venta Aridos	\$ 18.219.059	\$ 20.512.293	\$ 21.946.920	\$ 21.160.527
Ingreso Ventas	\$ 472.494.679	\$ 390.135.725	\$ 323.697.845	\$ 366.933.085
Total Ingresos	\$ 472.494.679	\$ 390.135.725	\$ 323.697.845	\$ 366.933.085
Personal Adm.	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000
Gastos Adm.	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000
Total Costos Fijos	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000
Facility 1				
Buzon + Chancador	\$ 58.242.306	\$ 57.329.195	\$ 58.069.337	\$ 55.557.891
Facility 2				
Harnero Vibr.	\$ 752.455	\$ 715.083	\$ 737.850	\$ 713.426
Facility 3				
Chancador Cono+Tornillo	\$ 4.028.397	\$ 3.692.045	\$ 3.896.952	\$ 3.677.138
Facility 4				
Buzon	\$ 667.894	\$ 649.208	\$ 660.592	\$ 648.380
Facility 5				
Harnero Vibr.	\$ 752.455	\$ 715.083	\$ 737.850	\$ 713.426
Facility 6				
Chancador Cono	\$ 2.762.276	\$ 2.575.414	\$ 2.689.251	\$ 2.567.132
Facility 7				
Camion+Dosif+ Sec	\$ 137.810.413	\$ 274.833.679	\$ 160.701.591	\$ 254.507.372
Facility 8				
Elevador	\$ 656.877	\$ 619.141	\$ 642.130	\$ 617.469
Facility 9				
Chancador Mandibula Mov.	\$ 4.436.061	\$ 7.562.026	\$ 2.344.915	\$ 6.363.886
Facility 10				
Buzon Alimentador	\$ 691.641	\$ 686.393	\$ 689.530	\$ 686.803
Facility 11				
Harnero Vibr. 3	\$ 483.266	\$ 469.269	\$ 477.635	\$ 470.365
Facility 12				
Chancador Cono 3	\$ 955.403	\$ 923.911	\$ 942.735	\$ 926.376
Total Costos Variables	\$ 212.239.445	\$ 350.770.446	\$ 232.590.370	\$ 327.449.665
Ingresos - Egresos	\$ 245.430.234	\$ 24.540.279	\$ 76.282.475	\$ 24.658.420
Ingresos - Egresos Acumulados	\$ 245.430.234	\$ 269.970.513	\$ 346.252.988	\$ 370.911.408

6.5. Análisis Económico Pavimentos Quilín Actual:

6.5.1. Datos Financieros

Los datos relevantes para el cálculo del análisis económico:

β_E	1,14
R_F	2,75%
R_M	11,66%
R_D	7,19%
IMP	20%

- El β_E se calculó usando los datos de empresas que transan en la bolsa como lo son Salfa y Besalco. Con esto se obtuvo un beta desapalancando estas empresas, luego promediándolos para obtener el beta de la industria. Finalmente al beta de la industria se apalancó con los datos de Pavimentos Quilín, obteniendo así el beta de la empresa.

Beta del Activo de la Industria

$\text{Beta}_{\text{Asset}}$ 0,9815

- El retorno del mercado R_M se obtuvo a través de las variaciones del IGPA, debido a que este indicador muestra las variaciones de todas las empresas y no simplemente las más representativas.
- La tasa libre de riesgo R_F se obtuvo a través de los bonos BCU a 5 años del Banco Central.
- La tasa de la deuda R_D de Pavimentos Quilín se obtuvo a través de las cotizaciones que realiza la empresa hacia bancos.
- El Impuesto a la renta de 20% según lo establecido para el año 2011 en Chile.

Con una Deuda a largo plazo y Patrimonio de:

D	\$	242.540.916
E	\$	882.288.376

Se puede calcular ahora el CAPM y WACC:

K_e	12,92%
WACC	11,37%



6.5.2. Supuestos:

Relación Activos Circulantes/ Ventas: Se mantendrá esta relación del 19%

Relación Pasivos Circulantes/Ventas: Se mantendrá esta relación del 13%

Depreciación: Se posee una depreciación lineal del 10% del valor del equipo

6.5.3. Pago de la Deuda

El pago de la deuda actual se amortizará a 5 años con la tasa de la deuda mencionada anteriormente de la siguiente manera:

Año	Deuda / Capital	Cuota	Intereses	Amortización
0	242.540.916			
1	200.524.892	59.454.716	17.438.692	42.016.024
2	155.487.916	59.454.716	14.417.740	45.036.977
3	107.212.781	59.454.716	11.179.581	48.275.135
4	55.466.663	59.454.716	7.708.599	51.746.117
5	0	59.454.716	3.988.053	55.466.663

6.5.4. Balance y Estado de Resultado Actual:

Con los supuestos anteriormente mencionados, se realizó el Balance y Estado de Resultado actual evaluado a 5 años:

BALANCE						
Año	0	1	2	3	4	5
CAJA E INSTRUMENTOS	31.371.436	442.401.959	540.497.794	890.861.750	1.216.762.453	1.176.211.858
ACTIVOS CIRCULANTES	985.240.953	923.545.106	982.355.190	859.134.532	873.476.199	846.804.748
ACTIVOS FUJOS						
ACTIVOS FUJOS AL COSTO	872.144.798	872.144.798	872.144.798	872.144.798	872.144.798	872.144.798
(DEPRECIACIÓN ACUMULADA)	(47.353.111)	(52.088.422)	(57.297.264)	(63.026.990)	(69.329.689)	(76.262.658)
ACTIVOS FUJOS NETOS	824.791.688	867.409.487	914.289.067	965.856.604	1.022.580.896	1.084.977.616
TOTAL ACTIVOS	1.841.404.077	2.233.356.553	2.437.142.050	2.715.852.886	3.112.819.548	3.107.994.223
PASIVOS CIRCULANTES	716.574.785	671.702.829	714.475.942	624.856.427	635.287.254	615.888.863
DEUDA	242.540.916	308.004.638	238.828.200	164.677.977	85.196.353	0
ACCIONES	-	-	-	-	-	-
UTILIDADES RETENIDAS (ACUMULADAS)	882.288.376	1.253.649.086	1.483.837.908	1.926.318.482	2.392.335.941	2.492.105.361
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	1.841.404.077	2.233.356.553	2.437.142.050	2.715.852.886	3.112.819.548	3.107.994.223

ESTADO DE RESULTADO						
Año	0	1	2	3	4	5
Ventas	5.313.531.558	4.980.797.893	5.297.968.263	4.633.423.360	4.710.769.821	4.566.927.246
Costo de Venta	(4.389.207.834)	(4.112.228.965)	(4.584.225.610)	(3.696.510.686)	(3.739.542.950)	(4.061.886.479)
GA&V	(349.890.580)	(327.736.501)	(348.606.312)	(304.879.257)	(309.968.654)	(300.503.813)
Intereses Deuda	(17.438.692)	(26.785.692)	(22.145.533)	(17.171.748)	(11.840.347)	(6.125.618)
Intereses Ganados	34.811	2.242.575	2.042.484	1.266.039	2.433.643	2.563.096
Depreciación	(47.353.111)	(52.088.422)	(57.297.264)	(63.026.990)	(69.329.689)	(76.262.658)
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	509.676.152	464.200.888	287.736.027	553.100.717	582.521.825	124.711.774
Impuestos	(101.935.230)	(92.840.178)	(57.547.205)	(110.620.143)	(116.504.365)	(24.942.355)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	407.740.921	371.360.710	230.188.822	442.480.574	466.017.460	99.769.419
Dividendos						
UTILIDADES RETENIDAS	407.740.921	371.360.710	230.188.822	442.480.574	466.017.460	99.769.419

FCF						
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS		371.360.710	230.188.822	442.480.574	466.017.460	99.769.419
Depreciación		52.088.422	57.297.264	63.026.990	69.329.689	76.262.658
Amortización		(64.536.279)	(69.176.437)	(74.150.223)	(79.481.624)	(85.196.353)
Intereses Ganados despues de impuestos		(1.794.060)	(1.633.987)	(1.012.831)	(1.946.915)	(2.050.477)
Intereses Deuda despues de Impuestos		21.428.554	17.716.427	13.737.398	9.472.277	4.900.494
Variación Capital de Trabajo		(251.842.277)	(267.879.248)	(234.278.105)	(238.188.946)	(230.915.886)
CAPEX						
Flujo de Caja		378.547.347	234.392.088	444.081.908	463.390.888	93.685.742
Valor Perpetuidad						
Flujo de Caja		378.547.347	234.392.088	444.081.908	463.390.888	93.685.742

Valor Actual 1.184.902.094

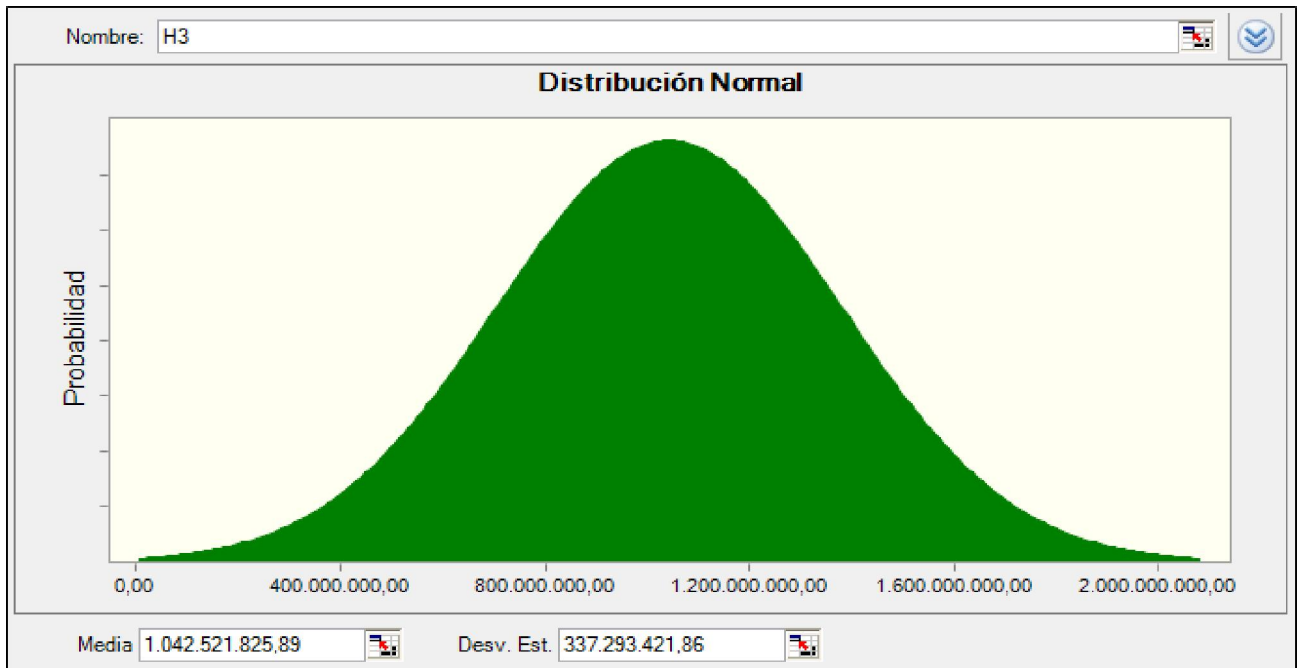
Valor Firma 1.216.273.530

Luego de realizar 2000 iteraciones con los supuestos antes mencionados, se obtiene un Valor Firma de \$1.042.521.826.

