

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



**“PROPUESTA DE CONSOLIDACION DE UNA PLANTA DE EXTRACCION, PROCESAMIENTO Y SUMINISTRO DE AGREGADOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA OBRAS CIVILES EN LA MINA INMACULADA DEL GRUPO HOCHSCHILD MINING UBICADA EN LA CIUDAD DE AYACUCHO MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACION”**

Tesis presentada por el Bachiller:

**ARMANDO WILFREDO QUISPE ROLDAN**

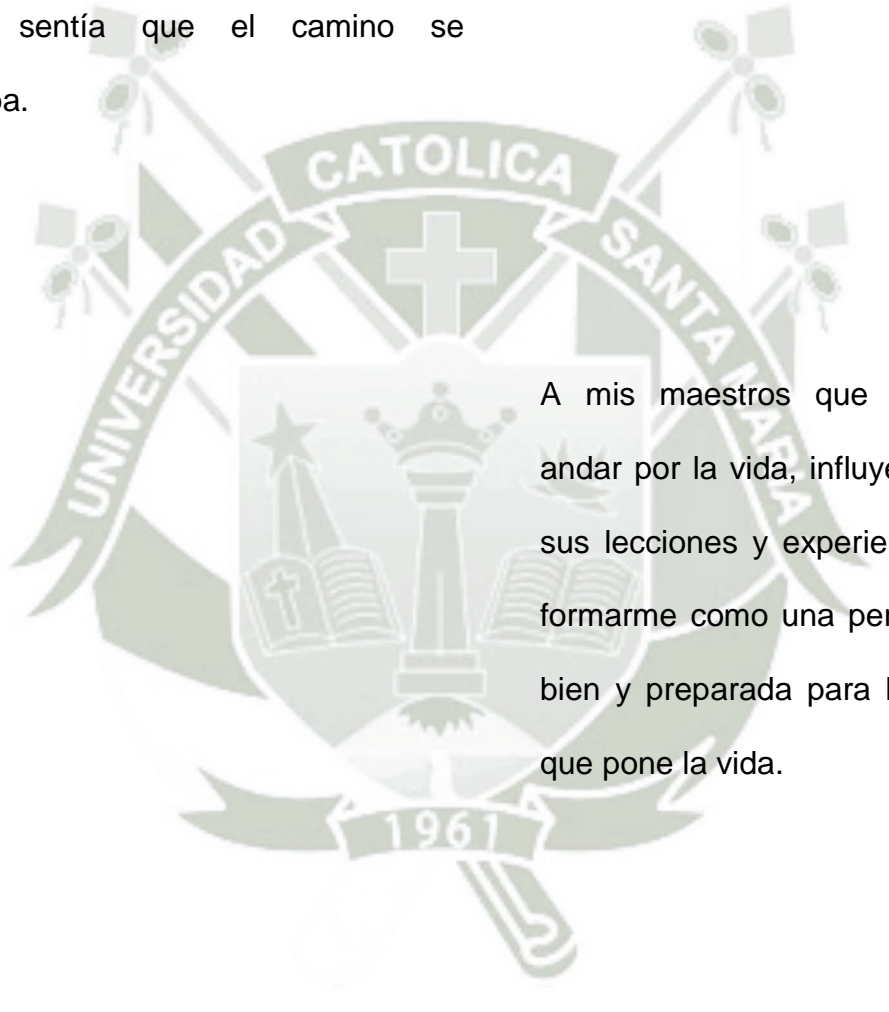
Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AREQUIPA – PERU  
2016**

## DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para mis padres y hermano, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba.



A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida.

## ÍNDICE

	Págs.
RESUMEN .....	14
ABSTRACT .....	15
INTRODUCCIÓN .....	16
CAPITULO I GENERALIDADES .....	18
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.1 TITULO .....	18
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	20
1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.5 METODOLOGÍA .....	21
1.6 INTERROGANTES BÁSICAS .....	21
1.7 OBJETIVO GENERAL .....	22
1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	23
1.9 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	26
1.10 HIPOTESIS .....	27
1.11 VARIABLES .....	27
1.12 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
2. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....	30
2.1. CAMPO DE VERIFICACION .....	30
CAPITULO II MARCO TEORICO .....	31
1. DEFINICIONES IMPORTANTES .....	31
1.1 La Consolidación .....	31
1.2 Terciarizar .....	31
1.3 Aspectos básicos de la consolidación .....	32
1.4 Explotación .....	33
1.5 Procesamiento .....	33
1.6 Suministrar .....	33
1.7 Producción .....	33
1.8 Sistema de Producción .....	34

1.9 Recursos de la Empresa .....	34
1.10 Capacidad de Producción.....	34
1.11 Utilización .....	35
2. SIMULACION .....	35
2.1 Definición .....	35
2.2 La simulación como herramienta .....	35
2.3 Modelos analíticos contra modelos de simulación .....	36
2.4 Software Arena 14.0 .....	38
2.5 Elementos de un modelo en arena .....	39
3. AGREGADOS DE CONCRETO.....	41
3.1 Definición .....	41
3.2 Origen de los Agregados de concreto.....	42
3.3 Clasificación de los agregados .....	45
3.4 Usos del material de concreto premezclado en el sector minero.....	53
4. PROPIEDADES DEL AGREGADO.....	55
4.1 Propiedades Químicas.....	55
4.2 Propiedades físicas.....	56
4.3 Propiedades Resistentes .....	59
5. LA CADENA PRODUCTIVA DE MATERIALES CONCRETOS EN EL USO MINERO .....	62
6. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN, PROCESAMIENTO Y SUMINISTRO DE AGREGADOS DE CONCRETO.....	63
6.1 Localización .....	63
6.2 Tamaño.....	63
6.3 Tecnología .....	64
6.4 Ingeniería del Proyecto de una planta de concreto.....	65
7. IMPACTO AMBIENTAL.....	69
8. COSTE/BENEFICIO DE PROYECTOS .....	71
8.1 Definición .....	71
9. OBSERVACIÓN .....	74
CAPITULO III DIAGNOSTICO SITUACIONAL.....	75
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	75

1.1 Visión, misión y valores.....	75
2. ESTUDIO DE LA CADENA PRODUCTIVA.....	78
3. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO TERCIALIZADO DEL PREMEZCLADO .....	84
3.1 Datos generales.....	84
3.2 Servicios de premezclado y concreto, equipos y personal.....	84
3.3 Costo del servicio y alcance de las prestaciones a cargo del prestador:.....	89
3.4 Inspecciones: .....	94
3.5 Obligaciones y penalidad.....	95
3.6 Organización del Proyecto:.....	96
3.7 Operaciones del Proceso Productivo.....	98
3.7.1 Planta de Agregados.....	98
3.7.2 Planta de Concretos.....	100
3.7.3 Horarios de Trabajo.....	101
3.7.4 Diagrama de Operaciones del Proceso.....	103
3.7.5 Diagrama de Actividades del Proceso.....	105
3.7.6 FlowSheet.....	109
3.7.7 Descripción de Equipos:.....	110
3.7.8 Ingeniería del Proyecto:.....	120
3.8.1 Inserción en la Política institucional.....	133
3.8.2 Organización e integración a la estructura orgánica de la Mina.....	133
3.9 Evaluación del Impacto Ambiental.....	135
3.10 Diseño de puestos según secuencia de actividades.....	143
3.11 Valorización final por el Servicio Prestado:.....	175
CAPITULO IV IMPLEMENTACION DEL MODELO DE SIMULACION.....	176
4.1 PROPIEDADES DEL MODELO.....	176
4.2 PLAN DE RECOPIACION DE LA INFORMACION.....	178
4.3 FUENTES DE INFORMACION.....	181
4.4 PERIODO DE ESTUDIO.....	181
4.5 ANALISIS DE DATOS.....	181
4.6 MODELO DE SIMULACION Y ANIMACION.....	182
4.7 VALIDACION DE RESULTADOS.....	187

4.8 EVALUACION DE RESULTADOS .....	187
CAPITULO V PROPUESTA DE CONSOLIDACION DE LA PLANTA DE EXTRACCION, PROCESAMIENTO Y SUMINISTRO DE AGREGADO DE CONCRETO PREMEZCLADO.....	191
5.1 PROPUESTA DE CONSOLIDACION .....	191
5.2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.....	191
5.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	191
5.3 SIMULACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	193
5.3.1 Variables .....	193
5.3.2 Modelado del Sistema Propuesto .....	194
5.3.3 Evaluación de Resultados.....	198
CAPITULO VI EVALUACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA.....	203
6.1 COSTES ESTIMADOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA .....	203
6.2 EVALUACIÓN ECONOMICA Y COSTO/BENEFICIO COMPARATIVA ENTRE EL COSTO BENEFICIO EMPRESA TERCERIZADA Y LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA.....	209
6.6 FLUJOS DE CAJA .....	221
6.7 BENEFICIO POR LA MEJORA DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN .	227
CONCLUSIONES.....	229
RECOMENDACIONES .....	231
BIBLIOGRAFIA .....	232
ANEXOS .....	238
ANEXO N° 1 – ANALISIS DE DATOS .....	239
ANEXO N° 2 PLANOS .....	246

## INDICE DE CUADROS

	<b>Págs.</b>
CUADRO N° 1	Indicadores a ser tomados para evaluar la reducción de costes de terciarización ..... 28
CUADRO N° 2	Clasificación según el tamaño ..... 47
CUADRO N° 3	Resistencia ..... 60
CUADRO N° 4	Valores de módulos elásticos ..... 61
CUADRO N° 5	Recursos minerales estimados (ley de corte de 1,5 g/t equivalentes de oro) ..... 77
CUADRO N° 6	Precios de Agregados ..... 90
CUADRO N° 7	Precios de concreto premezclado..... 91
CUADRO N° 8	Precios de servicio de bombeo de concreto ..... 92
CUADRO N° 9	Distribución de Personal ..... 97
CUADRO N° 10	Horario de Trabajo..... 102
CUADRO N° 11	Características Chancador Primario N° 1 ..... 112
CUADRO N° 12	Características Chancador Secundario N° 2 ..... 112
CUADRO N° 13	Características Planta dosificadora de Concreto N° 3.... 112
CUADRO N° 14	Dimensiones de chancadoras Metso ..... 113
CUADRO N° 15	Tamaño completo y equipamiento..... 113
CUADRO N° 16	Cámaras de Trituración ..... 114
CUADRO N° 17	Características Cargador Frontal 966H ..... 116
CUADRO N° 18	Características Excavadora 349DL ..... 116
CUADRO N° 19	Características Cargador Frontal L120F..... 117
CUADRO N° 20	Características Tractor Oruga D8T ..... 117
CUADRO N° 21	Diseños de Concretos utilizados en la producción para obras civiles ..... 128
CUADRO N° 22	Tipos de Concretos..... 129
CUADRO N° 23	Producción de concretos en m <sup>3</sup> - Planta de Procesos Area Húmeda..... 129
CUADRO N° 24	Producción de concretos en m <sup>3</sup> - Planta de Procesos Area Seca ..... 130

CUADRO N° 25	Producción de Concreto en m <sup>3</sup> – Mes de Diciembre 2014 al Mes de Noviembre del 2015 .....	130
CUADRO N° 26	Agregados y su Densidad.....	131
CUADRO N° 27	Producción de Agregados – Mes de Diciembre del 2014 al Mes de Noviembre del 2015 .....	131
CUADRO N° 28	Requerimiento y sueldo del Personal .....	132
CUADRO N° 29	Primera Fase – Extracción de roca de voladura.....	136
CUADRO N° 30	Segunda Fase – Manipuleo de la roca. ....	137
CUADRO N° 31	Tercera Fase – Chancado primario. ....	138
CUADRO N° 32	Cuarta Fase – Chancado secundario. ....	139
CUADRO N° 33	Quinta Fase – Transporte de Agregados.....	140
CUADRO N° 34	Sexta Fase – Dosificación de concreto.....	141
CUADRO N° 35	Séptima Fase – Transporte de Concreto.....	142
CUADRO N° 36	Personal de Planta de Agregados de Concreto Premezclado.....	144
CUADRO N° 37	Perfil del puesto para Gerente de Proyecto.....	146
CUADRO N° 38	Perfil del puesto para Jefe de Planta .....	147
CUADRO N° 39	Perfil del puesto para Asistente Administrativo de Operaciones .....	150
CUADRO N° 40	Perfil del puesto para Operador de Planta de Concreto .	151
CUADRO N° 41	Perfil del puesto para Ayudante de Planta.....	152
CUADRO N° 42	Perfil del puesto para Operador de Mixer .....	154
CUADRO N° 43	Perfil del puesto para Operador de Cargador Frontal....	155
CUADRO N° 44	Perfil del puesto para Operador de Bomba Telescópica .....	156
CUADRO N° 45	Perfil del puesto para Ayudante de Bomba Telescópica .....	156
CUADRO N° 46	Perfil del puesto para Operador de Camioneta .....	157
CUADRO N° 47	Perfil del puesto para Operador de Chancador Primario y Secundario .....	158
CUADRO N° 48	Perfil del puesto para Operador de Volquete.....	159
CUADRO N° 49	Perfil del puesto para Operador de Tractor Oruga.....	160