VALOR FIRMA SIN PROYECTO 1.042.521.826

6.5.5. Análisis Valor Firma Actual:

Luego de realizar 2000 iteraciones del valor firma, se utilizó el complemento de Excel de CrystalBall para analizar los datos y obtener la siguiente distribución de probabilidades:



Distribución normal con parámetros:

Promedio	\$ 1.042.521.826
Desv. Estandar	\$ 337.293.422

6.5.6. Cálculo de Ratios:

Algunos ratios relevantes para la empresa según su estructura de capital actual.

Leverage: Pasivos/Patrimonio = 1,09

Test Acido: Pasivos Circulante + Existencias /Pasivos Circulantes = 1,42

6.6. Análisis Económico Pavimentos Quilín con Inversión:

6.6.1. Datos Financieros

Los datos relevantes para el cálculo del análisis económico:

β_E	1,396
R_F	2,75%
R_M	11,7%
R_D	7,19%
IMP	20,0%

- El β_E se calculó utilizando el beta de la industria y agregando la nueva deuda de la empresa junto con su patrimonio.
- El retorno del mercado R_M se obtuvo a través de las variaciones del IGPA, debido a que este indicador muestra las variaciones de todas las empresas y no simplemente las más representativas.
- La tasa libre de riesgo R_F se obtuvo a través de los bonos BCU a 5 años del Banco Central.
- La tasa de la deuda R_D de Pavimentos Quilín se obtuvo a través de las cotizaciones a bancos.
- El Impuesto a la renta de 20% según lo establecido para el año 2011 en Chile.

Agregando la nueva deuda de inversión (\$130.000.000) y con el Patrimonio de Pavimentos Quilín:

D	\$	485.081.833
E	\$	882.288.376

Se puede calcular ahora el CAPM y WACC:

K_e	15,19%
WACC	11,84%



Pavimentos Quilín, al adquirir una nueva deuda de \$130.000.000, aumenta su riesgo, por lo que los inversionistas deberán exigir un mayor retorno como lo expresa el CAPM.

Además se ve que al adquirir deuda, el valor de la empresa disminuye, debido a que aumenta el WACC.

6.6.2. Pago de la Deuda

El pago de la deuda actual más la nueva inversión de \$130.000.000 se amortizará a 5 años con la tasa de la deuda mencionada anteriormente de la siguiente manera:

Año	Deuda / Capital	Cuota	Intereses	Amortización
0	372.540.916			
1	308.004.638	91.321.971	26.785.692	64.536.279
2	238.828.200	91.321.971	22.145.533	69.176.437
3	164.677.977	91.321.971	17.171.748	74.150.223
4	85.196.353	91.321.971	11.840.347	79.481.624
5	0	91.321.971	6.125.618	85.196.353
	Deuda adquirida hoy		\$ 372.540.916	

Se mantienen los mismos supuestos mencionados anteriormente.

6.6.3. Balance y Estado de Resultado con Inversión pero sin Proyecto:

BALANCE						
Año	0	1	2	3	4	5
CAJA E INSTRUMENTOS	31.371.436	405.792.988	666.738.518	1.055.585.615	1.536.384.576	1.561.616.097
ACTIVOS CIRCULANTES	985.240.953	837.986.509	1.001.040.570	910.025.799	913.480.149	829.493.987
ACTIVOS FIJOS						
ACTIVOS FIJOS AL COSTO	872.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798
(DEPRECIACIÓN ACUMULADA)	(47.353.111)	(52.088.422)	(57.297.264)	(63.026.990)	(69.329.689)	(76.262.658)
ACTIVOS FIJOS NETOS	824.791.688	950.056.376	996.935.956	1.048.503.494	1.105.227.785	1.167.624.506
TOTAL ACTIVOS	1.841.404.077	2.193.835.873	2.664.715.044	3.014.114.908	3.555.092.510	3.558.734.589
PASIVOS CIRCULANTES	716.574.785	609.475.276	728.065.990	661.870.113	664.382.493	603.298.587
DEUDA	242.540.916	308.004.638	238.828.200	164.677.977	85.196.353	0
ACCIONES	-					
UTILIDADES RETENIDAS (ACUMULADAS)	882.288.376	1.276.355.959	1.697.820.853	2.187.566.818	2.805.513.664	2.955.436.002
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	1.841.404.077	2.193.835.873	2.664.715.044	3.014.114.908	3.555.092.510	3.558.734.589

ESTADO DE RESULTADO						
Año	0	1	2	3	4	5
Ventas	5.313.531.558	4.519.369.342	5.398.740.925	4.907.886.526	4.926.516.279	4.473.568.075
Costo de Venta	(4.389.207.834)	(3.652.778.822)	(4.439.397.230)	(3.894.884.455)	(3.751.441.517)	(3.912.814.805)
GA&V	(349.890.580)	(297.374.503)	(355.237.153)	(322.938.933)	(324.164.771)	(294.360.779)
Intereses Deuda	(17.438.692)	(26.785.692)	(22.145.533)	(17.171.748)	(11.840.347)	(6.125.618)
Intereses Ganados	34.811	2.242.575	2.167.372	2.318.057	2.693.603	3.398.708
Depreciación	(47.353.111)	(52.088.422)	(57.297.264)	(63.026.990)	(69.329.689)	(76.262.658)
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	509.676.152	492.584.479	526.831.117	612.182.456	772.433.558	187.402.923
Impuestos	(101.935.230)	(98.516.896)	(105.366.223)	(122.436.491)	(154.486.712)	(37.480.585)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	407.740.921	394.067.583	421.464.894	489.745.965	617.946.846	149.922.338
Dividendos						
UTILIDADES RETENIDAS	407.740.921	394.067.583	421.464.894	489.745.965	617.946.846	149.922.338

FCF						
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS		394.067.583	421.464.894	489.745.965	617.946.846	149.922.338
Depreciación		52.088.422	57.297.264	63.026.990	69.329.689	76.262.658
Amortización		(64.536.279)	(69.176.437)	(74.150.223)	(79.481.624)	(85.196.353)
Intereses Ganados despues de impuestos		(1.794.060)	(1.733.897)	(1.854.446)	(2.154.882)	(2.718.966)
Intereses Deuda despues de Impuestos		21.428.554	17.716.427	13.737.398	9.472.277	4.900.494
Vanación Capital de Trabajo		(228.511.233)	(272.974.579)	(248.155.686)	(249.097.656)	(226.195.400)
CAPEX		(130.000.000)				
Flujo de Caja		401.254.219	425.568.250	490.505.685	615.112.307	143.170.172
Valor Perpetuidad						
Flujo de Caja		401.254.219	425.568.250	490.505.685	615.112.307	143.170.172

Valor Actual 1.513.996.593

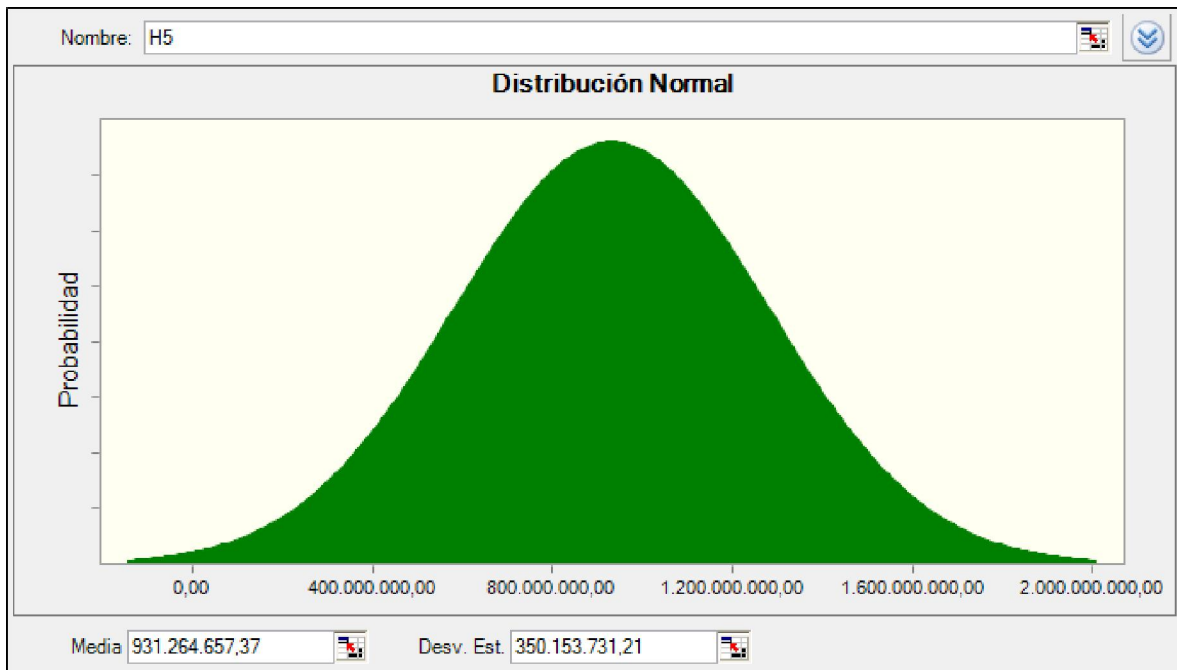
Valor Firma 1.415.368.029

Luego de 2000 iteraciones se obtiene un valor firma con inversión pero sin proyecto de:

VALOR FIRMA s/proyecto y c/inversion \$ 931.264.657

6.6.4. Análisis Valor Firma con Inversión y sin Proyecto

Luego de realizar 2000 iteraciones se utilizó el complemento de Excel de CrystalBall para analizar los datos y obtener la siguiente distribución de probabilidades del Valor Firma con Inversión y sin Proyecto:



Con los siguientes parámetros:

Promedio	\$	931.264.657
Desv. Estandar	\$	350.153.731

6.6.5. Cálculo de Ratios:

Algunos ratios interesantes de mencionar si es que no se llega a efectuar el proyecto, pero aun así, se genera la deuda por la inversión de este (\$130.000.000)

Leverage: Pasivos/Patrimonio = 1,23

Test Acido: Pasivos Circulante + Existencias /Pasivos Circulantes = 1,6

6.7. Análisis Económico Pavimentos Quilín con Proyecto:

6.7.1. Datos Financieros:

Los datos relevantes para el cálculo del análisis económico:

β_E	1,396
R_F	2,75%
R_M	11,7%
R_D	7,19%
IMP	20,0%

- El β_E se calculó utilizando el beta de la industria y agregando la nueva deuda de la empresa junto con su patrimonio.
- El retorno del mercado R_M se obtuvo a través de las variaciones del IGPA, debido a que este indicador muestra las variaciones de todas las empresas y no simplemente las más representativas.
- La tasa libre de riesgo R_F se obtuvo a través de los bonos BCU a 5 años del Banco Central.
- La tasa de la deuda R_D de Pavimentos Quilín se obtuvo a través de las cotizaciones a bancos.
- El Impuesto a la renta de 20% según lo establecido para el año 2011 en Chile.

Agregando la nueva deuda de inversión (\$130.000.000) y con el Patrimonio de Pavimentos Quilín:

D	\$	485.081.833
E	\$	882.288.376

Se puede calcular ahora el CAPM y WACC:

K_e	15,19%
WACC	11,84%



Pavimentos Quilín, al adquirir una nueva deuda de \$130.000.000, aumenta su riesgo, por lo que los inversionistas deberán exigir un mayor retorno como lo expresa el CAPM.

Además se puede observar que al adquirir una deuda, el valor de la empresa disminuye, debido a que aumenta el WACC.

6.7.2. Pago de la Deuda

El pago de la deuda actual más la nueva inversión de \$130.000.000 se amortizará a 5 años con la tasa de la deuda mencionada anteriormente de la siguiente manera:

Año	Deuda / Capital	Cuota	Intereses	Amortización
0	372.540.916			
1	308.004.638	91.321.971	26.785.692	64.536.279
2	238.828.200	91.321.971	22.145.533	69.176.437
3	164.677.977	91.321.971	17.171.748	74.150.223
4	85.196.353	91.321.971	11.840.347	79.481.624
5	0	91.321.971	6.125.618	85.196.353
	Deuda adquirida hoy		\$ 372.540.916	

Se mantienen los mismos supuestos mencionados anteriormente.

6.7.3. Balance y Estado de Resultados con Proyecto

Con los nuevos datos, se realizó el Balance y Estado de Resultados, además de los Flujos de Caja correspondientes a 5 años.

BALANCE						
Año	0	1	2	3	4	5
CAJA E INSTRUMENTOS	31.371.436	456.035.599	880.666.542	1.236.723.626	1.323.488.133	1.899.301.735
ACTIVOS CIRCULANTES	985.240.953	886.692.212	907.589.550	917.797.165	836.840.284	940.105.370
ACTIVOS FIJOS						
ACTIVOS FIJOS AL COSTO	872.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798	1.002.144.798
(DEPRECIACIÓN ACUMULADA)	(47.353.111)	(65.088.422)	(84.597.264)	(106.056.990)	(129.662.689)	(155.628.958)
ACTIVOS FIJOS NETOS	824.791.688	937.056.376	982.635.956	1.045.773.494	1.128.224.785	1.231.921.206
TOTAL ACTIVOS	1.841.404.077	2.279.784.188	2.770.892.048	3.200.294.284	3.288.553.202	4.071.328.311
PASIVOS CIRCULANTES	716.574.785	644.899.381	660.098.206	667.522.299	608.641.616	683.747.260
DEUDA	372.540.916	308.004.638	238.828.200	164.677.977	85.196.353	0
ACCIONES						
UTILIDADES RETENIDAS (ACUMULADAS)	882.288.376	1.326.880.170	1.871.965.641	2.368.094.009	2.594.715.233	3.387.581.050
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	1.971.404.077	2.279.784.188	2.770.892.048	3.200.294.284	3.288.553.202	4.071.328.311

ESTADO DE RESULTADO						
Año	0	1	2	3	4	5
Ventas	5.313.531.558	4.782.045.483	4.894.747.522	4.949.798.506	4.513.187.604	5.070.109.532
Costo de Venta	(4.389.207.834)	(3.822.015.610)	(3.787.018.752)	(3.883.710.538)	(3.794.168.999)	(3.584.905.893)
GA&V	(349.890.580)	(314.658.593)	(322.074.387)	(325.696.742)	(296.967.744)	(333.613.207)
Intereses Deuda	(17.438.692)	(26.785.692)	(22.145.533)	(17.171.748)	(11.840.347)	(6.125.618)
Intereses Ganados	34.811	2.242.575.068	2.445.254.863	2.997.970.095	2.728.706.020	1.246.416.734
Depreciación	(47.353.111)	(65.088.422)	(84.597.264)	(106.056.990)	(129.662.689)	(155.628.958)
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	509.676.152	555.739.742	681.356.840	620.160.459	283.276.530	991.082.271
Impuestos	(101.935.230)	(111.147.948)	(136.271.368)	(124.032.092)	(56.655.306)	(198.216.454)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	407.740.921	444.591.793	545.085.472	496.128.367	226.621.224	792.865.817
Dividendos						
UTILIDADES RETENIDAS	407.740.921	444.591.793	545.085.472	496.128.367	226.621.224	792.865.817

FCF						
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS		444.591.793	545.085.472	496.128.367	226.621.224	792.865.817
Depreciación		65.088.422	84.597.264	106.056.990	129.662.689	155.628.958
Amortización		(64.536.279)	(69.176.437)	(74.150.223)	(79.481.624)	(85.196.353)
Intereses Ganados despues de impuestos		(1.794.060)	(1.956.204)	(2.398.376)	(2.182.965)	(997.133)
Intereses Deuda despues de Impuestos		21.428.554	17.716.427	13.737.398	9.472.277	4.900.494
Variación Capital de Trabajo		(241.792.831)	(247.491.344)	(250.274.867)	(228.198.668)	(256.358.109)
CAPEX		(130.000.000)				
Flujo de Caja		464.778.430	576.266.521	539.374.157	284.091.602	867.201.783
Valor Perpetuidad						
FCF		464.778.430	576.266.521	539.374.157	284.091.602	867.201.783

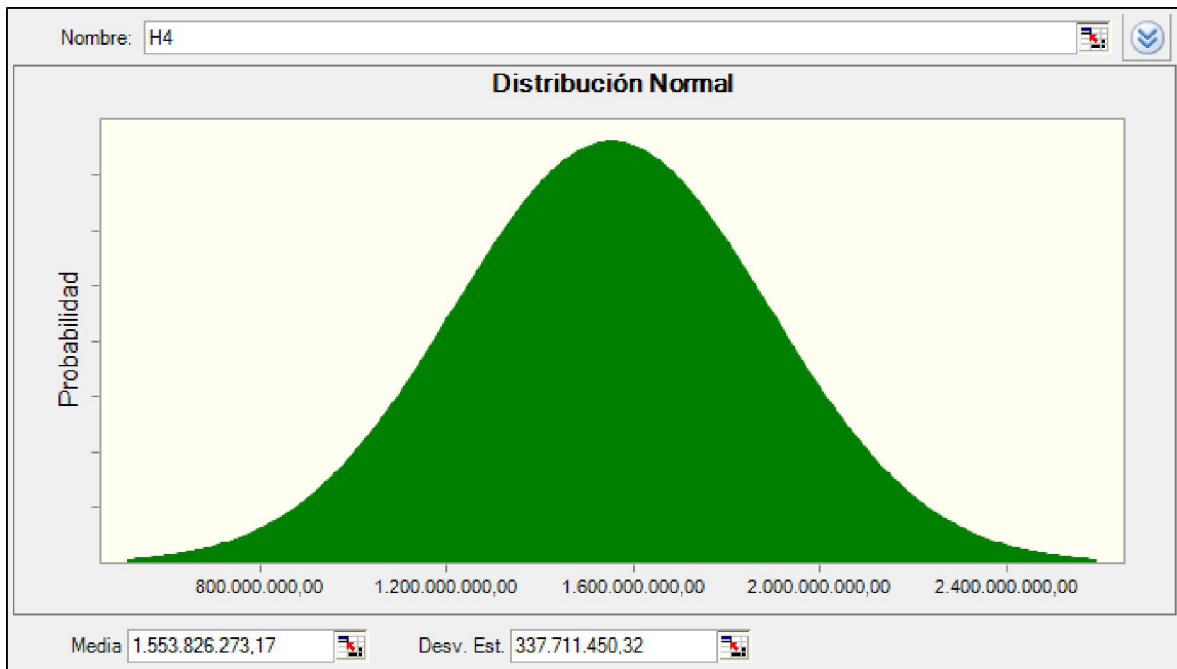
Valor Actual	1.924.185.159
VAN	1.924.185.159
VALOR FIRMA	1.825.556.596

Luego de 2000 iteraciones, se obtuvo un Valor Firma de \$1.553.989.913

VALOR FIRMA CON PROYECTO	1.553.989.913
---------------------------------	----------------------

6.7.4. Análisis Valor Firma con Proyecto:

Luego de realizar 2000 iteraciones se utilizó el complemento de Excel de CrystalBall para analizar los datos y obtener la siguiente distribución de probabilidades del Valores Firmas con Proyecto:



Con los siguientes parámetros:

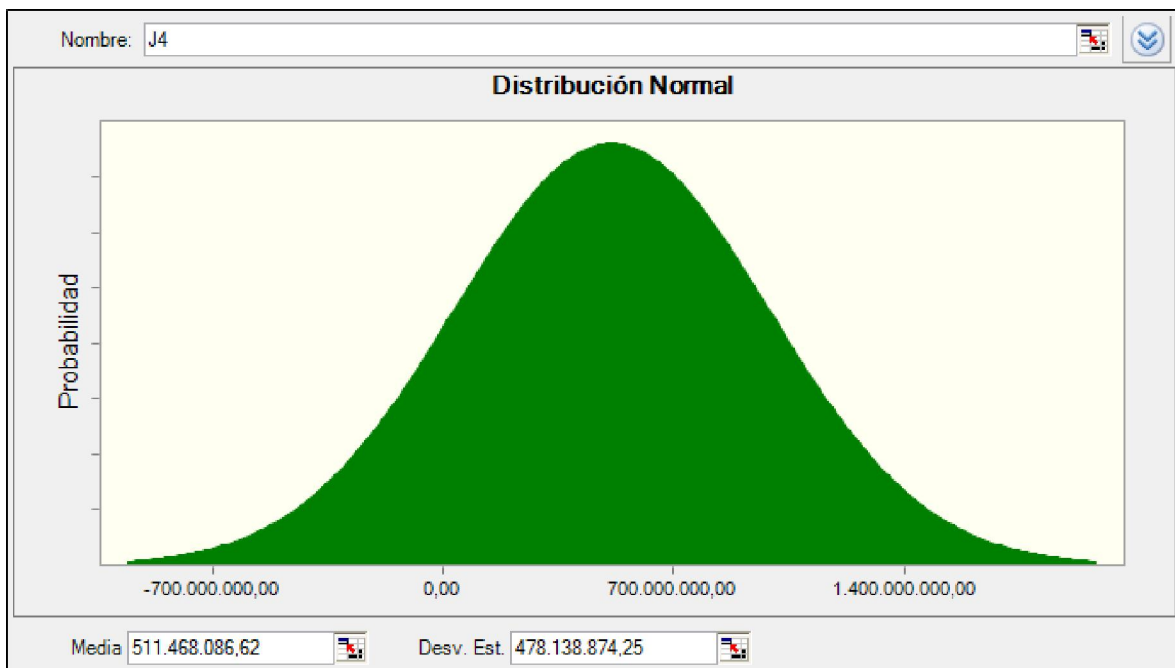
Promedio	\$ 1.553.989.913
Desv. Estandar	\$ 338.190.765

6.8. Aporte del Proyecto a Pavimentos Quilín:

VALOR FIRMA SIN PROYECTO	1.042.521.826
VALOR FIRMA CON PROYECTO	1.553.989.913
APORTE PROYECTO	511.468.087

Con los datos obtenidos anteriormente, se puede decir que el Proyecto de Reciclado de Hormigón para Mezcla Asfáltica genera en un plazo de 5 años un aumento en el Valor Firma de \$511.468.087

Viendo luego de 2000 iteraciones como se comportará el aporte del proyecto a Pavimentos Quilín, se utilizó CrystalBall para ver la distribución de probabilidades del aporte obteniendo lo siguiente:



Con los siguientes parámetros:

Promedio	\$ 511.468.087
Desv.Est	\$ 478.138.874



6.9. Conclusión Análisis Evaluación Económica:

Una vez realizado el análisis financiero de la puesta en marcha del proyecto, se puede observar que es conveniente y recomendable realizarlo. Se pudo ver que una reducción del 3,7% en costos de producción de mezcla asfáltica genera grandes beneficios para la empresa, esto principalmente por la utilización de hormigón reciclado como árido (ripio) para la mezcla.

El valor firma de la empresa si se realiza el proyecto ascendería a \$1.553.989.913, es decir, un aumento del valor firma de la empresa de \$511.468.087 en 5 años. Además del beneficio que esto conlleva, es necesario recalcar el impacto ambiental que el proyecto tiene, disminuyendo la cantidad de hormigón enviado a botadero.

Utilizando la distribución de probabilidades obtenidas del aporte del proyecto a la empresa y utilizando el cálculo de probabilidades asociados a la distribución normal, se puede observar que existe un 85,77% de probabilidades de que el aporte del proyecto sea mayor o igual a 0.

Por lo tanto es altamente recomendable realizar el proyecto.

7. Conclusión

El trabajo realizado en esta tesis ha permitido observar el comportamiento de la industria de la producción de mezcla asfáltica y de Pavimentos Quilín. Una vez analizados estos se ha podido concluir que la industria a la que pertenece es una industria muy poco atractiva, que posee márgenes muy pequeños. Esto obliga día a día a las empresas a buscar formas de minimizar costos de producción, para que así, se pueda ser cada vez más competitivos y obtener mayores márgenes.

Se pudo observar también que dentro de esta industria los costos de materia prima representan un porcentaje muy alto dentro de los costos de producción, por lo que buscar una estrategia que permitiese encontrar sustitutos para estas materias primas es la opción más lógica para lograr lo antes mencionado.

En la actualidad el proyecto de recolección de hormigón para su uso como árido en la producción de mezcla asfáltica es una muy buena solución para esto, ya que el hormigón se ve como un desecho y se obtiene un beneficio económico retirándolo de las obras. Este es el panorama de hoy en día, el cual es muy probable que más adelante, cuando las demás empresas tomen en consideración esta alternativa, los encargados de las obras de demolición comiencen a cobrar por este material en vez de pagar por recolectarlo.

Desde el punto de vista de la evaluación del proyecto, se pudo observar que a través de una inversión de \$130.000.000 es posible generar un real aporte hacia Pavimentos Quilín, teniendo un 85,77% de probabilidades de que el proyecto entregue un VAN positivo, obteniendo un aumento del valor firma de \$511.468.087.

Por lo tanto, luego de haber realizado el análisis estratégico y la evaluación misma del proyecto, se puede concluir que es altamente recomendado su realización. Resulta ser un gran aporte a la empresa reduciendo sus costos operacionales y haciendo a Pavimentos Quilín más competitivo dentro de la industria.



8. Bibliografía

- Spiegel Murray R, Probabilidades y Estadísticas, 2da Edición, 1991
- Robert S. Pindyck, Microeconomía, 5ta Edición, 2001
- Render & Heizer, Dirección de la Producción, 6ta Edición, 1996
- Hitt Ireland y Hoshisson, Administración Estratégica, 5ta Edición, 2004
- David Besanko, Economics of Strategy, 4ta Edición, 2007
- Memoria Anual Asfalchile 2011

9. Anexos

9.1. Anexo 1: Mapa Pavimentos Quilín Peñalolén



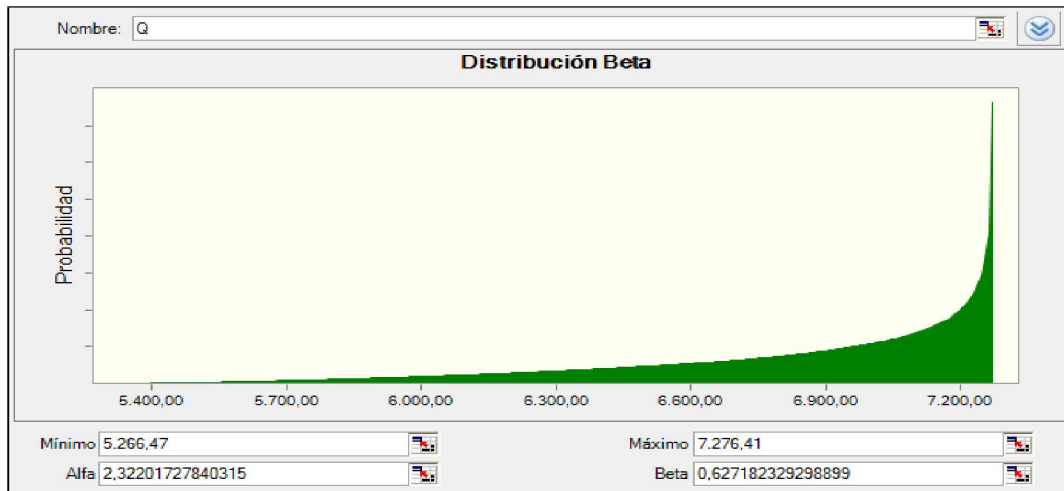
9.2. Anexo 2: Variables Aleatorias para Simulación

Se presenta una muestra de las variables aleatorias para su posterior uso en las simulaciones.

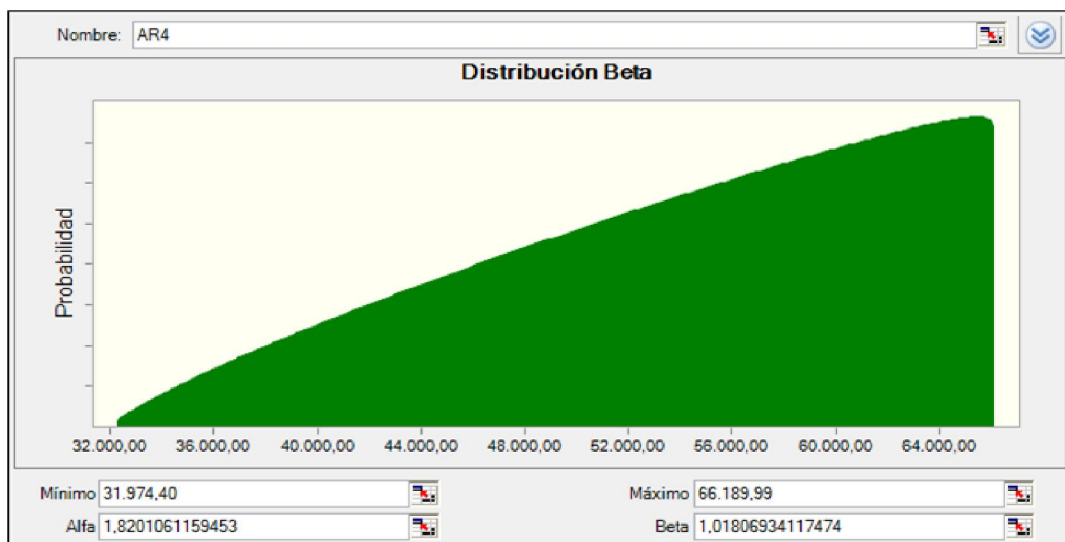
Aleatorios						
Cemento	Diesel	Produccion	Precio Venta	Electricidad	Dist. Hormigon	Cantidad Hormigon
Beta	Gamma	Beta	Beta	Log-Normal	Beta	Log-Normal
306553	394	7101	56510	58	5	2954
425474	473	6659	55980	20	4	5508
369932	518	7031	50092	52	4	6878
442116	416	6583	43746	36	7	6201
340061	504	7164	43334	37	6	5755
277306	327	6855	62815	47	3	6509
519523	431	6819	63789	47	2	3126
363367	496	6786	56628	32	5	4279
522428	431	6068	57434	54	7	5089