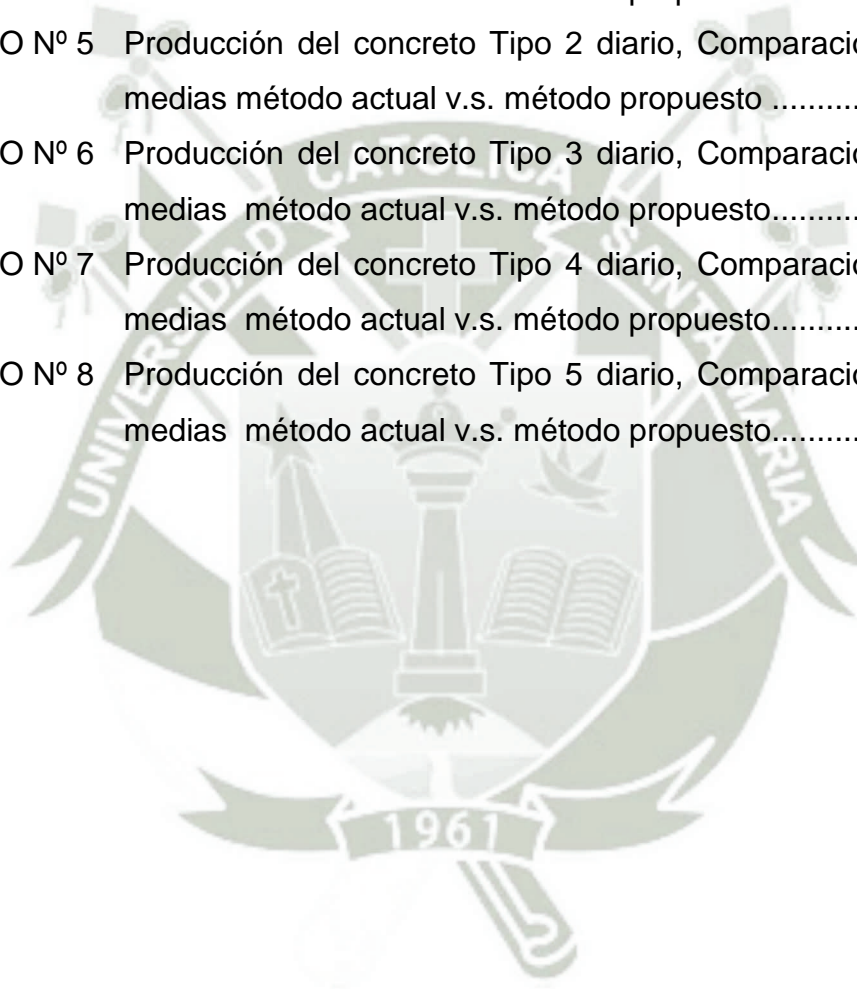
CUADRO N° 50	Perfil del puesto para Operador de Excavadora .....	161
CUADRO N° 51	Perfil del puesto para Ayudante de Chancador Primario y Secundario .....	162
CUADRO N° 52	Perfil del puesto para Supervisor de Control de Calidad .....	163
CUADRO N° 53	Perfil del puesto para Técnico Laboratorista .....	165
CUADRO N° 54	Perfil del puesto para Técnico en Control de calidad Planta Concreto .....	166
CUADRO N° 55	Perfil del puesto para Supervisor de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente .....	168
CUADRO N° 56	Perfil del puesto para Vigía.....	169
CUADRO N° 57	Perfil del puesto para Mecánico de Mantenimiento de Planta .....	170
CUADRO N° 58	Perfil del puesto para Eléctrico de Mantenimiento de Planta .....	171
CUADRO N° 59	Perfil del puesto para Mecánico de Equipo Diesel.....	172
CUADRO N° 60	Perfil del puesto para Eléctrico de Equipo Móvil.....	173
CUADRO N° 61	Perfil del puesto para Mecánico Hidráulico.....	174
CUADRO N° 62	Valorización final por el Servicio de Extracción, Procesamiento y Suministro de Agregados de Concreto Premezclado para las Obras civiles en Mina Inmaculada .....	175
CUADRO N° 63	Resumen tamaño de muestra.....	180
CUADRO N° 64	Distribución Probabilísticas del Modelo Actual .....	182
CUADRO N° 65	Resultados Modelo Actual .....	188
CUADRO N° 66	Distribuciones Probabilísticas Propuesto.....	194
CUADRO N° 67	Resultados Modelo Propuesto.....	198
CUADRO N° 68	Costes de Aditivos a utilizar y su traslado .....	203
CUADRO N° 69	Cotización de Cemento YURA S.A. a utilizar y su traslado .....	203
CUADRO N° 70	Cotización de CEMENTO SOL a utilizar y su traslado ...	204

CUADRO N° 71	Inversión en Obras civiles Administrativas - Planta de Producción de Agregados .....	204
CUADRO N° 72	Inversión en Mobiliario y Equipos de Oficina - Planta de Producción de Agregados.....	205
CUADRO N° 73	Maquinaria y Equipos - Planta de Producción de Agregados .....	205
CUADRO N° 74	Total de Inversión de Activos Fijos Tangibles - Planta de Producción de Agregados.....	206
CUADRO N° 75	Total de Inversión de Activos Fijos Intangibles - Planta de Producción de Agregados.....	206
CUADRO N° 76	Inversión en Obras civiles Administrativas - Planta de Producción de Concretos .....	206
CUADRO N° 77	Inversión en Mobiliario y Equipos de Oficina - Planta de Producción de Concretos .....	207
CUADRO N° 78	Maquinaria y Equipos - Planta de Producción de Concretos .....	207
CUADRO N° 79	Total de Inversión de Activos Fijos Tangibles - Planta de Producción de Concretos .....	208
CUADRO N° 80	Total de Inversión de Activos Fijos Intangibles - Planta de Producción de Concretos .....	209
CUADRO N° 81	Consumos Diesel por tipo de Equipo.....	210
CUADRO N° 82	Horas Mensuales Estado Activo Consolidación .....	211
CUADRO N° 83	Horas Mensuales Estado Pasivo Consolidación.....	211
CUADRO N° 84	Costo Diesel Mensual de Consolidación .....	212
CUADRO N° 85	Flujo Alquiler Chancador Primario - Zaranda Nordberg HP300.....	213
CUADRO N° 86	Flujo Alquiler Chancador Secundario - Zaranda Nordberg Ellivar16 .....	214
CUADRO N° 87	Flujo Alquiler Tractor Oruga D8T .....	214
CUADRO N° 88	Flujo Alquiler Cargador Frontal 1 966H .....	215
CUADRO N° 89	Flujo Alquiler Cargador Frontal 2 Volvo L120F .....	215
CUADRO N° 90	Flujo Alquiler Volquete 1 Ivecco Trakker 380T42 .....	216

CUADRO N° 91	Flujo Alquiler Volquete 2 Ivecco Trakker 380T42 .....	216
CUADRO N° 92	Flujo Alquiler Excavadora 349DL.....	217
CUADRO N° 93	Flujo Alquiler Planta Betonmac.....	217
CUADRO N° 94	Flujo Alquiler Camión Mixer 1 .....	217
CUADRO N° 95	Flujo Alquiler Camión Mixer 2 .....	218
CUADRO N° 96	Flujo Alquiler Bomba Telescópica 32m brazo Telescópico .....	218
CUADRO N° 97	Flujo Liquidación de Equipos.....	219
CUADRO N° 98	Flujo de Caja Modelo del Servicio Terciarizado.....	221
CUADRO N° 99	Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 1 .....	222
CUADRO N° 100	Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 1 .....	223
	con Cemento SOL .....	223
CUADRO N° 101	Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 2 .....	224
CUADRO N° 102	Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 2 .....	225
	con Cemento SOL .....	225
CUADRO N° 103	CUADRO DE OPTIMIZACION POR INDICADORES DE GESTION.....	228

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Págs.</b>
GRÁFICO Nº 1 Ciclo Geológico de las rocas .....	43
GRÁFICO Nº 2 Utilización de Volquetes.....	199
GRÁFICO Nº 3 Utilización de Camiones Mixer.....	199
GRÁFICO Nº 4 Producción del concreto Tipo 1 diario, Comparación de medias método actual v.s. método propuesto.....	200
GRÁFICO Nº 5 Producción del concreto Tipo 2 diario, Comparación de medias método actual v.s. método propuesto .....	201
GRÁFICO Nº 6 Producción del concreto Tipo 3 diario, Comparación de medias método actual v.s. método propuesto.....	201
GRÁFICO Nº 7 Producción del concreto Tipo 4 diario, Comparación de medias método actual v.s. método propuesto.....	202
GRÁFICO Nº 8 Producción del concreto Tipo 5 diario, Comparación de medias método actual v.s. método propuesto.....	202



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	<b>Págs.</b>
Ilustración N° 1 Servicio de shotcrete (Concreto lanzado) .....	55
Ilustración N° 2 Estados de saturación del agregado.....	58
Ilustración N° 3 Esquematación del peso volumétrico.....	59
Ilustración N° 4 Proceso productivo .....	67
Ilustración N° 5 Estructura del análisis financiero .....	72
Ilustración N° 6 Organigrama del Proyecto .....	97
Ilustración N° 7 Planta Betonmac.....	115
Ilustración N° 8 Cargador Frontal Caterpillar 966H.....	118
Ilustración N° 9 Excavadora Caterpillar 349DL .....	119
Ilustración N° 10 Cargador Frontal Volvo L120F.....	119
Ilustración N° 11 Tractor Oruga Caterpillar D8T.....	120
Ilustración N° 12 Molienda .....	122
Ilustración N° 13 Molino de Bolas y Molino SAG.....	123
Ilustración N° 14 Lixiviación .....	124
Ilustración N° 15 Pre-armado de acero estructural .....	126
Ilustración N° 16 Pre-armado con acero estructural – para cimentación, zapatas y pedestales. ....	126
Ilustración N° 17 Cimentación del área de tensado de faja curva.....	127
Ilustración N° 18 Modelo Actual en Software Arena.....	185
Ilustración N° 19 Modelo Propuesto en Software Arena .....	196

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo proponer la construcción de una Planta de extracción, procesamiento y suministro de concreto premezclado para obras civiles y elaboración de concreto lanzado por vía húmeda en la mina Inmaculada, con el fin de reducir los costos de terciarización, facilitar el proceso productivo integrándola a la cadena de producción, asegurando la calidad productiva e implementando normas de seguridad ocupacional y control ambiental. Asimismo, proponer un grato ambiente de trabajo con orden, limpieza y como empresa de ente social responsable con ayuda al servicio a sus zonas aledañas.

La propuesta permite tomar la mejor alternativa de inversión que se ha desarrollado en este trabajo, teniendo en cuenta su alineación con los objetivos del proyecto, que marca no sólo un punto de partida.

Este documento tiene como objetivo proporcionar una plataforma para la futura inversión de proyectos mineros a desarrollarse en el país.

## ABSTRACT

This research aims to propose the construction of a plant extraction, processing and supply of ready-mix concrete and civil works and development of wet shotcrete in the mina Inmaculada, in order to reduce the costs of outsourcing involved, facilitate the process production integrating the production chain, ensuring production quality and implementing occupational safety standards and environmental control. Furthermore, to propose a pleasant working environment with order, cleanliness and as a social entity responsible company using the service to surrounding areas.

The proposal allows make the best investment alternative that has been developed in this work, given its alignment with the objectives of the project, which marks not only a starting point.

This document aims to provide a platform for further investment to develop mining projects in the country.

## INTRODUCCIÓN

En la actividad minera es inminente la realización de obras civiles y asimismo la estabilización de rocas con el revestimiento de las superficies con concreto lanzado y entre otros; por lo que el uso del concreto premezclado en la minería se ha convertido en un quehacer rutinario y permanente; para lo cual requieren de los servicios de empresas dedicadas a la elaboración y comercialización de premezclado y concreto, que brinda el servicio a través de la instalación de Planta de Concreto en la minera, realizando los procesos de dosificación, transporte y bombeo de concreto para obras requeridas.

Las diferentes experiencias han demostrado el beneficio y ventaja competitiva que se obtiene de ampliar la eficiencia de la producción de bienes y servicios a través de la ampliación de la cadena productiva, articulando actividades y procesos productivos directamente involucrados en la producción, como parte integrante de una cadena de valor.

Teniendo en cuenta las necesidades de reducir costos y maximizar los beneficios, se realiza la presente investigación titulada: “PROPUESTA DE CONSOLIDACION DE UNA PLANTA DE EXTRACCION, PROCESAMIENTO Y SUMINISTRO DE AGREGADOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA OBRAS CIVILES EN LA MINA INMACULADA DEL GRUPO HOCHSCHILD MINING EN LA CIUDAD DE AYACUCHO MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACION”, el cual está estructurado en los seis capítulos:

El primer capítulo denominado “*Proyecto de Investigación*”, el cual contiene el planteamiento teórico de la Investigación, considerando su enunciado, los

objetivos, las variables, interrogantes, la justificación del problema y la hipótesis.

El segundo capítulo denominado *“Marco Teórico”*, desarrolla temas relacionados al tema de investigación tales como la consolidación, sobre agregados de concreto, el uso de material concreto premezclado, la técnica de la simulación empleada y del concreto lanzado en el sector minero, la cadena productiva y los aspectos fundamentales para la instalación de una planta de concreto premezclado.

En el tercer capítulo situamos el *“Diagnóstico Situacional”*, el cual contiene la descripción de la empresa, estudio de la cadena productiva y del servicio terciarizado del premezclado y concreto. Asimismo, se presenta la seguridad e higiene industrial y el control ambiental de la planta de agregados de concreto premezclado, además de las estrategias de integración a la cadena productiva de la mina y así como, el recurso humano a emplearse en el proyecto.

En el cuarto capítulo se presenta *“El desarrollo del modelo de simulación”* lo que hace referencia al desarrollo actual del diseño.

En el quinto capítulo se desarrolla *“La propuesta de consolidación de la planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado”* donde se desarrollarán los equipos y maquinaria a utilizar mediante la simulación. Finalmente, en el sexto capítulo se procede a *“La evaluación económica de la propuesta”*.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

##### 1.1 TITULO

“Propuesta de consolidación de una planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para obras civiles en la mina Inmaculada del Grupo Hochschild Mining en la ciudad de Ayacucho mediante un modelo de simulación”.

##### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se procede a realizar esta investigación, debido a que, la mina cuando se encuentra en proyecto, requiere la ejecución de obras civiles, para procesar los minerales extraídos de la zona de explotación. Por tal motivo, se tiende a analizar un lugar cercano para realizar la explotación de agregados usados como suministro para el procesamiento de agregados de concreto premezclado para iniciar las obras civiles y poner en marcha el proyecto. Asimismo, al momento que la mina decide terciarizar el servicio tanto de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, debe hacerse un análisis profundo con la empresa contratista con la que va a realizar el contrato, para el desarrollo del proyecto, ya que son de gran influencia, para el desarrollo de estas obras civiles. Generalmente, la mina no incluye dentro su cadena productiva el servicio de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto

premezclado, debido a que, no es su ambiente de negocio y por no generarle valor agregado, por ende, no la incluye en su cadena productiva.

Al momento de terciarizar el servicio por parte de la mina se inmiscuye en problemas como, mala administración, reclamos, retrasos y procedimientos erróneos en cuanto a la gestión de estas contratistas. Al mismo tiempo, hubo retraso logístico de 45 días por parte de la empresa contratista al inicio del proyecto. Además se realizó una encuesta interna al área de construcción de minera con el resultado de 35% en contra de los servicios prestados por la terciarizadora encargada de las obras civiles. De la producción diaria programada no se cumplía en 45% siendo la meta de minera en llegar al 80%, respecto al avance de obras por día, respectivamente se conllevó a esto, por problemas logísticos, falta de recursos y de descoordinación, tanto de la empresa terciarizadora con minera. El recurso humano a emplearse en la etapa inicial del proyecto es del 33.02% de un total de 106 trabajadores y el 66.98% restante aún no había sido contratado, para la operación en Mina Inmaculada. Por ello, la mina debe incluirlo dentro de su cadena productiva, para no retrasar y no generar mayores costes teniendo un nivel de servicio al 100%.

Se debe afirmar que al incluirlo a la cadena productiva de la mina aumentará la satisfacción de los usuarios, proveedores y otras secciones involucradas.

De tal modo, para así llegar a entablar acuerdos con sus zonas aledañas, tal motivo como ente de empresa social responsable ayudando con el desarrollo de la comunidad, contribuyendo con no agredir al medio

ambiente y con el pertinente desarrollo socioeconómico de los entes afectados, para de esta manera llevar a cabo la propuesta de consolidación de este proyecto.

### **1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACION**

Propuesta de consolidación de una Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para obras civiles en la mina Inmaculada ubicada en el distrito de Oyolo, provincia Paucar del Sara Sara, departamento de Ayacucho.

### **1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad, la empresa contratista Concretos Supermix S.A., proveedora de concreto en la mina Inmaculada, carece de una adecuada gestión de planeamiento, manejo de personal y control de la producción, lo que se evidencia en el mal funcionamiento de la Planta de Extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, donde los recursos no son aprovechados en su totalidad. El funcionamiento actual se basó en cumplir con la producción diaria netamente improvisando con el cliente “Mina Inmaculada”, provocando retrasos en el cronograma productivo, causando malestar y poniendo en riesgo el cumplimiento del contrato. Los volúmenes de material producido deben ser cumplidos en la fecha establecida contractualmente, de lo contrario la empresa tendrá perjuicios económicos y de prestigio.

Por lo tanto es necesario conocer las razones que determinan el mal funcionamiento de la planta y establecer los lineamientos que permitan

operar óptimamente, cumpliendo así el contrato y generando el mayor margen de ganancia para la empresa. El presente estudio tiene como finalidad revertir la problemática descrita.

## **1.5 METODOLOGÍA**

### **1.5.1 Tipo y nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo enfoque cuantitativo, porque recoge y analiza datos cuantificables sobre variables que nos dará la información necesaria para las respectivas conclusiones. Y por ende, de tipo experimental correlacional, ya que reseña las características y la situación a estudiar, por lo que de esta manera relaciona las variables, para conocer los efectos en la investigación y así llegar a proponer la consolidación para la Mina Inmaculada.

## **1.6 INTERROGANTES BÁSICAS**

- a. ¿Cuál es el sistema actual de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado que se usa en las obras civiles de la mina Inmaculada y que coste produce?
- b. ¿Cuál es la mejor propuesta del desarrollo del sistema de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para obras civiles en la mina Inmaculada mediante el modelo de simulación?

- c. ¿Qué ahorro representa la consolidación de una planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado como parte de la cadena productiva?

## **1.7 OBJETIVO GENERAL**

### **1.7.1 Objetivo general**

Proponer la consolidación de la Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para obras civiles en la mina Inmaculada mediante la técnica de simulación, con el fin de reducir los costos de terciarización, facilitar el proceso productivo integrándola a la cadena de producción, asegurando la calidad productiva e implementando normas de seguridad ocupacional y control ambiental.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- a. Describir el sistema actual de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado que se usa en las obras civiles de la minera a través del servicio terciarizado.
- b. Determinar el costo que representa la contratación del servicio de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado que representa para la compañía minera.
- c. Desarrollar el modelo de simulación que represente el sistema real actual con el que se ejecuta la operación y evaluarlo.

- d. Establecer un sistema propuesto mediante la técnica de simulación con la mejor utilización de los recursos.
- e. Consolidar la Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado integrada a la cadena productiva de la mina Inmaculada y así determinar normas de seguridad ocupacional y control ambiental.
- f. Precisar si el valor actual de costos que representa la consolidación de una Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, para obras civiles en la mina Inmaculada permite reducir los costos de terciarización sustentando que el método propuesto es mejor que el método actual.

### **1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La actividad minera es uno de los rubros fundamentales que ha permitido el desarrollo de la economía peruana; pues su amplia expansión en los últimos años exige la utilización de sistemas de extracción más sofisticados, seguros e innovadores. La creciente demanda de materiales para la construcción de obras civiles y de la elaboración de concreto para ser lanzado por vía húmeda en las minas se incrementa cada día particularmente el material granular se constituye en una materia prima valiosa para la producción de premezclado como insumo para dichas obras; de esta manera se aprovechan los agregados naturales como recurso para el proceso productivo.

El uso del concreto premezclado en la minería se ha convertido en un quehacer rutinario y cada vez son más exigentes y especializados sus requerimientos a nivel tecnológico; así una de las principales actividades en una operación minera es precisamente las obras civiles. Por este motivo, las minas en general compran este servicio a terceros o empresas que brindan este servicio especializado y que emplean equipos de sostenimiento de alta tecnología y desempeño, brindando así soluciones integrales; sin embargo, el mercado regido por la oferta y la demanda requiere se evalúe permanentemente a estas empresas bajo criterios de coste/beneficio; o sea mayores rendimientos y menores riesgos, conforme a estándares de seguridad en minas; siendo el criterio de equilibrio de los ciclos con la naturaleza mediante la gestión de recursos naturales para minimizar la contaminación ambiental como producto de las actividades mineras el problema menos resuelto o que sigue latente.

Sin embargo, a partir de la experiencia de contrata de estas empresas se puede precisar que estas han dirigido su atención hacia la solución de problemas operativos inmediatos, pero sin involucrarse en la profesionalización de sus actividades tanto para los procesos como para la administración, lo cual incluye la fase de comercialización, careciendo de registros contables actualizados, controles de costos y sistemas de informática, que en términos generales arrojen indicadores confiables para la toma de decisiones, que incidan favorablemente en la productividad y rentabilidad.

El objetivo del mismo es la excavación, nivelación, remoción y extracción de la materia prima (granzón), que será utilizado en primera instancia como producto bruto, y en segundo término, como materia prima con la finalidad de procesarlo para plantas procesadoras, donde se obtendrán productos terminales: Arena, Grava o Canto Rodado, Piedra Bruta, Piedra Picada, Piedra de Rechazo y Arrocillo, para la construcción de obras civiles.

Entre los problemas que se hace frente cuando se contrata a terceros se tiene la escasa planeación, control y administración en los niveles operativos y gerenciales lo que se traducen en un atraso técnico y tecnológico en la operación, dificultades en el cumplimiento de la normatividad aplicable, la rápida obsolescencia de la tecnología empleada, del equipamiento y maquinaria. Asimismo, debido al elevado coste de producción de agregados y la poca fiabilidad del concreto premezclado elaborado, debido a estructuras que no llegaban a las resistencias requeridas y también por los retrasos de los pedidos en la llegada del concreto a obra.

Se presenta este proyecto de desarrollo industrial para la minería, el cual tiene como objetivo proponer la consolidación de una Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para obras civiles en la mina Inmaculada; en la cual se realizarán procesos de excavación, nivelación, remoción y la extracción de materia prima que procesada se constituirá en los insumos para la construcción de obras civiles, facilitando de esta manera el proceso productivo, disminuyendo los costos, asegurando la calidad y una mayor mitigación del impacto

ambiental. Y fundamentalmente permitirá conectar un eslabón más de la cadena productiva.

El estudio a realizarse indica que una inversión para estos fines está bien justificada, por lo rentable de sus resultados, el aporte social que se generará, y por la factibilidad operativa que representará en el proceso productivo. Se asume en el desarrollo del proyecto que las actividades de extracción de materia granular se realizan por el método convencional de extracción a cielo abierto, lo que consiste en realizar excavaciones en el lecho del río (cantera), para su aprovechamiento como material de extracción, suministro de materia prima para la producción de material granulado, para atender la demanda de construcción de obras civiles en la minería. Así se considera que las canteras son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción, por ser materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor significativo en el costo de producción.

### **1.9 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

No se han encontrado antecedentes investigativos para el presente problema de investigación, teniendo en cuenta que son pocas las empresas formales y especializadas en este tipo de procesos y del rubro. Además se desarrolla en el contexto de proyecto en la ciudad de Ayacucho, lo cual es muy poco común la inversión de gran magnitud. Se considera que el presente trabajo de investigación es original por ser la primera vez que se va a realizar el presente estudio.

## 1.10 HIPOTESIS

Es posible que con la propuesta de consolidación de una Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, para obras civiles en la mina Inmaculada en la ciudad de Ayacucho, luego de realizar el análisis de la situación real actual y estableciendo mejoras al sistema productivo mediante la técnica de simulación se reduzcan los costos de terciarización y al integrarlo a la cadena productiva de la mina se facilite el proceso productivo.

## 1.11 VARIABLES

### 1.11.1 Identificación de Variables

#### **Variable Independiente:**

X: Consolidación de una Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para realización de obras civiles.

#### **Variable Dependiente:**

Y: Reducción de los costes de terciarización.

### 1.11.2 Caracterización de las variables

#### **Variable Independiente**

X: Consolidación de una Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para realización de obras civiles.

#### **Indicadores:**

X1: Cantidad de equipos utilizados.

X2: Cantidad de trabajadores en proyecto.

X3: Utilización de Horas – Hombre durante proyecto.

X4: Utilización de Horas – Máquina durante proyecto.

X5: Gestión de compras de insumo principal cemento.

X6: Cantidad de combustible a utilizarse en proyecto.

### Variable Dependiente

Y: Reducción de los costes de terciarización.

**CUADRO Nº 1**  
**Indicadores a ser tomados para evaluar la reducción de costes de terciarización**

Indicador de Sección	Indicadores Generales	Número	Indicadores Específicos
Reducción de los costes de terciarización	Cantidad de equipos utilizados	1	Cantidad de equipos utilizados en proyecto.
	Cantidad de trabajadores en proyecto	2	Cantidad de trabajadores.
	Utilización de Horas - Hombre durante proyecto	3	Tiempo utilizado de horas - hombre en proyecto.
	Utilización de Horas - Máquina durante proyecto	4	Tiempo utilizado de horas - máquina en proyecto.
	Gestión de compras de insumo principal: Cemento	5	Coste de cemento Yura v.s. Sol.
	Cantidad de combustible a utilizarse en proyecto	6	Cantidad de combustible a utilizarse en proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

## 1.12 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.12.1 Aspecto General

Permitirá establecer una manera óptima para la producción, mejorándose el aprovechamiento de los recursos y logrando el cumplimiento de los propósitos de la mina Inmaculada. Además, constituirá un punto de partida para el resto de minas que requieren de los respectivos servicios facilitando el planeamiento de sus operaciones en diferentes localidades.

### 1.12.2 Aspecto Económico

Al no terciarizar el servicio que requiere la Mina Inmaculada y tras incluirlo en la cadena productiva, incrementará la rentabilidad y generará un mayor margen de ganancia. Además de ser un antecedente positivo para el proyecto Inmaculada del grupo Hochschild Mining, lo cual favorecerá la participación a futuro en nuevos proyectos dentro del país o externos.