9.3. Anexo 3: Distribuciones de las Variables para Simulación

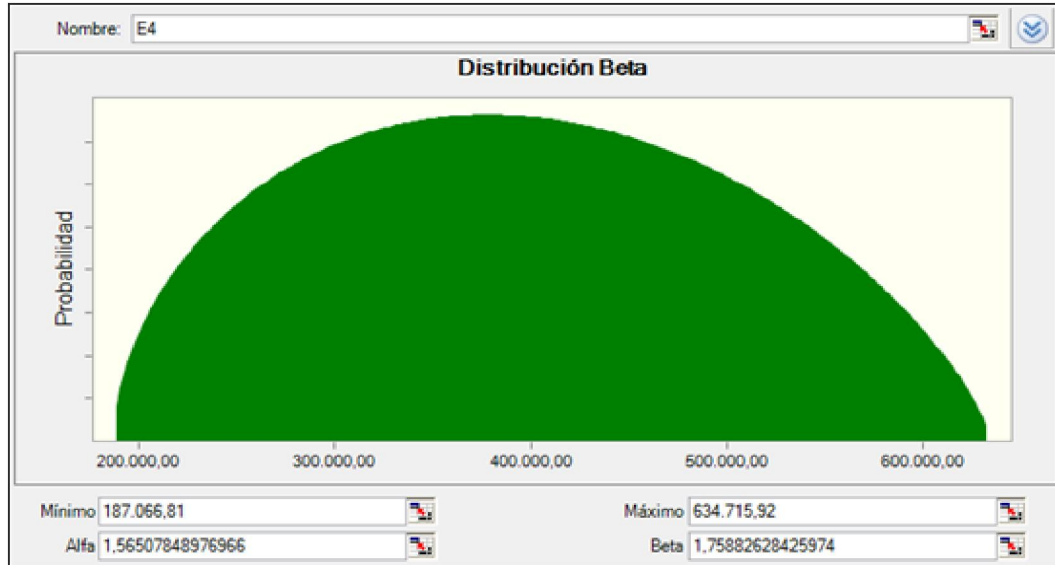
- Nivel de Producción de Mezcla Asfáltica:



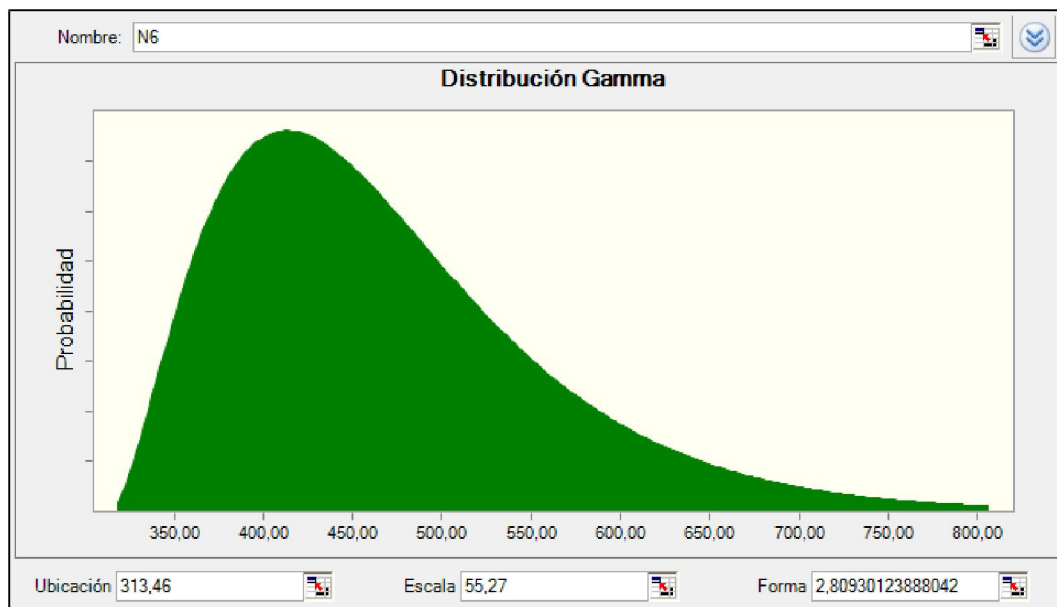
- Precio de Venta de la Mezcla Asfáltica:



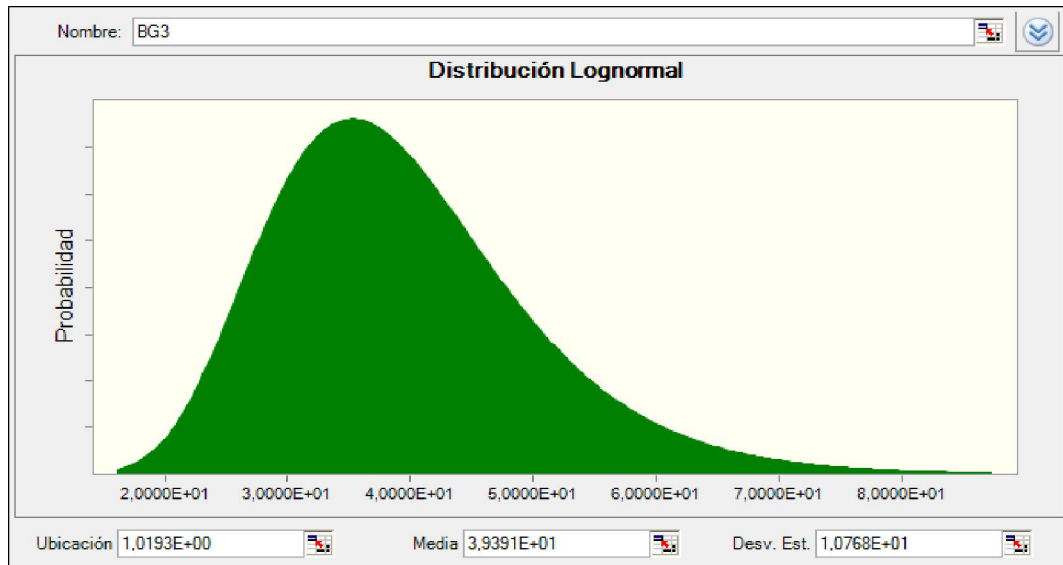
- Precio del Cemento Asfáltico:



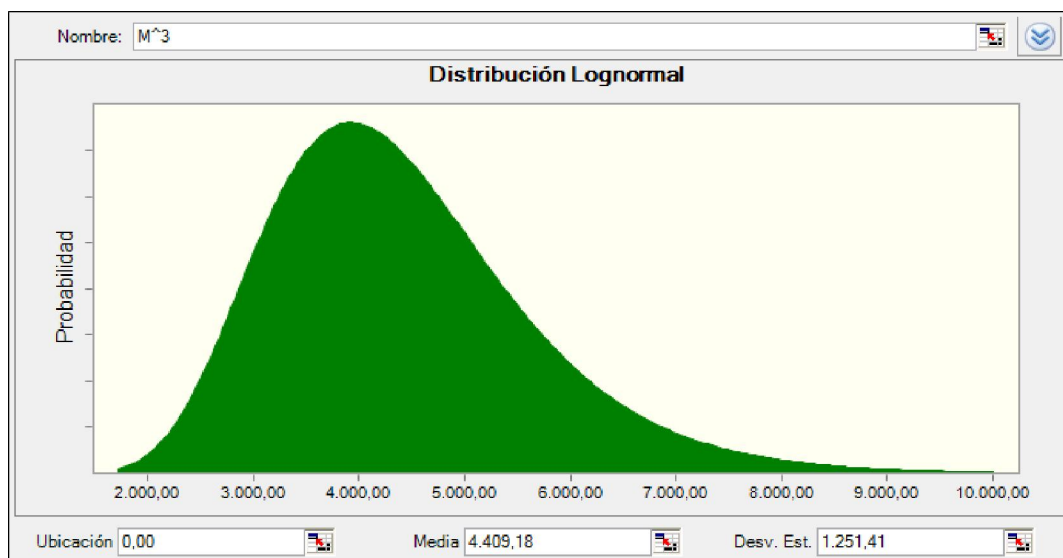
- Precio del Diesel:



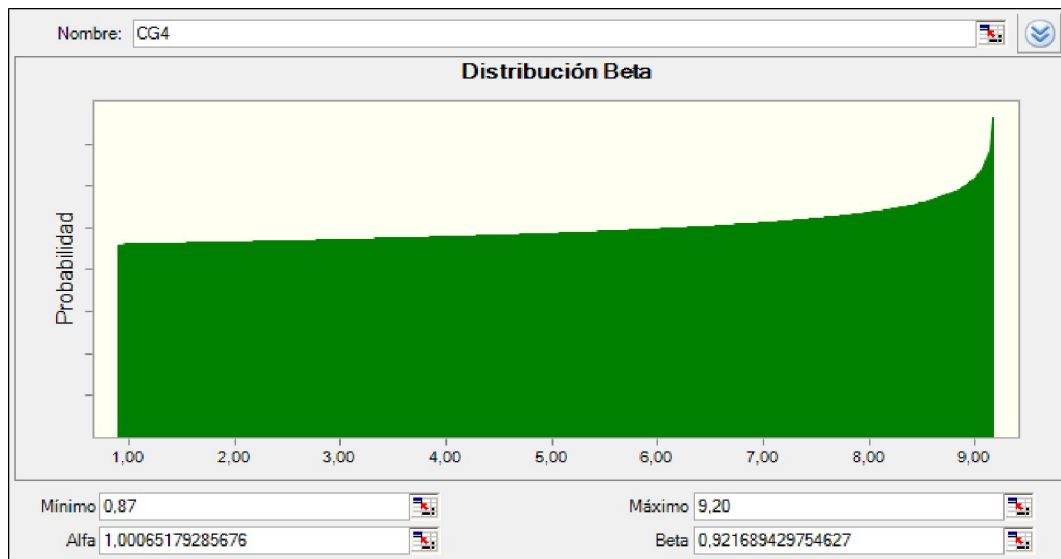
- Precio de la Electricidad:



- Cantidad de m³ de Hormigón Recolectado:



- Distancia de Recolección del Hormigón:



9.4. Anexo 4: Momentos Mensuales

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
Precio Venta	\$ 64.245	\$ 55.722	\$ 50.502	\$ 48.154	\$ 56.908	\$ 61.594	\$ 43.385	\$ 49.884	\$ 55.430	\$ 61.437	\$ 59.215	\$ 53.383	\$ 62.974	\$ 52.747	\$ 60.395
M³ Mezcla	7072	6633	9975	7175	7058	7179	6946	6502	7199	7068	7144	6506	7144	6664	7127
Venta Avdo.	\$ 45.119.059	\$ 20.512.291	\$ 21.946.920	\$ 21.189.527	\$ 19.807.064	\$ 19.931.106	\$ 21.135.519	\$ 21.908.373	\$ 20.786.523	\$ 20.786.154	\$ 20.918.594	\$ 19.725.647	\$ 21.650.742	\$ 21.591.717	\$ 16.288.390
Ingreso Ventas	\$ 472.484.679	\$ 590.135.725	\$ 323.697.845	\$ 366.933.065	\$ 421.464.421	\$ 462.102.611	\$ 328.922.072	\$ 346.111.401	\$ 419.842.462	\$ 455.932.861	\$ 443.694.151	\$ 356.350.168	\$ 471.543.352	\$ 373.038.602	\$ 448.142.188
Total Ingresos	\$ 472.484.679	\$ 590.135.725	\$ 323.697.845	\$ 366.933.065	\$ 421.464.421	\$ 462.102.611	\$ 328.922.072	\$ 346.111.401	\$ 419.842.462	\$ 455.932.861	\$ 443.694.151	\$ 356.350.168	\$ 471.543.352	\$ 373.038.602	\$ 448.142.188
Personal Adm.	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000	\$ 14.125.000
Gastos Adm.	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000	\$ 700.000
Total Costos Fijos	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000	\$ 14.825.000
Facility 1															
Buzón + Chancador	\$ 58.442.366	\$ 57.128.185	\$ 58.069.537	\$ 55.557.891	\$ 57.456.268	\$ 58.184.261	\$ 58.377.910	\$ 56.794.855	\$ 58.051.516	\$ 55.134.145	\$ 56.044.137	\$ 55.287.654	\$ 59.680.792	\$ 57.661.455	\$ 53.617.410
Facility 2															
Hormeo Vitr.	\$ 752.455	\$ 715.083	\$ 797.850	\$ 719.426	\$ 727.899	\$ 701.047	\$ 790.500	\$ 790.343	\$ 795.863	\$ 793.593	\$ 796.866	\$ 798.822	\$ 646.976	\$ 666.265	\$ 698.116
Facility 3															
Chancador Cono+Formilo	\$ 4.028.397	\$ 3.692.045	\$ 3.896.952	\$ 3.677.138	\$ 3.807.387	\$ 3.565.721	\$ 4.200.796	\$ 4.099.366	\$ 3.879.087	\$ 3.597.829	\$ 3.887.551	\$ 3.635.702	\$ 3.079.084	\$ 3.276.864	\$ 3.539.344
Facility 4															
Buzón	\$ 667.894	\$ 649.208	\$ 660.592	\$ 648.380	\$ 655.616	\$ 642.190	\$ 671.616	\$ 671.888	\$ 699.598	\$ 648.418	\$ 660.070	\$ 646.078	\$ 615.155	\$ 625.889	\$ 640.725
Facility 5															
Hormeo Vitr.	\$ 752.455	\$ 715.083	\$ 797.850	\$ 719.426	\$ 727.899	\$ 701.047	\$ 790.500	\$ 790.343	\$ 795.863	\$ 793.593	\$ 796.866	\$ 798.822	\$ 646.976	\$ 666.265	\$ 698.116
Facility 6															
Chancador Cono	\$ 2.782.276	\$ 2.575.414	\$ 2.689.251	\$ 2.587.132	\$ 2.618.463	\$ 2.505.234	\$ 2.802.488	\$ 2.801.714	\$ 2.678.315	\$ 2.517.516	\$ 2.684.028	\$ 2.544.112	\$ 2.294.880	\$ 2.344.434	\$ 2.480.580
Facility 7															
Camión+Pasil+Sec	\$ 137.820.413	\$ 274.833.079	\$ 180.701.591	\$ 254.917.372	\$ 239.130.068	\$ 240.070.651	\$ 281.077.767	\$ 295.383.240	\$ 286.157.917	\$ 154.432.705	\$ 204.465.994	\$ 291.985.983	\$ 135.829.442	\$ 331.123.064	\$ 120.802.189
Facility 8															
Elevador	\$ 658.877	\$ 615.141	\$ 642.130	\$ 617.469	\$ 622.082	\$ 604.989	\$ 664.999	\$ 664.841	\$ 640.123	\$ 607.449	\$ 641.073	\$ 612.820	\$ 590.372	\$ 571.888	\$ 602.009
Facility 9															
Chancador Mandibula Mov.	\$ 4.458.061	\$ 7.542.026	\$ 2.344.915	\$ 6.383.886	\$ 5.719.404	\$ 3.079.630	\$ 4.570.906	\$ 6.884.154	\$ 4.211.132	\$ 3.046.638	\$ 3.207.311	\$ 4.880.723	\$ 3.594.240	\$ 4.018.354	\$ 2.692.708
Facility 10															
Buzón Alimentador	\$ 691.841	\$ 688.393	\$ 689.530	\$ 688.803	\$ 688.251	\$ 683.996	\$ 692.781	\$ 693.535	\$ 688.248	\$ 683.404	\$ 690.249	\$ 686.105	\$ 676.830	\$ 675.253	\$ 683.318
Facility 11															
Hormeo Vitr. 3	\$ 483.266	\$ 469.269	\$ 477.625	\$ 470.345	\$ 474.332	\$ 462.079	\$ 468.306	\$ 468.334	\$ 476.883	\$ 466.633	\$ 479.552	\$ 468.714	\$ 443.770	\$ 450.231	\$ 466.404
Facility 12															
Chancador Cono 3	\$ 933.403	\$ 923.911	\$ 942.735	\$ 926.176	\$ 935.302	\$ 905.534	\$ 962.143	\$ 966.763	\$ 941.043	\$ 917.979	\$ 947.049	\$ 922.663	\$ 886.538	\$ 881.075	\$ 917.464
Total Costos Variables	\$ 282.239.445	\$ 350.778.446	\$ 232.990.370	\$ 327.446.665	\$ 313.794.038	\$ 312.711.138	\$ 346.928.122	\$ 325.978.365	\$ 338.836.970	\$ 273.446.883	\$ 275.300.628	\$ 361.667.879	\$ 282.784.995	\$ 402.991.028	\$ 187.250.382
Ingresos - Egresos	\$ 245.480.234	\$ 24.540.279	\$ 76.282.475	\$ 24.658.420	\$ 92.665.383	\$ 134.566.473	\$ 57.832.890	\$ 5.307.066	\$ 65.888.492	\$ 236.761.958	\$ 153.832.525	\$ 21.542.612	\$ 259.923.357	\$ 44.792.426	\$ 246.966.807
Ingresos - Egresos Acumulados	\$ 245.480.234	\$ 269.970.513	\$ 346.252.988	\$ 370.911.408	\$ 463.576.791	\$ 598.132.264	\$ 540.451.214	\$ 545.793.310	\$ 610.679.802	\$ 827.298.860	\$ 981.177.385	\$ 960.029.873	\$ 1.213.962.230	\$ 1.169.174.804	\$ 1.415.241.610



MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25	MES 26	MES 27	MES 28	MES 29	MES 30
\$ 57.689 \$	46.943 \$	64.437 \$	62.471 \$	42.639 \$	44.055 \$	60.551 \$	62.702 \$	49.881 \$	56.322 \$	64.305 \$	52.222 \$	50.004 \$	49.615 \$	64.004 \$
7021	6891	6936	6992	6670	7085	7101	7128	6556	7107	7192	7064	6304	6643	6600
\$ 21.687.967 \$	19.076.614 \$	21.806.604 \$	21.440.074 \$	21.611.487 \$	20.890.564 \$	21.648.886 \$	20.651.944 \$	20.549.209 \$	21.957.666 \$	21.635.621 \$	20.940.555 \$	21.300.354 \$	18.499.790 \$	21.723.153 \$
\$ 426.747.906 \$	342.536.003 \$	468.742.578 \$	458.226.742 \$	396.011.818 \$	333.005.475 \$	451.625.802 \$	467.577.262 \$	347.560.704 \$	422.251.777 \$	484.554.118 \$	389.830.527 \$	336.529.573 \$	348.100.595 \$	444.127.256 \$
\$ 426.747.906 \$	342.536.003 \$	468.742.578 \$	458.226.742 \$	396.011.818 \$	333.005.475 \$	451.625.802 \$	467.577.262 \$	347.560.704 \$	422.251.777 \$	484.554.118 \$	389.830.527 \$	336.529.573 \$	348.100.595 \$	444.127.256 \$
\$ 14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$
\$ 700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$
\$ 14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$
\$ 55.771.569 \$	51.755.066 \$	57.705.640 \$	57.788.440 \$	51.361.836 \$	58.099.073 \$	58.431.405 \$	58.082.707 \$	55.006.620 \$	54.181.333 \$	51.486.952 \$	58.397.387 \$	58.151.690 \$	57.165.952 \$	56.203.746 \$
\$ 715.075 \$	794.158 \$	688.580 \$	743.791 \$	677.155 \$	751.079 \$	754.405 \$	667.829 \$	700.492 \$	706.561 \$	725.948 \$	757.137 \$	757.706 \$	729.874 \$	694.106 \$
\$ 3.673.974 \$	3.863.726 \$	3.483.521 \$	3.549.880 \$	3.350.692 \$	4.016.014 \$	4.045.941 \$	3.266.798 \$	3.580.728 \$	3.615.349 \$	3.789.829 \$	4.070.536 \$	4.075.652 \$	3.825.188 \$	3.303.251 \$
\$ 648.204 \$	658.746 \$	635.957 \$	663.532 \$	630.244 \$	667.206 \$	668.869 \$	625.581 \$	641.913 \$	644.947 \$	654.640 \$	670.235 \$	670.520 \$	656.604 \$	638.720 \$
\$ 715.075 \$	794.158 \$	688.580 \$	743.791 \$	677.155 \$	751.079 \$	754.405 \$	667.829 \$	700.492 \$	706.561 \$	725.948 \$	757.137 \$	757.706 \$	729.874 \$	694.106 \$
\$ 2.565.375 \$	2.670.792 \$	2.442.900 \$	2.718.656 \$	2.385.773 \$	2.755.397 \$	2.772.023 \$	2.338.143 \$	2.502.460 \$	2.532.805 \$	2.628.788 \$	2.785.687 \$	2.788.529 \$	2.648.371 \$	2.470.528 \$
\$ 212.385.720 \$	298.734.908 \$	197.589.643 \$	339.459.790 \$	189.118.718 \$	275.026.164 \$	280.459.196 \$	174.386.234 \$	217.958.234 \$	209.810.693 \$	183.779.900 \$	307.785.504 \$	274.248.229 \$	214.991.811 \$	195.755.437 \$
\$ 617.114 \$	638.402 \$	592.381 \$	648.068 \$	580.844 \$	655.488 \$	658.845 \$	571.428 \$	604.409 \$	610.537 \$	630.112 \$	661.605 \$	662.178 \$	634.076 \$	597.950 \$
\$ 5.143.167 \$	5.284.339 \$	5.804.618 \$	4.817.097 \$	3.116.939 \$	6.276.014 \$	6.589.820 \$	3.664.126 \$	5.915.658 \$	4.916.795 \$	4.003.470 \$	5.597.694 \$	4.107.820 \$	3.152.678 \$	5.877.663 \$
\$ 686.664 \$	691.896 \$	682.282 \$	690.534 \$	682.407 \$	691.500 \$	691.846 \$	679.095 \$	684.975 \$	686.246 \$	690.638 \$	692.270 \$	692.470 \$	688.701 \$	683.576 \$
\$ 465.993 \$	483.946 \$	458.307 \$	480.314 \$	458.642 \$	482.890 \$	483.811 \$	449.811 \$	465.468 \$	468.879 \$	480.590 \$	484.941 \$	485.476 \$	475.426 \$	461.758 \$
\$ 925.540 \$	956.933 \$	899.246 \$	948.762 \$	899.999 \$	954.558 \$	956.631 \$	880.131 \$	915.405 \$	923.032 \$	948.384 \$	959.174 \$	960.377 \$	937.763 \$	907.010 \$
\$ 284.319.470 \$	368.207.070 \$	271.641.654 \$	413.652.535 \$	253.940.404 \$	351.126.462 \$	337.267.196 \$	246.280.073 \$	289.656.873 \$	279.803.737 \$	250.545.148 \$	383.590.308 \$	348.358.353 \$	286.635.258 \$	268.487.860 \$
\$ 127.803.436 \$	40.486.067 \$	182.075.923 \$	28.749.207 \$	37.246.414 \$	32.946.987 \$	96.533.606 \$	206.471.589 \$	43.078.911 \$	127.623.040 \$	219.183.970 \$	8.584.781 \$	26.653.780 \$	46.640.256 \$	160.814.395 \$
\$ 1.542.845.046 \$	1.502.348.890 \$	1.684.624.903 \$	1.714.374.110 \$	1.751.620.524 \$	1.718.674.537 \$	1.818.208.143 \$	2.024.679.732 \$	2.067.758.643 \$	2.195.381.682 \$	2.414.565.652 \$	2.405.980.871 \$	2.379.327.091 \$	2.425.967.388 \$	2.586.781.763 \$



MES 31	MES 32	MES 33	MES 34	MES 35	MES 36	MES 37	MES 38	MES 39	MES 40	MES 41	MES 42	MES 43	MES 44	MES 45
\$ 47.765 \$	\$ 57.812 \$	\$ 63.749 \$	\$ 60.000 \$	\$ 57.951 \$	\$ 52.313 \$	\$ 48.221 \$	\$ 50.194 \$	\$ 41.439 \$	\$ 50.603 \$	\$ 43.674 \$	\$ 50.946 \$	\$ 53.741 \$	\$ 54.132 \$	\$ 51.794
7130	7015	7038	7172	7067	6968	6252	7170	6779	6988	6954	6708	7075	7013	7209
\$ 21.952.561 \$	\$ 19.838.174 \$	\$ 20.156.350 \$	\$ 21.963.369 \$	\$ 21.692.335 \$	\$ 19.323.966 \$	\$ 18.830.975 \$	\$ 18.716.372 \$	\$ 21.869.726 \$	\$ 21.488.592 \$	\$ 21.532.204 \$	\$ 21.003.844 \$	\$ 20.848.439 \$	\$ 20.384.070 \$	\$ 19.092.253
\$ 362.533.602 \$	\$ 425.416.649 \$	\$ 468.890.370 \$	\$ 452.304.621 \$	\$ 431.217.911 \$	\$ 384.941.508 \$	\$ 322.230.433 \$	\$ 378.604.342 \$	\$ 302.769.548 \$	\$ 375.141.034 \$	\$ 328.254.965 \$	\$ 362.069.701 \$	\$ 401.073.226 \$	\$ 399.896.368 \$	\$ 392.009.564
\$ 362.533.602 \$	\$ 425.416.649 \$	\$ 468.890.370 \$	\$ 452.304.621 \$	\$ 431.217.911 \$	\$ 384.941.508 \$	\$ 322.230.433 \$	\$ 378.604.342 \$	\$ 302.769.548 \$	\$ 375.141.034 \$	\$ 328.254.965 \$	\$ 362.069.701 \$	\$ 401.073.226 \$	\$ 399.896.368 \$	\$ 392.009.564
\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.125.000
\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000 \$	\$ 700.000
\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000 \$	\$ 14.825.000
\$ 58.503.474 \$	\$ 57.048.074 \$	\$ 54.543.079 \$	\$ 56.621.344 \$	\$ 56.295.164 \$	\$ 53.712.204 \$	\$ 57.240.572 \$	\$ 58.266.606 \$	\$ 54.062.768 \$	\$ 57.905.489 \$	\$ 56.128.500 \$	\$ 57.075.897 \$	\$ 58.225.771 \$	\$ 57.913.766 \$	\$ 56.345.844
\$ 764.269 \$	\$ 758.200 \$	\$ 619.856 \$	\$ 707.587 \$	\$ 668.280 \$	\$ 746.018 \$	\$ 790.503 \$	\$ 717.314 \$	\$ 705.478 \$	\$ 685.833 \$	\$ 715.810 \$	\$ 715.554 \$	\$ 691.195 \$	\$ 694.791 \$	\$ 761.670
\$ 4.134.718 \$	\$ 4.000.098 \$	\$ 2.835.003 \$	\$ 3.624.579 \$	\$ 3.423.817 \$	\$ 3.370.466 \$	\$ 4.370.827 \$	\$ 3.712.124 \$	\$ 3.605.606 \$	\$ 3.428.801 \$	\$ 3.698.593 \$	\$ 3.696.284 \$	\$ 3.477.059 \$	\$ 3.509.421 \$	\$ 4.111.334
\$ 673.801 \$	\$ 670.767 \$	\$ 601.595 \$	\$ 645.460 \$	\$ 634.307 \$	\$ 664.676 \$	\$ 686.918 \$	\$ 650.324 \$	\$ 644.406 \$	\$ 634.583 \$	\$ 649.572 \$	\$ 649.444 \$	\$ 637.264 \$	\$ 639.062 \$	\$ 672.502
\$ 764.269 \$	\$ 758.200 \$	\$ 619.856 \$	\$ 707.587 \$	\$ 668.280 \$	\$ 746.018 \$	\$ 790.503 \$	\$ 717.314 \$	\$ 705.478 \$	\$ 685.833 \$	\$ 715.810 \$	\$ 715.554 \$	\$ 691.195 \$	\$ 694.791 \$	\$ 761.670
\$ 2.821.343 \$	\$ 2.790.999 \$	\$ 2.099.280 \$	\$ 2.537.933 \$	\$ 2.426.398 \$	\$ 2.730.092 \$	\$ 2.952.515 \$	\$ 2.586.569 \$	\$ 2.527.392 \$	\$ 2.429.167 \$	\$ 2.579.052 \$	\$ 2.577.769 \$	\$ 2.465.977 \$	\$ 2.473.956 \$	\$ 2.808.352
\$ 301.871.854 \$	\$ 318.689.126 \$	\$ 200.679.605 \$	\$ 217.419.993 \$	\$ 141.866.115 \$	\$ 275.997.013 \$	\$ 142.653.748 \$	\$ 280.202.766 \$	\$ 194.854.301 \$	\$ 330.211.112 \$	\$ 134.788.719 \$	\$ 165.404.933 \$	\$ 201.506.673 \$	\$ 285.711.999 \$	\$ 181.006.024
\$ 668.865 \$	\$ 662.677 \$	\$ 522.989 \$	\$ 611.572 \$	\$ 589.048 \$	\$ 650.378 \$	\$ 695.294 \$	\$ 621.394 \$	\$ 609.443 \$	\$ 589.608 \$	\$ 619.676 \$	\$ 619.017 \$	\$ 595.022 \$	\$ 598.652 \$	\$ 666.182
\$ 6.012.421 \$	\$ 3.519.011 \$	\$ 2.650.538 \$	\$ 7.018.644 \$	\$ 7.418.502 \$	\$ 2.901.918 \$	\$ 4.160.638 \$	\$ 3.151.626 \$	\$ 4.503.340 \$	\$ 2.759.479 \$	\$ 4.258.280 \$	\$ 4.439.307 \$	\$ 3.356.535 \$	\$ 4.827.068 \$	\$ 4.379.884
\$ 693.284 \$	\$ 693.079 \$	\$ 672.386 \$	\$ 685.506 \$	\$ 682.190 \$	\$ 693.110 \$	\$ 697.928 \$	\$ 686.387 \$	\$ 686.118 \$	\$ 681.815 \$	\$ 686.954 \$	\$ 686.557 \$	\$ 682.522 \$	\$ 683.148 \$	\$ 693.970
\$ 487.646 \$	\$ 487.059 \$	\$ 431.918 \$	\$ 466.505 \$	\$ 458.063 \$	\$ 487.183 \$	\$ 500.031 \$	\$ 469.355 \$	\$ 468.536 \$	\$ 457.063 \$	\$ 470.768 \$	\$ 469.708 \$	\$ 458.946 \$	\$ 460.618 \$	\$ 489.474
\$ 965.259 \$	\$ 964.028 \$	\$ 839.872 \$	\$ 918.592 \$	\$ 898.697 \$	\$ 964.217 \$	\$ 993.126 \$	\$ 923.979 \$	\$ 922.262 \$	\$ 896.447 \$	\$ 917.282 \$	\$ 924.899 \$	\$ 900.685 \$	\$ 904.446 \$	\$ 969.373
\$ 378.367.143 \$	\$ 391.121.358 \$	\$ 267.115.975 \$	\$ 291.965.200 \$	\$ 216.062.863 \$	\$ 343.763.295 \$	\$ 216.532.804 \$	\$ 352.705.557 \$	\$ 264.285.129 \$	\$ 401.365.232 \$	\$ 206.234.217 \$	\$ 237.975.523 \$	\$ 273.678.844 \$	\$ 359.111.719 \$	\$ 253.666.280
\$ 30.652.541 \$	\$ 19.470.291 \$	\$ 186.940.384 \$	\$ 145.514.421 \$	\$ 200.330.048 \$	\$ 25.453.214 \$	\$ 90.872.629 \$	\$ 11.073.785 \$	\$ 23.640.419 \$	\$ 41.040.197 \$	\$ 104.195.748 \$	\$ 109.269.177 \$	\$ 112.569.382 \$	\$ 25.959.649 \$	\$ 123.518.283
\$ 2.556.129.242 \$	\$ 2.575.999.533 \$	\$ 2.763.548.928 \$	\$ 2.908.063.349 \$	\$ 3.108.393.397 \$	\$ 3.133.846.611 \$	\$ 3.224.719.240 \$	\$ 3.235.793.025 \$	\$ 3.259.442.445 \$	\$ 3.218.393.248 \$	\$ 3.322.588.995 \$	\$ 3.451.858.172 \$	\$ 3.544.427.555 \$	\$ 3.570.387.203 \$	\$ 3.693.905.487