### 1.12.3 Aspecto Social

El Proyecto Inmaculada como empresa social responsable siendo parte del grupo Hochschild Mining incrementará la motivación garantizando la continuidad de las operaciones de la empresa y abriendo oportunidades para la participación en nuevos proyectos de gran envergadura a nivel nacional e internacional, de tal forma también se promoverá la creación de nuevos puestos de trabajo y capacitándola de manera constante. Asimismo, será una gran

oportunidad para promover el desarrollo local y de sus zonas aledañas afectadas.

## **2. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

### **2.1. CAMPO DE VERIFICACION**

#### **2.1.1 AMBITO DE LOCALIZACION**

El Proyecto se realizó en la Mina Inmaculada del Grupo Hochschild Mining, ubicada en el distrito de Oyolo, provincia Paucar del Sara Sara, departamento de Ayacucho.



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 1. DEFINICIONES IMPORTANTES

##### 1.1 La Consolidación

El término consolidar da firmeza, rigidez y durabilidad es la transformación de algo en otra cosa más sólida y firme. El concepto de consolidar o consolidación, se entiende que el proceso llevó tiempo y su logro no es algo momentáneo. Entonces, consolidar supone el ejercicio de establecer algo con bases, duraderas de modo que no sea fácilmente destruido.

Este término como verbo puede ser usado:

*“El logro de que una empresa funcione de manera eficaz, ponerla en marcha estabilizando la ecuación ingreso-gasto-beneficio y que ha conllevado necesariamente un proceso o un tiempo; pues no es algo inmediato y demanda del compromiso y esfuerzo de todas las partes implicadas”<sup>1</sup>.*

##### 1.2 Terciarizar

Es en cierta forma, como delegar, sólo que no a un empleado de la empresa, sino a una organización externa. Las funciones vitales no deberían terciarizarse, ni total, ni parcialmente<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Fundación Mujeres. Consolidación de empresas: la importancia de las redes de empresarias. España. Madrid. Edit. Pirámide. Pág. 21

<sup>2</sup> Economía y Contabilidad 2007. Terciarizar: ¿Qué es terciarizar? Disponible en: <http://economía-liceo.blogspot.pe/2007/04/qu-es-terciarizar.html>

### 1.3 Aspectos básicos de la consolidación

Para llevar a cabo la consolidación en el campo empresarial es necesario analizar detalladamente los activos de la empresa y el capital de trabajo con el que contará para el desarrollo la misma. Se refiere a las necesidades de inversiones de capital que necesita el proyecto durante su vida útil, se considera:

- a. Costo primo: Compuesto por la materia prima, en este caso el impuesto que hay que cancelar y el coste de la mano de obra directa.
- b. Gastos de Fabricación: Que incluye los gastos de producción o todos los gastos vinculados directamente al proceso productivo. Incluye los gastos de servicios de electricidad, combustible, repuestos para mantenimiento, depreciación de maquinaria, equipos y otros gastos de fabricación. También se considera los Gastos de mantenimiento y reparación de construcciones, edificaciones e instalaciones.
- c. Gastos administrativos: considera todos los gastos por concepto de pagos al personal administrativo.
- d. Gastos de Publicidad y Mercadeo: Está representado por todos aquellos gastos inherentes al mercadeo del producto, esta actividad es fundamental para asegurar el buen desempeño de la empresa.
- e. Gastos financieros: Las erogaciones causadas por este concepto están representadas por el servicio de la deuda contraída.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> JASON. 2009. Aspectos Generales de la Consolidación. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/289384779/ASPECTOS-GENERALES-CONSOLIDACION#scribd>

#### 1.4 Explotación

Es el proceso y resultado de explotar. Que puede traducirse como sacar provecho, refiere a apropiarse de las ganancias o beneficios de un sector industrial o de una actividad comercial y a abuso de las cualidades de un individuo o de un contexto.<sup>4</sup>

#### 1.5 Procesamiento

El procesamiento es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejorar la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema. El concepto puede emplearse en una amplia variedad de contextos, como por ejemplo en el ámbito jurídico, en el de informática o en el de la empresa. Es importante en este sentido hacer hincapié que los procesos son ante todo procedimientos diseñados para servicio del hombre en alguna medida, como una forma determinada de accionar.<sup>5</sup>

#### 1.6 Suministrar

Dar o proporcionar a una persona o entidad una cosa que necesita.<sup>6</sup>

#### 1.7 Producción

Fabricación o elaboración del producto mediante el trabajo.

---

<sup>4</sup> WORDPRESS.ORG. 2013. Definición de Explotación. Disponible en:  
<http://definicion.de/explotacion/>

<sup>5</sup> DEFINICION.MX. 2012. Definición de Procesamiento. Disponible en:  
<http://definicion.mx/proceso/>

<sup>6</sup> THEFREEDICTIONARY. 2013. Definición de Suministrar. Disponible en:  
<http://es.thefreedictionary.com/suministrar>

Es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios.<sup>7</sup>

### **1.8 Sistema de Producción**

Es aquel sistema que proporciona una estructura que agiliza la descripción, la ejecución, y el planteamiento de un proceso industrial. Estos sistemas son los responsables de la producción de bienes y servicios en las organizaciones. Los administradores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de transformación que se emplean. De la misma manera los sistemas de producción tienen la capacidad de involucrar las actividades y tareas diarias de adquisición y consumo de recursos.<sup>8</sup>

### **1.9 Recursos de la Empresa**

Son todos aquellos elementos que se requieren para que una empresa pueda lograr sus objetivos.

Se clasifican en: Recursos humanos, recursos financieros, recursos materiales, recursos técnicos o tecnológicos.<sup>9</sup>

### **1.10 Capacidad de Producción**

La capacidad productiva es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada. El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite analizar el

---

<sup>7</sup> Wikipedia. 2015. Producción en Economía. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Producci%C3%B3n\\_\(econom%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Producci%C3%B3n_(econom%C3%ADa))

<sup>8</sup> Wikipedia. 2015. Sistema de Producción. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_producci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_producci%C3%B3n)

<sup>9</sup> Slideshare. 2016. Recursos de la Empresa. Disponible en: <https://es.slideshare.net/pepelucholuyoluyo/14-va-semana-rh-rf-rm-rt-re>

grado de uso que se hace de cada uno de los recursos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos.<sup>10</sup>

### 1.11 Utilización

Es el valor de la capacidad de producción que en realidad se están utilizando en un período específico de tiempo. La tasa de utilización de la capacidad se mide en porcentajes y se ajusta para reflejar la aptitud de producción de diversos bienes de capital y de recursos naturales de los productores, así como fábricas, servicios públicos y similares. Aunque la menor tasa de rendimiento de utilización de la capacidad potencial de aumento de la producción, ochenta y cinco por ciento tiende a ser un importante punto de referencia de valor.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{tasa de producción promedio} \times 100\%}{\text{Capacidad máxima}}$$

## 2. SIMULACION

### 2.1 Definición

La simulación es una herramienta de la investigación de operaciones que nos permite conocer y analizar el comportamiento de un sistema real o propuesto, para decidir cursos de acción, aceptarlo o rechazarlo. Asimismo, de gran utilidad para la toma de decisiones.<sup>11</sup>

### 2.2 La simulación como herramienta

Se considera a la simulación como un proceso que consiste en construir un modelo descriptivo de un sistema real, con el propósito de estudiar el

<sup>10</sup> Wikipedia. 2015. Capacidad de Producción. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad\\_de\\_producci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_de_producci%C3%B3n)

<sup>11</sup> S.L., 2015. <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-simulacion-como-herramienta-optimizacion-investigacion-13095097>

comportamiento de dicho sistema a través del tiempo; con la ventaja de que no es necesario interrumpirlo (si es muy costoso), destruirlo (si se desea saber sus límites máximos de resistencia) o construirlo (si es sólo un propuesto).

La simulación debe ser considerada como una de las mejores herramientas para observar un sistema real en operación, con la ventaja de que no es necesario detener todo el sistema para poder analizarlo. Los modelos de simulación son una alternativa a los modelos matemáticos, y la simulación es utilizada cuando los sistemas que se están analizando son muy complejos y no es posible obtener una solución analítica.

### **2.3 Modelos analíticos contra modelos de simulación**

Ambos modelos tienen características propias que representan ventajas y desventajas respecto al otro, por lo cual se expone la siguiente comparación:

#### **2.3.1 Modelos Analíticos**

- Representan por lo general situaciones estáticas del problema; es decir se asume que las condiciones son constantes en el tiempo durante el periodo de estudio.
- Los resultados llevan a obtener una solución óptima para el problema y para lograr un solo objetivo, con lo cual se sacrifican otros objetivos secundarios.
- En los modelos analíticos no es posible considerar situaciones aleatorias que podrían ocurrir en un sistema; por lo tanto, el analista

se ve forzado a usar tiempos promedios de proceso u otros indicadores que pueden producir resultados engañosos.

- Son incapaces de resolver problemas de gran aleatoriedad.<sup>12</sup>

### 2.3.2 Modelos de Simulación

- Proporcionan una medida cuantitativa del desempeño del sistema, tal como el porcentaje de utilización de los recursos, o los tiempos de ciclo, etcétera. La simulación es una herramienta de evaluación de escenarios que permiten al diseñador del experimento conocer que alternativas de diseño y estrategias operativas tienen mayor impacto en el desempeño del sistema.
- Determinan como el sistema responde a cambios de estructura y ambiente, o bajo ciertos supuestos.
- La simulación es usada para probar la efectividad de un sistema en particular. Pero por si misma no resuelve un problema u optimiza un diseño. Ayuda a evaluar una solución pero no genera solución alguna. La solución solo puede ser conseguida a través de la experimentación, corriendo y comparando los resultados de las soluciones alternativas.
- A diferencia de los modelos analíticos, la simulación hace posible monitorear las más complejas fluctuaciones estadísticas e interdependencias del sistema.
- Ayuda a eliminar las ineficiencias ocultas en un modelo analítico que solo se detectan cuando el sistema está en operación; es decir, cuando es demasiado tarde.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Torres Vega, 2010

<sup>13</sup> Ídem.

## 2.4 Software Arena 14.0

Arena es un modelo de simulación por computadora que nos ofrece un mejor entendimiento y las cualidades del sistema, ya que además de representar el sistema efectúa automáticamente diferente análisis del comportamiento y facilita la disponibilidad del software el cual está formado por módulos del lenguaje de simulación.

El software Arena es una herramienta de simulación de eventos discretos describe un proceso con una serie de eventos únicos, específicos de tiempo. Estos modelos flexibles, basados en la actividad pueden ser utilizados eficazmente para simular cualquier proceso. Durante 30 años, Arena ha sido el software de simulación de eventos discretos líder en el mundo.

Mediante este software el usuario construye su modelo mediante la colocación de módulos que representan procesos o lógica. Las líneas de conexión se utilizan para unir estos módulos entre sí y especifican el flujo de las entidades definidas. Mientras que los módulos tienen acciones específicas relativas a las entidades, flujo y temporización, la representación exacta de cada módulo y de la entidad en relación con los objetos de la vida real está sujeta a la capacidad del modelador. Los datos estadísticos, como el tiempo de ciclo y los niveles de trabajo en proceso, se pueden grabar y emitida como informes.

Arena puede ser integrado con tecnologías de Microsoft. Incluye Visual Basic para aplicaciones de manera que los modelos se pueden automatizar

aún más si se necesitan algoritmos específicos. También es compatible con la importación de diagramas de flujo de Microsoft Visio, así como leer o dar salida a hojas de cálculo de Excel y dar acceso de bases de datos.<sup>14</sup>

## 2.5 Elementos de un modelo en arena

- **Entidades:** Son los elementos dinámicos del modelo, habitualmente se crean se mueven por el modelo durante un tiempo y finalmente abandonan el modelo.
- **Atributos:** Es una de las características de todas las entidades, pero con un valor específico que puede diferir de una entidad a otra, podrían tener unos atributos determinados Hora de Llegada, Fecha de entrega, Prioridad y Color para indicar esas características para cada entidad individual.
- **Variables (Globales):** Una variable es un fragmento de información que se refleja alguna característica del sistema independientemente de las entidades que se muevan por el modelo.

Existen dos tipos de variables:

- Variables prefijadas de Arena.
  - Variables definidas por el usuario.
- **Recursos:** Las entidades compiten por ser servidas por recursos que representan cosas como personal, equipo. Una o varias unidades de un

---

<sup>14</sup> Arena Simulation Software - Rockwell Automatic. 2014. Software disponible en: <https://www.arenasimulation.com/>

recurso libre son asignadas a una entidad y son liberadas cuando terminan su trabajo. Una entidad podría recibir simultáneamente servicio de varios recursos (por ejemplo una máquina y un operario).

- **Colas:** Cuando una entidad no puede continuar su movimiento a través del modelo, a menudo porque necesita un recurso que está ocupado, necesita un espacio donde esperar que el recurso quede libre. En Arena, cada cola tendrá un nombre y podría tener una capacidad para representar, por ejemplo, un espacio limitado de almacenamiento.
- **Acumuladores de estadística:** Para obtener las medidas de eficiencias finales, podría ser conveniente hacer un seguimiento de alguna de las variables intermedias en las que se calculan estadísticas. Todos los acumuladores deberían ser inicializados a 0, y cuando sucede algún hecho en el sistema, se tendrán que actualizar los acumuladores afectados.
- **Eventos:** Un evento es algo que sucede en un instante determinado de tiempo en la simulación, que podría hacer cambiar los atributos, variables, o acumuladores de estadísticas.
- **Reloj de la Simulación:** El valor del tiempo transcurrido se almacena en una variable denominada de reloj de simulación. Este reloj seguirá avanzando de evento en evento, ya que al no cambiar nada entre eventos, no es necesario gastar tiempo llegando de uno a otro.

### 3. AGREGADOS DE CONCRETO

#### 3.1 Definición

Generalmente se entiende por "agregado" a la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados:

*“Son todos aquellos materiales líticos que debidamente fragmentados y clasificados sirven para incorporarse a un hormigón (llámese asfáltico o hidráulico) para efectos básicamente de llenante o para ocupar un volumen; además tienen utilidad en otros usos ingenieriles debido a sus características físicas como en enrocado de presas, obras de protección de costas, márgenes de ríos y mares. Hacen parte de los agregados las arenas, las gravas y los triturados”<sup>15</sup>*

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto; son por tanto materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Estos agregados son extraídos y procesados en una planta de concreto, la cual se encarga de extraer la piedra como materia prima y convertirla en diferentes tipos de agregados, tanto fino como grueso que servirá a su vez

---

<sup>15</sup> ONUDI. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) Manual de uso de agregados de Concreto en el Sector Minero. Bogotá. S. Edit. 2010. Pág. 28.

para la producción, comercialización y distribución de concreto premezclado, concreto asfáltico y agregados de cantera dirigido a la construcción de obras civiles de concreto premezclado de acuerdo con los planos y requerimientos presentes en cada proyecto.

### 3.2 Origen de los Agregados de concreto

Los agregados naturales provienen de las rocas y se obtienen por un proceso de fragmentación natural como el intemperismo y la abrasión o mediante un proceso físico mecánico hecho por el hombre; en ambos casos conservan las propiedades físicas: densidad, porosidad, textura, resistencia al intemperismo y composición mineralógica de la roca madre.

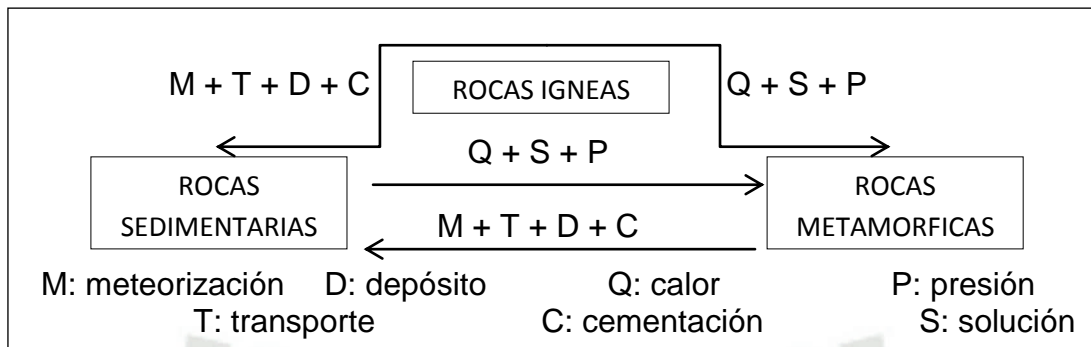
*“Las rocas originales o ígneas se produjeron por fenómenos geológicos internos de la tierra al solidificarse el magma que es una mezcla heterogénea de diversos silicatos, y posteriormente por fenómenos geológicos externos como la meteorización, con el tiempo se formaron las rocas sedimentarias. Posteriormente las rocas sedimentarias e ígneas al sufrir procesos de presión y temperatura formaron las rocas metamórficas”<sup>16</sup>.*

Este proceso se conoce como un ciclo geológico de las rocas y puede observarse en el siguiente diagrama:

---

<sup>16</sup> Rodríguez. P. Los Recursos Naturales en el Perú. Lima. Edit. Santillana. 2011. Pág. 43

**GRÁFICO Nº 1**  
**Ciclo Geológico de las rocas**



Fuente: Tarbuck, 2013

A. Rocas ígneas: La mayor parte de la corteza terrestre está formada por rocas ígneas y de ellas se forman las otras rocas por lo cual son llamadas originales. Estas se definen como: *“Aquellas materiales pétreos que se han formado mediante el enfriamiento y solidificación del magma, luego de haber sido éste arrojado a la superficie terrestre, o cristalizado a cierta profundidad en la corteza terrestre”*<sup>17</sup>

Dentro de estas rocas se utilizan como materiales de construcción, principalmente los granitos, las sienitas, los basaltos, las diabasas y algunos pórfidos de notable resistencia por lo que su explotación ofrece alguna dificultad.

B. Rocas Sedimentarias: son aquellos materiales pétreos formados por erosión de rocas y sustancias pre-existentes que se depositan mediante acumulación mecánica, química u orgánica de restos de roca y compuestos orgánicos que se cimentan total o parcialmente; son las rocas más utilizadas en el territorio nacional, siendo empleadas en

<sup>17</sup> Martínez Alier, J. & Schlupman, K. La ecología y tipos de rocas. México. Fondo de Cultura Económica. 2010. Pág. 66.

mayor cantidad las de origen mecánico como conglomerados y areniscas; algunas formadas por precipitación química como el travertino, y los depósitos recientes no consolidados en los cauce de ríos y quebradas conformados por arenas y gravas. Las calizas presentan un rubro importante en las industrias de cemento, vidrio, abonos y cal.

c. Rocas Metamórficas: son las rocas ígneas o sedimentarias que han sufrido recristalización en estado sólido ante elevadas presiones y temperaturas, fenómenos de especial ocurrencia en profundidades terrestres o contiguo a volcanes; de éstas rocas se utilizan los mármoles, algunos esquistos y la cuarcita, constituyéndose el mármol como el material decorativo de mayor empleo. Las pizarras presentan utilidad ingenieril siempre y cuando no estén muy meteorizadas. *“Las rocas ígneas y metamórficas son las de mejor calidad como materiales de construcción. Las rocas se usan, sobre todo, en la construcción de edificios, de carreteras y de puentes”<sup>18</sup>.*

Algunas rocas se usan como fuente de energía. Por ejemplo los carbones, el petróleo y el gas. Además de las rocas que se encuentran ya troceadas en la naturaleza, se pueden obtener gravas a partir de rocas machacadas en las canteras. Como las arenas o áridos finos y las gravas.

---

<sup>18</sup> Gallegos, Héctor. La Naturaleza de los agregados de concreto. Lima. Edit. Talleres Gráficos. 2009. Pág. 89.

Las Arenas se forman cuando piedras de tamaño más grande son arrastradas en la corriente del río y estas chocan a su vez con otras piedras y se van partiendo hasta llegar a formar granos de arena. El agua es un tipo de erosión (es que destruye) y va rompiendo rocas poco a poco hasta que se convierten en arena, por eso en los ríos, playas, lagos hay arena, porque el agua choca.

Las arenas y gravas son dos materiales que sólo difieren en el tamaño de sus partículas. Se utilizan en la construcción de carreteras, para hacer superficies planas antes de añadir el asfalto, para mezclarlas con cemento y hacer así el mortero que utilizan los albañiles para unir los ladrillos. Las arenas de cuarzos, mediante su fusión y su posterior enfriamiento, sirven para fabricar el vidrio. Las arenas y las gravas se pueden obtener de las playas y de las orillas de los ríos. También pueden ser obtenidas mediante la trituración de otras rocas.

### 3.3 Clasificación de los agregados

Según su procedencia los agregados se clasifican en:

- A. Agregados naturales: Son los que provienen de la explotación de canteras o son producto del arrastre de los ríos. Según la forma de obtenerse se dividen en material de cantera y material de río; este último al sufrir los efectos de arrastre, adquiere una textura lisa y una forma redondeada que lo diferencian del material de cantera que por el proceso de explotación tiene superficie rugosa y forma angulosa. El material que

se obtiene como producto de la trituración de los sobre tamaños del material de río.

- B. Agregados artificiales: Estos agregados se obtienen a partir de productos y procesos industriales, tales como arcillas expandidas, escorias de altos hornos, limaduras de hierro, etc. En algunos casos para ciertos tipos de concreto de baja resistencia, se suelen utilizar algunos residuos orgánicos como cascarilla de arroz, de palma, café, etc., mezclados con los agregados naturales para abaratar los costos del concreto y del mortero.

Por otro lado, en general los dividen en dos grupos agregados finos y agregados gruesos.

*“Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm”<sup>19</sup>.*

Los agregados utilizados en el concreto se pueden clasificar en: agregado grueso, fino y hormigón (agregado global).

- a. Agregado fino, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

---

<sup>19</sup> Rivas, Enrique. Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima. Edit. ACI. 2012. Pág. 75

b. El agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

c. El hormigón, es el material conformado por una mezcla de arena y grava este material mezclado en proporciones arbitrarias se encuentra en forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal cual se extrae en la cantera.

Otra clasificación es la que se hace según el tamaño, se muestra en la siguiente tabla.

**CUADRO N° 2**  
**Clasificación según el tamaño**

TAMAÑO DE LA PARTICULA EN mm	DENOMINACION CORRIENTE	CLASIFICACION
Pasante del tamiz N° 200 inferior a 0.002 mm Entre 0.002 – 0.074 mm	Arcilla Limo	Fracción fina o finos
Pasante del tamiz N° 4 y retenido en el tamiz N° 200 Es decir entre 4.76 mm y 0.074 mm	Arena	Agregado fino
Retenido en el tamiz N° 4 Entre 4.76 mm y 19.1 mm (N° 4 y 3/4") Entre 19.1 y 50.8 mm (3/4" y 2") Entre 50.8 mm y 152.4 mm (2" y 6") Superior a 152.4 mm (6")	Gravilla industrial Grava Piedra Rajón, Piedra bola	Agregado grueso

Fuente: JASON, 2009

En forma específica según la utilización de los materiales en construcción se conocen en el mercado diferentes tipos de agregados obtenidos después de la extracción son: Arena, Grava o Canto Rodado, Piedra Bruta, Piedra Picada, Piedra de Rechazo, Arrocillo, cuyo uso está dirigido esencialmente a la fabricación de concreto premezclado, bloques de concreto, mezcla para friso, preparados asfálticos y en general, a la de

todo tipo de materiales de albañilería y construcción que requiera su utilización. Diferenciándose los procesos y tecnologías para la obtención de cada una de ellos.

**A. Arena:** Es el agregado más utilizado en la construcción; sus usos más frecuentes son para morteros de cemento, pañetes, concretos simples y armados, bases de pisos, llenante en la construcción de vías y preparación de asfaltos; se clasifican en tres tipos:

\*Arenas naturales: Son extraídos de depósitos geológicos naturales.

\*Arenas de dragado: Son los que se extraen de ríos, lagos o mares.

\*Arenas de trituración: Son los resultantes del proceso de trituración de los agregados gruesos.<sup>20</sup>

La Arena o árido fino es la que sus granos pasan por un tamiz de mallas de 0.32 mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.16 mm. Cuando la Arena es gruesa se utiliza con gravilla para la fabricación del concreto para pisos. Y si la Arena es fina, el uso más común es para los trabajos generales de construcción o albañilería, y trabajos de mampostería. Es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituración de las mismas; es un agregado fino de uso extendido y frecuente en la construcción, puede extraerse de los ríos o lagos, en algunas ocasiones se encuentra en los depósitos volcánicos, o puede provenir a partir de roca triturada por medios mecánicos, cuando el

---

<sup>20</sup> UNI. Tecnología del concreto para Residentes, Supervisores y Proyectistas. Lima. S. Edit. 2012. Pág. 84

hombre simula las fuerzas que provocan la desintegración química y mecánica de la rocas bajo meteorización y abrasión.

*“La propiedad fundamental de la arena proviene de su capacidad para reducir las fisuras que aparecen en la mezcla al endurecerse, cuando la arena está constituida por partículas pequeñas de rocas trituradas, en especial cuando se trata de rocas silíceas, su uso frecuente será para la elaboración de mortero y concreto; puede extraerse del cauce de los ríos o de depósitos sedimentarios o por la trituración fina de la piedra de las canteras, que son generalmente cuarcitas”<sup>21</sup>.*

Para su uso se clasifican las arenas por su tamaño. A tal fin se les hace pasar por unos tamices que van reteniendo los granos más gruesos y dejan pasar los más finos.

Arena gruesa: es la que sus granos pasan por un tamiz de 5 mm de diámetro y son retenidos por otro de 1.25 mm. Las arenas de granos gruesos dan, por lo general, morteros más resistentes que las finas. Arena media: es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 1.25 mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.32 mm.

**B. Grava o Canto Rodado:** La grava es el resultado de la fragmentación de rocas, que puede ser de manera natural (proceso mecánico de circulación del agua a través de un lecho, canal, o cuenca) o producido por el hombre. Es un material de propiedades de alto valor de aprovechamiento. La Grava es un material fuerte y resistente, decorativo y que tiene la característica de ser fácilmente manipulable e instalado.

---

<sup>21</sup> Danforth, Richard. Curado del concreto. México. Edit. Limusa. 2009. Pág. 23.

Agregados de granulometría menor que los triturados; según su tamaño se clasifican en:

\*Gruesa: diámetro 1.0-2.5 cm (2/5"-1"), se utiliza para conformación de base y mezcla asfáltica en concretos.

\*Mediana: diámetro 0.7-1.0 cm (7/25"-1"), de igual utilización que la gruesa.