MES 46	MES 47	MES 48	MES 49	MES 50	MES 51	MES 52	MES 53	MES 54	MES 55	MES 56	MES 57	MES 58	MES 59	MES 60
\$ 64.449 \$	63.666 \$	49.115 \$	52.907 \$	58.055 \$	64.090 \$	61.544 \$	55.912 \$	60.162 \$	64.024 \$	52.141 \$	53.483 \$	61.996 \$	64.424 \$	57.289 \$
6734	6823	6782	6637	6663	7104	6916	7147	6378	6945	6513	6673	7139	6797	7067
\$ 14.373.307 \$	17.721.754 \$	20.347.846 \$	17.355.645 \$	21.566.427 \$	19.738.699 \$	17.296.367 \$	15.752.688 \$	21.831.858 \$	17.612.806 \$	21.694.554 \$	21.795.980 \$	19.188.354 \$	21.667.350 \$	21.341.773 \$
\$ 448.546.152 \$	452.143.290 \$	353.448.981 \$	367.839.248 \$	408.063.919 \$	475.050.622 \$	442.903.455 \$	415.346.208 \$	417.570.090 \$	462.489.114 \$	361.263.152 \$	378.674.426 \$	461.373.795 \$	452.759.748 \$	426.175.754 \$
\$ 448.546.152 \$	452.143.290 \$	353.448.981 \$	367.839.248 \$	408.063.919 \$	475.050.622 \$	442.903.455 \$	415.346.208 \$	417.570.090 \$	462.489.114 \$	361.263.152 \$	378.674.426 \$	461.373.795 \$	452.759.748 \$	426.175.754 \$
\$ 14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$	14.125.000 \$
\$ 700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$	700.000 \$
\$ 14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$	14.825.000 \$
\$ 57.355.508 \$	57.608.359 \$	58.231.566 \$	54.970.167 \$	55.118.125 \$	58.261.973 \$	53.553.335 \$	57.181.311 \$	55.805.695 \$	55.107.584 \$	58.088.908 \$	56.709.463 \$	57.840.235 \$	56.457.196 \$	57.541.657 \$
\$ 687.473 \$	700.904 \$	711.820 \$	698.892 \$	713.612 \$	716.493 \$	724.728 \$	754.240 \$	743.344 \$	699.043 \$	741.743 \$	697.462 \$	730.011 \$	750.257 \$	754.712 \$
\$ 3.443.539 \$	3.564.440 \$	3.662.880 \$	3.546.329 \$	3.078.810 \$	3.704.734 \$	3.778.856 \$	4.044.460 \$	3.546.400 \$	3.547.885 \$	3.931.983 \$	3.533.654 \$	3.826.396 \$	4.008.614 \$	4.048.704 \$
\$ 635.403 \$	642.119 \$	647.577 \$	641.113 \$	648.473 \$	649.913 \$	654.031 \$	668.787 \$	663.339 \$	641.108 \$	662.558 \$	640.397 \$	656.672 \$	666.795 \$	669.022 \$
\$ 687.473 \$	700.904 \$	711.820 \$	698.892 \$	713.612 \$	716.493 \$	724.728 \$	754.240 \$	743.344 \$	699.043 \$	741.743 \$	697.462 \$	730.011 \$	750.257 \$	754.712 \$
\$ 2.437.366 \$	2.504.522 \$	2.559.100 \$	2.484.460 \$	2.568.061 \$	2.582.463 \$	2.623.842 \$	2.771.200 \$	2.716.722 \$	2.495.314 \$	2.708.713 \$	2.487.308 \$	2.650.093 \$	2.751.285 \$	2.773.558 \$
\$ 309.521.236 \$	257.769.621 \$	261.021.961 \$	185.051.764 \$	133.961.653 \$	186.682.217 \$	251.115.884 \$	199.176.772 \$	314.854.068 \$	244.744.672 \$	259.724.718 \$	226.443.666 \$	155.788.550 \$	191.892.448 \$	195.996.651 \$
\$ 591.263 \$	604.825 \$	615.847 \$	602.793 \$	617.656 \$	620.565 \$	628.881 \$	638.679 \$	647.678 \$	602.945 \$	646.060 \$	601.949 \$	634.214 \$	654.637 \$	639.155 \$
\$ 6.330.777 \$	4.961.568 \$	5.620.699 \$	5.905.312 \$	4.630.757 \$	4.314.125 \$	7.300.997 \$	3.606.512 \$	2.543.475 \$	5.845.070 \$	5.925.118 \$	2.899.432 \$	3.515.789 \$	6.410.488 \$	3.112.562 \$
\$ 682.215 \$	684.159 \$	685.382 \$	684.735 \$	686.926 \$	686.367 \$	689.450 \$	692.408 \$	691.379 \$	684.711 \$	690.107 \$	683.328 \$	688.448 \$	692.144 \$	692.308 \$
\$ 438.129 \$	463.313 \$	467.108 \$	464.849 \$	470.690 \$	468.934 \$	477.423 \$	485.311 \$	482.567 \$	464.704 \$	479.174 \$	462.696 \$	474.749 \$	484.607 \$	485.043 \$
\$ 895.846 \$	910.509 \$	919.049 \$	913.966 \$	927.109 \$	923.156 \$	942.257 \$	960.004 \$	953.831 \$	913.820 \$	946.198 \$	909.122 \$	936.242 \$	956.420 \$	959.402 \$
\$ 383.733.250 \$	331.115.243 \$	335.855.201 \$	256.673.274 \$	204.335.485 \$	254.327.332 \$	323.214.213 \$	271.753.024 \$	384.811.844 \$	316.446.159 \$	335.282.002 \$	296.765.938 \$	228.471.370 \$	266.477.169 \$	268.447.185 \$
\$ 49.987.901 \$	106.203.047 \$	2.768.781 \$	96.340.974 \$	189.503.494 \$	205.898.290 \$	104.864.242 \$	128.767.284 \$	17.933.247 \$	131.217.654 \$	11.156.150 \$	67.083.488 \$	218.077.426 \$	171.467.580 \$	142.903.569 \$
\$ 3.743.933.388 \$	3.850.096.435 \$	3.852.865.316 \$	3.549.206.190 \$	4.138.709.625 \$	4.344.607.914 \$	4.449.472.156 \$	4.578.238.440 \$	4.596.172.687 \$	4.727.390.041 \$	4.738.546.791 \$	4.805.690.300 \$	5.003.707.705 \$	5.195.165.285 \$	5.338.068.854 \$

9.5. Anexo 5: Cálculo de Probabilidades del Aporte del Proyecto

Para observar la probabilidad de que el proyecto entregue un aporte al valor firma de la empresa mayor o igual a 0, se procede de la siguiente manera:

Se posee una distribución normal con los siguientes parámetros:

Promedio	\$511.468.087
Desv. Estándar	\$478.138.874

Con esto ahora se realiza la siguiente consulta:

$$p(0 \leq x) = p\left(\frac{0 - \mu}{\sigma} \leq z\right)$$

Reemplazando valores

$$p\left(\frac{-511.468.087}{478.138.874} \leq z\right) = p(-1,0697 \leq z) = p(z \leq 1,0697)$$

Buscando valores en la tabla normal, se encuentra que la probabilidad de que esto suceda es de:

$$p(z \leq 1,0697) = 85,77\%$$

Por lo tanto, la probabilidad de que el aporte del proyecto sea positivo, es de un 85,77%