\*Fina: diámetro 0.5-0.7 cm (1/5"-7/25"), se usa en pisos, fachadas o para concretos y asfaltos<sup>22</sup>

La Grava, se usa comúnmente para el diseño y construcción de elementos decorativos relacionados con jardines, estanques, peceras, cascadas artificiales y, en general, cualquier aplicación donde intervengan el agua y las plantas. La grava es el término que se le da en geología y construcción, a las rocas con un tamaño granular específico. Más específicamente hablando, es cualquier roca suelta con un tamaño entre 2 y 64 milímetros. Las rocas de menor tamaño están clasificadas como arena y las de mayor tamaño que la grava, son los adoquines. La grava también se divide en dos grupos: la granular, de 2 a 4 milímetros, y el guijarro, de 4 a 64 milímetros. La grava se puede llamar "piedra partida" o "piedra picada".

**C. Piedra Bruta:** La piedra Bruta es un material natural, que cumple con una doble función; por un lado, la piedra Bruta se emplea en los muros de carga, debido a que resiste muy bien el peso y tiene la capacidad de resistir la tensión y se le conoce comúnmente como piedra Bruta revuelta o mezclada. A la

---

<sup>22</sup> Ortiz, Javier. Estructuras de concreto para mejorar el medio ambiente. México. Edit. Instituto Mexicano del Concreto y el Cemento A.C. 2009. Pág., 84

pedra Bruta revuelta o mezclada también se le da el nombre de piedra para mampostería. El otro uso en la aplicación sobre los muros, dependiendo de su tamaño, para constituir recubrimiento a esta se le conoce como piedra Bruta limpia debido a que tiene una cara aparente con menos porosidad que la hace idónea para construir bardas o paredes.

**D. Gravilla:** Es una grava de diámetro reducido, constituida por una mezcla de material arena arcillosa que se utiliza tal y como sale de la explotación, es una tierra de buena calidad (no contiene materia orgánica) para ser utilizada en la construcción, se usa para afinado de pisos, para bases y sub bases de vías, en relleno y mejoramiento de terrenos para construcción. Este material se obtiene especialmente de las explotaciones de peña. Generalmente su diámetro oscila entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{3}$  de pulgada que ha sido cribada en condiciones determinadas

**E. Piedra Picada:** La Piedra Picada o triturada “*son pequeños fragmentos de rocas, pero de mayor tamaño, de uso común y generalizado*”<sup>23</sup>.

Son los agregados más gruesos que se utilizan para la preparación de concreto reforzados y conformación de bases en la construcción de vías. Se dividen en tres clases:

- De primera: utilizados en concretos y bases de vías, diámetro aprox. 2.5 cm (1”)
- De segunda: utilizándose en concretos y bases de vías, diámetro aprox. 5 cm (2”)
- De tercera: utilizándose en la afirmación de pisos, diámetro aprox. 10 cm (4”)

---

<sup>23</sup> Carrier, T. El concreto en la obra. Revista de Construcción N° 23. Bs.As. Edit. Humanitas. 2008. Pág. 71

Pueden ser el producto de la disgregación natural de las rocas o procesados a partir de procedimientos mecánicos trituración o machaqueo de las mismas que se extrae de rocas de cantera. Por lo general, se consideran a las Piedras Picadas como los áridos que quedan retenidos en un tamiz de mallas de 5 mm de diámetro. La granulometría de la Piedra Picada puede ser desde muy pequeñas y hasta grava triturada de tamaño mayor.

*“El proceso de producción de la Piedra Picada es tal que debe asegurar que las partículas constitutivas tengan un rango de tamaño de  $\frac{3}{4}$ ” aproximadamente. La piedra picada que se usa en la preparación del concreto con mayor frecuencia es la N° 1 gruesa que pasa el tamiz de 1” y se retiene en el de  $\frac{3}{4}$ ” o la N° 1 fina que pasa el tamiz de  $\frac{3}{4}$ ” y se retiene en el de  $\frac{1}{2}$ ”. La piedra picada N° 2 pasa el tamiz de 2” y se retiene en el de  $1\frac{3}{4}$ ”. Es uno de los principales componentes del concreto; por este motivo, la calidad de la piedra triturada es de vital importancia para asegurar que la estructura del concreto cumpla con su propósito”<sup>24</sup>.*

Por sus propiedades, es necesario que la Piedra Picada provenga de materiales de amplia vida útil, resistentes y sólidos mecánicamente, completamente libre de partículas contaminantes que pudieran afectar el tiempo y calidad de fraguado del concreto. En algunas zonas del país es difícil encontrar la piedra picada y se usa el canto rodado proveniente de los ríos. Se debe tomar en cuenta que esta piedra tiene superficies lisas producidas por la acción erosiva del agua, lo que reduce la adherencia de la pasta de cemento.

**F. Arrocillo:** Es el agregado obtenido en el proceso de la Piedra Picada, donde su granulometría pasa el tamiz de  $\frac{1}{2}$ ” y se retiene en el de  $\frac{1}{4}$ ”.

---

<sup>24</sup> Marsal, J. Resistencia y comprensibilidad de enrocamientos y gravas. México. Edit. Universidad Autónoma de México. 2009. Pág. 81.

**G. Piedra de Rechazo:** Se consideran como Piedra Bruta los fragmentos de roca con un diámetro ( $\emptyset$ ) inferior a 15 cm. Agregado grueso resultante de la desintegración natural y abrasión de rocas o transformación de un conglomerado débilmente cementado. Es un material asimilable a un triturado ordinario, conformado por cascarras o costras desprendidas de las piedras durante el proceso de elaboración de las mismas con formas y tamaños irregulares; es en realidad el producto del labrado de la piedra se usa de forma similar a un triturado y tienen aplicación en mampostería, confección de concreto armado y para pavimentación de líneas de ferrocarriles y carreteras.

### **3.4 Usos del material de concreto premezclado en el sector minero**

**A. Suministro de Concreto Premezclado para Minería:** el cual consiste en:

- Instalación de Planta de Concreto en obra.
- Dosificación, transporte y bombeo de concreto para obras civiles en minería.
- Suministro de concreto para losas en el interior de la mina.

**B. Relleno cementado, relleno fluido y pastefill para minería subterránea**

- Reduce el volumen de relave en superficie.
- Permite optimizar costos por TM de mineral extraído.
- Incrementa la eficiencia de la operación minera.
- Aumenta la seguridad en la operación.
- Mejora la estabilidad del macizo rocoso.
- Disminuye el daño por estallido de roca.

### **C. Tapones de concreto para cierre de mina**

- Suministro y transporte de concreto para tapones en interior mina.
- Diseños especiales de concreto.
- Preparación de la mezcla en el lugar de trabajo.
- Servicio de bombeo de concreto con equipos diesel y eléctricos.
- Soporte técnico.

### **D. Concreto para sellado de tuberías antiguas**

- Suministro de concreto para sellado de tuberías antiguas en presas de relave.
- Elaboración de diseño de mezcla de acuerdo a la necesidad del proyecto.
- Preparación de la mezcla in situ.
- Servicio de bombeo con equipos diesel.

### **E. Servicio de shotcrete:**

El shotcrete o concreto lanzado por el sistema de vía húmeda, consiste en trasladar neumáticamente por una tubería, una mezcla de concreto a la que se añade un aditivo acelerante que produce una fragua o endurecimiento inicial muy rápido, éste producto se adhiere a la superficie irregular de la mina, evitando accidentes por desprendimiento de la roca. Algunas de sus principales aplicaciones son:

- ❖ Revestimiento y soporte de túneles en minas subterráneas.
- ❖ Protección de rampas y accesos en minas subterráneas.
- ❖ Revestimiento y soporte de túneles de centrales hidroeléctricas.

- ❖ Estructuras con secciones curvas o que requieran ser construidas o tratadas con concreto lanzado.
- ❖ Protección del acero estructural.
- ❖ Estabilización de taludes y muros de contención.
- ❖ Soporte en obras viales.
- ❖ Refuerzo o reparación de estructuras de concreto deterioradas.
- ❖ Recubrimiento de canales de agua y cunetas. Tanques de agua, piscinas.<sup>25</sup>

**Ilustración N° 1**  
**Servicio de shotcrete (Concreto lanzado)**



Fuente: Unión de Concreteras S.A., 2013

## **4. PROPIEDADES DEL AGREGADO**

### **4.1 Propiedades Químicas**

Los agregados conservan la composición mineralógica de la roca que les dio origen; generalmente son inertes ya que no reaccionan químicamente con los demás constituyentes; sin embargo desde 1946 se ha venido observando una reacción química de algunos agregados con el cemento cuando se emplean dichos agregados en concretos.

---

<sup>25</sup> Camprubí. 2011. Propiedades del Agregado Disponible en:  
[http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/cadena\\_productiva\\_materiales\\_petroeos.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/cadena_productiva_materiales_petroeos.pdf)

- a. Reacción Alkali-Sílice: Los álcalis en el cemento están constituidos por el óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo normalmente, para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción. Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado.
- b. Reacción Alkali-carbonatos: Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

#### **4.2 Propiedades físicas**

Granulometría o gradación se refiere al tamaño de las partículas y al porcentaje o distribución de las mismas en una masa de agregado. Se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en hacer pasar una determinada cantidad del agregado a través de una serie de tamices estándar, dispuestos de mayor a menor. Los tamices se disponen de acuerdo a la utilización. La operación de tamizado debe realizarse según la norma NTC No.77 en la cual se describe el tamaño de la muestra a ensayar y los procedimientos adecuados para realizar un análisis granulométrico.

El agregado presenta las siguientes propiedades físicas:

a. Densidad: Esta propiedad depende directamente de la roca que dio origen al agregado. La densidad se define como la relación de peso a volumen de una masa determinada. Pero como las partículas del agregado están compuestas de minerales y espacios o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua según la permeabilidad interna, es necesario hacer diferenciación entre los distintos tipos de densidad.

Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

b. Porosidad y absorción: La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, se encuentra directamente relacionada con la adherencia y resistencia a la compresión y flexión de las partículas, así como a su comportamiento frente a problemas de congelamiento, deshielo e intemperismo.

Puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

La porosidad está asociada a la capacidad de absorción de agua u otro líquido que tienen los agregados, capacidad que depende del número y tamaño de los poros y de la continuidad de los mismos.

Según su contenido de humedad, las partículas que conforman un agregado pueden estar en los siguientes estados que muestra la figura siguiente:



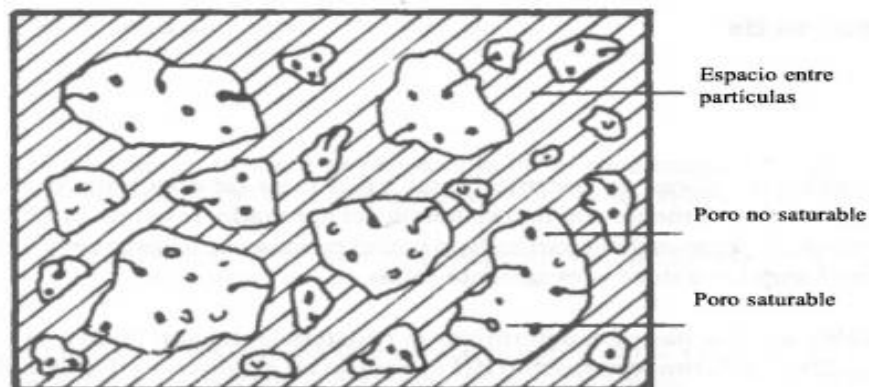
Fuente: Academia.edu, 2012

El material está seco, es decir, no tiene ni agua de absorción ni agua libre, sólo tiene el agua adsorbida, es decir el agua de constitución mineralógica, estado que se obtiene sólo cuando el material ha estado en el horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas o hasta que tenga peso constante. El siguiente material tiene alguna humedad, es decir los poros tienen agua absorbida; es el caso del material al medio ambiente. En el tercer caso el material tiene todos los poros saturados pero está superficialmente seco; se produce cuando el material ha sido

sumergido mínimo 24 horas y se seca superficialmente. Y el material está saturado y posee agua libre que da a las partículas una película brillante.

- c. **Masa unitaria o peso unitario:** Se define como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupan estas partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido. Es decir, el material dentro del recipiente sufre un acomodo de las partículas dejando el menor espacio entre ellas; el mayor peso unitario se tendrá cuando quepa más material dentro del mismo volumen, lo que depende naturalmente de la granulometría, tamaño, forma y textura del agregado.

**Ilustración N° 3**  
**Esquematzación del peso volumétrico**



Fuente: CivilGeeks, 2013

- d. **Humedad:** Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

### 4.3 Propiedades Resistentes

- a. **Resistencia:** La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del

agregado influyen sobre la resistencia. Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

Según su resistencia a la compresión simple, la roca se puede clasificar:

**CUADRO Nº 3**  
**Resistencia**

DESCRIPCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE (Kg/cm <sup>2</sup> )
Resistencia muy alta	> 2250
Resistencia alta	1120 – 2250
Resistencia media	560 – 1120
Resistencia baja	280 – 560
Resistencia muy baja	< 280

Fuente: Monografías.com, 2013

**b. Tenacidad:** Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.

**c. Dureza:** Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes. Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

**d. Adherencia:** Ya sea en el concreto hidráulico o en el concreto asfáltico la adherencia del agregado es una característica importante, porque la

resistencia y durabilidad de estos concretos depende en gran parte del poder de aglutinamiento del agregado con el material cementante (pasta de cemento o asfalto). La adherencia del agregado depende de la forma, textura y tamaño de las partículas. No existe un método para medir la adherencia de un agregado con el cemento, pero la adherencia de un agregado con el asfalto si puede medirse mediante una norma británica que consiste esencialmente en determinar el grado de amarre del asfalto con los agregados que se van a utilizar en el campo.

**e. Módulo de elasticidad:** Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones. El módulo elástico se determina en muy inusual su determinación en los agregados, sin embargo el concreto experimentará deformaciones, por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. El valor del módulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse.

**CUADRO Nº 4**  
**Valores de módulos elásticos**

Tipo de Agregado	Módulo Elástico
GRANITOS	610000 kg/cm <sup>2</sup>
ARENISCAS	310000 kg/cm <sup>2</sup>
CALIZAS	280000 kg/cm <sup>2</sup>
DIABASAS	860000 kg/cm <sup>2</sup>
GABRO	860000 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Monografías.com, 2011

## 5. LA CADENA PRODUCTIVA DE MATERIALES CONCRETOS EN EL USO MINERO

En los últimos años ha sido recurrente en la literatura económica el tema vinculado al beneficio de intentar ampliar la eficiencia de la producción de bienes y servicios mediante la articulación de actividades y procesos productivos, como parte integrante de una cadena de valor, ya que ha quedado demostrada la hipótesis que correlaciona positivamente la organización en etapas de los procesos de producción con la aparición de sinergias favorables, exteriorizadas estas últimas, en incrementos en la competitividad, en la creación de valor de los sectores involucrados y en la satisfacción de los requerimientos de los agentes económicos participantes.

Aunque la comercialización de estos productos es amplia en el sector de la construcción, el auge minero ha resaltado la importante demanda de estos productos.

*“Los estudios de cadenas de valor se aplican también en lo específico para empresas sin importar su tamaño, que al identificar sus oportunidades con base en el desglose de los grandes rubros de logística interna, operaciones, logística externa, mercadotecnia y ventas, y servicio, pueden conocer y decidir su integración a cadenas más grandes de manera vertical u horizontal, para aprovechar ventajas competitivas”<sup>26</sup>.*

Para los fines de este estudio, se considera que la cadena productiva concluye cuando se efectúa la venta del intermediario o materialista hacia el consumidor

---

<sup>26</sup>Fernández, Roger. El Sector Minero en México: Diagnóstico, Prospectiva y Estrategia. México. *Edit.* Centro de Estudios de Competitividad. Instituto Tecnológico Autónomo de México, ITAM. 2004. Pg. 56.

final, que en este caso es la minera, haciendo la entrega del volumen acordado mediante una flotilla propia para la distribución.

## **6. ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN, PROCESAMIENTO Y SUMINISTRO DE AGREGADOS DE CONCRETO**

### **6.1 Localización**

La localización define el emplazamiento geográfico de una Planta de Extracción y Procesamiento de agregados de concreto debe determinarse en base al análisis de los factores que influyen para determinar su ubicación, siempre con el propósito de obtener el máximo beneficio. La ubicación geográfica de planta debe ser de fácil acceso, con una vialidad adecuada y relativamente cercana y dotada de los servicios indispensables. Además, el sitio debe gozar de una serie de privilegios o servicios tales como electricidad, agua potable, etc.

### **6.2 Tamaño**

Se conoce como tamaño de una planta industrial la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en la cantidad producida por unidad de tiempo, es decir volumen, peso, valor o unidades de producto elaborados por año, mes, días y turno, hora, etc. “En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de

materia prima que se procesa”<sup>27</sup>. El tamaño de cualquier Empresa Industrial está determinado, básicamente, por la magnitud de la demanda insatisfecha del producto a elaborar (actual y futura), características y costo de la tecnología, mercado de las materias primas, disponibilidad de mano de obra, entre otros.

El tamaño de la planta básicamente está definido por los diferentes sitios o regiones productoras del producto existente que cubra la demanda de la planta por todo el periodo de estudio. El tamaño de la planta se mide por la capacidad de producción de los equipos en conjunto por unidad de tiempo. La instalación de la Empresa de Extracción y Procesamiento debe constar de una línea de producción para Extraer anualmente del lecho del río a cielo abierto (cantera) en el promedio previsto.

### 6.3 Tecnología

*“Es muy importante definir la tecnología a emplear teniendo en cuenta que sea de calidad, fácil manejo y lo más sofisticada posible; para su instalación se deberá contar con la presencia de profesionales especializados en maquinarias, equipos, implementos y herramientas”<sup>28</sup>.*

Así también se tendrá en cuenta el costo de honorarios, así como sus gastos de traslado y estadía, forman parte del costo total de la adquisición de los mismos, que incluye también un lote inicial de repuestos. Hay que hacer referencia que, a objeto de cubrir gastos imprevistos y costos

---

<sup>27</sup> Sánchez, D. Tecnología del concreto y del mortero: Tamaño y capacidad de producción. Colombia. Edit. Bhandar Editores LTDA. 2009. Pag. 64

<sup>28</sup> PAREDES, L. Manual de instalación, equipamiento y tecnología de agregados. Venezuela. Edit. OMEGA. 2010. Pág. 128.

derivados de estructuras provisionales utilizadas durante la etapa de instalación y montaje, viajes para contratar las maquinarias y equipos entre otros, será necesario agregar varios renglones como costo de importación al valor de los activos adquiridos.

#### 6.4 Ingeniería del Proyecto de una planta de concreto

Como el objetivo central es la excavación, nivelación, remoción y extracción de la materia prima (granzón bruto), con la finalidad de procesarlo y extraer sus derivados para la construcción de obras civiles la ingeniería del proyecto está en el deber de tomar las correcciones previas que estipulan la Ley Orgánica del Ambiente para prevenir y mitigar los daños ambientales que arrojan los trabajos realizados en el área asignada a la extracción de materia prima<sup>29</sup>. La ejecución del proyecto implica realizar las siguientes actividades:

- a. Construcción de una infraestructura con los requerimientos sanitarios de la empresa.
- b. Selección y adquisición de las maquinarias, equipos, implementos y herramientas equipos para la instalación de la tecnología de la planta.

Sin duda, en el entorno descrito,

*“La adquisición de maquinaria y equipo constituye un reto de la mayor importancia debido a las dificultades de la selección adecuada, misma que debería considerar las características del yacimiento, la demanda actual y futura en el mercado, así como*

---

<sup>29</sup> Suárez, J. Técnicas y herramientas para optimizar procesos, disminuir costos y mejorar la rentabilidad de la empresa. Venezuela. Edit. UNEXPO. 2013. Pag. 122.

*aspectos relativos al mantenimiento y renovación, lo cual modifica el costo de adquisición*<sup>30</sup>.

Se debe presentar el listado de las maquinas, equipos, herramientas, utensilios, mobiliarios e insumos que habitualmente se usan en una Empresa de Extracción y Procesamiento de agregados.

- c. Capacitación del personal técnico y obrero que operarán en la planta y comercialización de los productos. La capacitación y adiestramiento técnico del recurso humano que participa en la cadena productiva del material pétreo, posee tanto o más relevancia que la adquisición de la maquinaria, equipo e infraestructura. Con estos se mejora el aprovechamiento de los recursos naturales y humanos disponibles la zona donde se ubicará la Empresa de Extracción y Procesamiento
- d. Descripción de edificación. Este tipo de Industria requiere la construcción de una serie de ambientes, con características especiales que permitan una combinación adecuada de todos los factores de producción (capital, recursos humanos, tecnología, materia prima, insumos, entre otros) a fin de obtener un producto(s), que facilite el manejo de materiales, reduzca los costos, seguridad y calidad<sup>31</sup>. En estos ambientes o áreas, los cuales pueden estar a cielo abierto o techada, se deben presentar servicios que tienen un impacto directo e indirecto en la producción del bien o servicio.

---

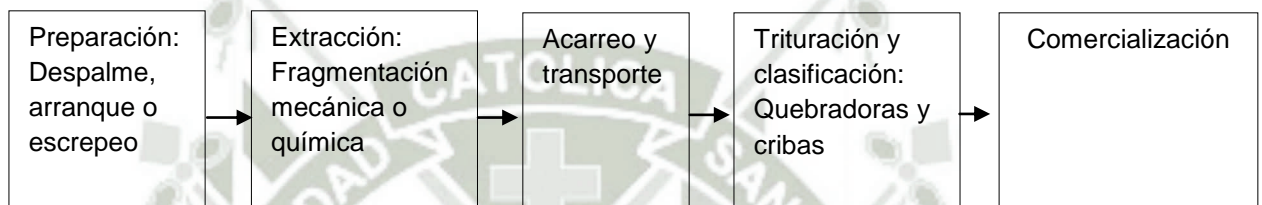
<sup>30</sup> Camacho, Patricia. Guía Metodológica para el análisis de Cadenas Productivas de Petreos. Ecuador. Edit. Plataforma. 2011. Pág., 34.

<sup>31</sup> Kosmatka, S. & Panarese, W. Diseño y control de mezclas de concreto. Mexivco. Edit. Instituto Mexicano de Cemento y del Concreto, A.C. 2010. Pag. 73.

El tener la infraestructura física adecuada asegura el desempeño de las actividades productivas, además de implementarse paralelamente un programa de mantenimiento y conservación.

e. Proceso productivo:

**Ilustración N° 4**  
**Proceso productivo**



Fuente: Machinery, 2007

El proceso productivo se inicia en la extracción del material existente en la cantera. Desde la cantera, se deberá transportar el material hasta el área de proceso donde estarán ubicadas las instalaciones previstas, para su clasificación y cuando se proceda a lavar las arenas si es el caso, en donde pasara por el procesamiento para finalmente los productos producidos por los equipos son: de tratamiento y clasificación será: Arena, Grava o Canto Rodado y Piedra Bruta. El rechazo (Piedra Bruta), es destinado a la Línea 2 (Trituración), donde comienza el otro proceso. La planta de Trituración incluye alimentador vibratorio, trituradora de mandíbula, trituradora de cono, criba vibratoria, transportador con correa y el sistema de control de eléctrica central, etc.

f. Descripción de las Operaciones del Proceso. Para cada tipo de producto obtenido, hay uno o más procesos de obtención, cada uno de los cuales presenta problemas específicos en relación con el control de procesos y

generación de residuos. Es posible, sin embargo, identificar algunos procesos unitarios básicos, que se repiten en los diferentes procesos de industrialización y que tienen características similares. En este punto se describen de manera general las operaciones de proceso a la cual deben someterse las diversas materias primas para ser transformadas en productos terminados.

- g. Líneas y capacidad de Producción. Viene dada por la capacidad instalada de producción de una empresa. “Esta capacidad se determina en la cantidad producida por unidad de tiempo, es decir, volumen, peso y valor o unidades de productos elaborados por días, semana, mes, turno, horas, este caso es aplicable a plantas industriales”<sup>32</sup>.
- h. Capacidad Instalada. Es importante para todo análisis de capacidad conocer el rendimiento que pueda tener la materia prima o material bruto para la obtención del producto final, ya que se puede determinar el requerimiento de materia prima y la capacidad de procesamiento del insumo.
- i. Capacidad Utilizada. Se establece que el tiempo de cada jornada determinando cual la capacidad de producción total de la Planta de Extracción y Procesamiento.
- j. Descripción y Distribución de las maquinarias, equipos, implementos y herramientas. Los equipos de una Planta de Extracción y Procesamiento de agregados, considerando que la planta debería trabajar con altos volúmenes para un rápido retorno financiero y transportar ese material

---

<sup>32</sup> Fernández, M. II Congreso Iberoamericano de Patología de la Construcción. Venezuela. Mayo del 2011.

procesado a distancias consideradas, se desarrollaron las instalaciones, con una variedad de capacidades de producción.

k. Evaluación: Se resume en tres criterios fundamentales:

\*Alta reducción en el valor de la inversión.

\*Mantenimiento de todas las características de calidad técnica y opcional.

\*Mitigación ambiental<sup>33</sup>.

## 7. IMPACTO AMBIENTAL

Los impactos negativos potenciales sobre la calidad del aire, provenientes de todos los procesos de extracción y procesamiento de agregados de concreto, y sobre la calidad del agua, requieren que las instituciones apoyen la operación y supervisión eficiente del control de la contaminación, y la reducción de los desperdicios. Los impactos ambientales negativos de las operaciones ocurren en las siguientes áreas del proceso: manejo y almacenamiento de los materiales (partículas), molienda (partículas), y emisiones durante el enfriamiento del horno y la escoria (partículas o "polvo del horno", gases de combustión que contienen monóxido y dióxido de carbono, hidrocarburos, aldehídos, cetonas, y óxidos de sulfuro y nitrógeno).

*“Los contaminantes hídricos se encuentran en los derrames del material de alimentación del horno (alto pH, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, principalmente potasio y sulfato), y el agua de enfriamiento del proceso (calor residual). El escurrimiento y el líquido lixiviado de las áreas de almacenamiento de los materiales*

---

<sup>33</sup> Porrero, J., Salas, R., Grases, J., Ramos, C., y Velazco, G. (2009). Manual de concreto. Venezuela: Edit. SIDETUR. Pag. 127

*y de eliminación de los desechos puede ser una fuente de contaminantes para las aguas superficiales y freáticas*<sup>34</sup>.

El polvo, especialmente la sílice libre, constituye un riesgo importante para la salud de los empleados de la planta. Es peligroso exponer a los empleados a niveles altos de ruido. El ruido y el tráfico de los camiones pueden ser molestias para la comunidad circundante.

Entre las principales contaminantes que se producen se tienen:

- a. Contaminación hídrica debido a los efluentes y el agua de enfriamiento o el escurrimiento de las pilas de desechos.
  - Planta: Sólidos Totales Suspendidos, Sólidos Totales Disueltos, temperatura, pH.
  - Escurrimiento de las pilas de acopio: Sólidos Totales Suspendidos, pH.
- b. Emisión de partículas a la atmósfera provenientes de todas las operaciones de la planta: trituración, manejo de materiales, hornos, enfriadores de escoria.
- c. Emisión de partículas de las fuentes que se encuentran a nivel de la tierra (partículas de polvo fugitivo), caminos, pilas.
- d. Puede agravar la erosión/sedimentación de los ríos, si las operaciones se realizan de manera incontrolada o sin restricciones.
- d. Exposición de los trabajadores al ruido excesivo<sup>35</sup>.

---

<sup>34</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MONTERREY. "Sistemas de gestión ambiental ISO 14000". México. 2009. Pág. 78.

<sup>35</sup> Banco Mundial. Cemento Manufacturero. 2007. Banco Mundial. Pág. 57.

## 8. COSTE/BENEFICIO DE PROYECTOS

### 8.1 Definición

El análisis coste beneficio se define como:

*“Una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que se pueden hacer en un negocio en marcha tales como el desarrollo de nuevo producto o la adquisición de nueva maquinaria”<sup>36</sup>.*

La mayor parte de los datos sobre los costes y beneficios del proyecto viene dado por el análisis financiero. Este análisis proporciona al examinador información esencial sobre los consumos intermedios y los bienes producidos, así como sobre los precios de los mismos y la estructura global de los ingresos y gastos.

El análisis financiero de coste beneficio tiene por objeto utilizar las previsiones de flujos de caja del proyecto para calcular tasas de rendimiento apropiado a través de la Tasa de Rendimiento Financiero sobre el coste de la inversión (TIRF/C) y sobre el capital (TIRF/K), así como el valor actual neto financiero correspondiente (VANF).

El análisis financiero consta de una serie de cuadros que recogen los flujos financieros de la inversión: de inversión total, gastos e ingresos de explotación, fuentes de financiación y análisis de flujos de caja a efectos de sostenibilidad financiera.

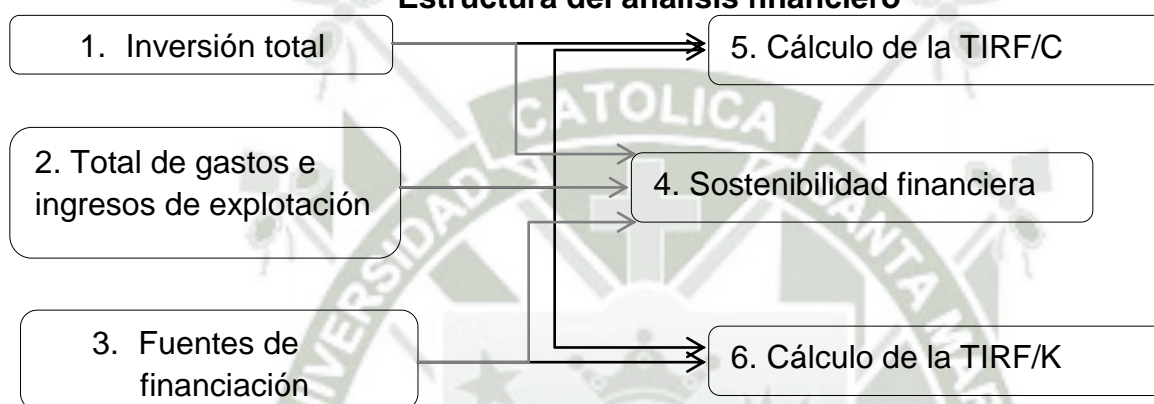
---

<sup>36</sup> ITURRIOZ, Javier. Análisis Coste-beneficio. Diccionario Económico. En: <http://www.expansion.com> (23-08-2014)

En último término, el análisis financiero debe plasmarse en dos cuadros fundamentales:

- a. Rendimiento de la inversión: Capacidad de cubrir los costes de inversión mediante los ingresos netos de la explotación.
- b. Calculo del rendimiento del capital<sup>37</sup>.

**Ilustración Nº 5**  
**Estructura del análisis financiero**



Fuente: FAO, 2010 <http://www.fao.org/contact-us/en/>

Para iniciar el análisis costo-beneficio, se identifican todos los beneficios del proyecto (resultados favorables) y sus perjuicios o contra beneficios (resultados no favorables) para el usuario. También debemos considerar las consecuencias indirectas relacionadas con el proyecto, los llamados efectos secundarios. Beneficios para el usuario (B) = beneficios - perjuicios  
Costos del Patrocinador: Podemos determinar el costo para el patrocinador identificando y clasificando los gastos necesarios y los ahorros (o ingresos) que se obtendrán. Los costos del patrocinador deben incluir la inversión de capital y los costos operativos anuales. Cualquier venta de productos o servicios que se lleve a

<sup>37</sup> Coloma, F. (2010). Evaluación social de proyectos de inversión. La Paz. Edit. Asociación Internacional de Fomento. Pág. 85

cabo al concluir el proyecto generar ingresos. Podemos calcular los costos del patrocinador combinando estos elementos de costo con la siguiente fórmula:

$$\text{Costos del patrocinador} = \text{Inversión inicial} + \text{COP} - \text{Ingresos}$$

Mientras que la relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.



$$B/C = VAI / VAC$$

Según el análisis costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.

$B/C > 1 \rightarrow$  el proyecto es rentable

Los pasos necesarios para hallar y analizar la relación costo-beneficio son los siguientes:

- a. *Hallar costos y beneficios:* en primer lugar hallamos la proyección de los costos de inversión o costos totales y los ingresos totales netos o

- beneficios netos del proyecto o negocio para un periodo de tiempo determinado.
- b. *Convertir costos y beneficios a un valor actual:* debido a que los montos que hemos proyectado no toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo (hoy en día tendrían otro valor), debemos actualizarlos a través de una tasa de descuento.
  - c. *Hallar relación costo-beneficio:* dividimos el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.
  - d. *Analizar relación costo-beneficio:* si el valor resultante es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es igual o menor que 1 el proyecto no es viable pues significa que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión o costos totales.
  - e. *Comparar con otros proyectos:* si tendríamos que elegir entre varios proyectos de inversión, teniendo en cuenta el análisis costo-beneficio, elegiríamos aquél que tenga la mayor relación costo-beneficio.

## 9. OBSERVACIÓN

Con autorización de los responsables de Área, se examinó el proceso o procedimientos que realizan explicando a las personas que van a ser observadas lo que se va a hacer y las razones para ello. De esta manera, se observó a las personas cuando efectúan su trabajo con el fin de estudiar las actividades de grupo. Con este instrumento, se determinó que se está haciendo, cómo se está haciendo, quién lo hace, cuándo se lleva a cabo, cuánto tiempo toma, dónde se hace y por qué se hace.

## CAPITULO III

### DIAGNOSTICO SITUACIONAL

#### 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Inmaculada es un proyecto de oro y plata de 20 000 hectáreas ubicado en el grupo de yacimientos de Hochschild en el sur de Perú, aproximadamente 210 kilómetros al suroeste de Cuzco, 530 kilómetros al sureste de Lima y a 25 Km. de la unidad Minera Pallancata operación perteneciente a Hochschild.

#### 1.1 Visión, misión y valores

##### A. Visión

“Ser líderes de mercado, en retorno financiero para los accionistas, ambiente de trabajo y seguridad”.

##### B. Misión

“Somos una compañía minera de metales preciosos enfocada en operaciones subterráneas principalmente en América, que trabaja con excelencia, responsabilidad social y con los más altos estándares de seguridad y cuidado del ambiente, logrando alta rentabilidad, crecimiento sostenido y creando valor para los accionistas”.

##### C. Valores

Esta minera vela por mantener y fortalecer una cultura en la que los valores son compartidos por todos. Estos valores tienen un sentido de dirección común y establecen las directrices para nuestro compromiso y comportamiento diario.

Los Valores Corporativos son:

- Integridad.
- Calidad y Excelencia.
- Trabajo en Equipo.
- Responsabilidad.

Los principios de Responsabilidad Social Corporativa están conformados por:

- Derechos Humanos.
- Condiciones de Trabajo y Relaciones con la Comunidad.
- Medio Ambiente.
- Gobierno Corporativo.
- Adhesión al Pacto Mundial.
- Grupos de Interés.

## **1.2 Recursos:**

Los Recursos Medidos e Indicados dieron un total de 7,07 millones de toneladas a 4,07 g/t de oro y 144 g/t de plata, que contienen 930 000 onzas de oro y 32,8 millones de onzas de plata.

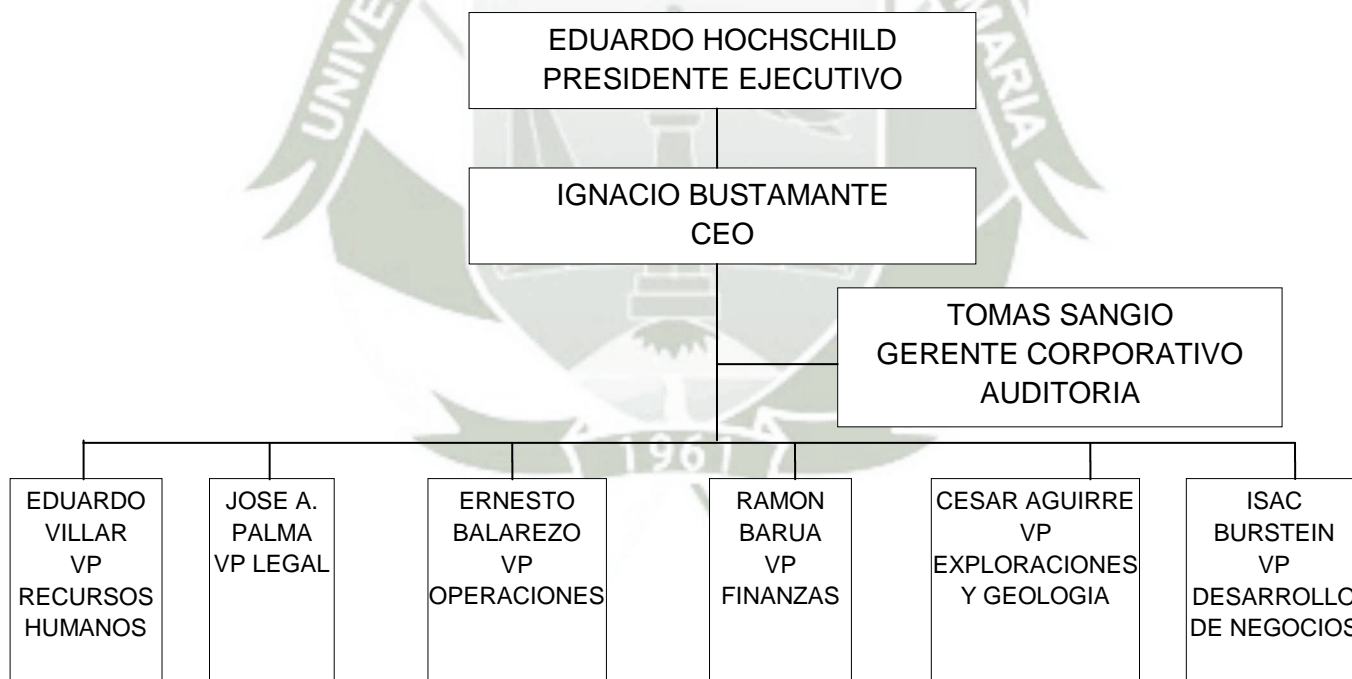
**CUADRO Nº 5**  
**Recursos minerales estimados (ley de corte de 1,5 g/t equivalentes de oro)**

Categorías de recursos estimados	Tonelaje (millones)	Ley de Oro (g/t)	Ley de Plata (g/t)	Contenido de Onzas		
				Au (k oz)	Ag m oz)	Ag Equiv. (m oz)
Medido	3.28	4.10	128	430	13.5	39.4
Indicado	3.78	4.05	159	490	19.3	48.8
Medido e Indicado	7.07	4.07	144	930	32.8	88.3
Inferido	4.94	3.91	152	620	24.2	61.3

**Fuente:** Recursos minerales estimados de Hochschild Mining PLC.

### 1.3 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

A continuación se presenta el organigrama de la empresa donde se aprecia la estructura orgánica:



**Fuente:** Organigrama corporativo extraído del Reporte de Sostenibilidad de Hochschild Mining PLC.

#### **1.4 Obras civiles en la mina**

Las obras civiles que se realizan en la mina son la construcción de las fundaciones, muros de sostenimiento, la construcción de las naves industriales y las edificaciones complementarias, así como la instalación y montaje de las obras electromecánicas correspondientes a la zona de chancado y molienda. Incluye la planta de cal, reactivos y la zona de espesamiento-filtrado y todas las facilidades de suministro energético y de agua necesarias para la operación y el procesamiento de la planta.

En la mina Inmaculada el servicio del concreto premezclado para realizar las obras civiles se encuentra terciarizado, bajo contrato efectuado con la empresa Concretos Supermix S.A., que en los siguientes ítems se especificará.

## **2. ESTUDIO DE LA CADENA PRODUCTIVA**

La cadena productiva en la mina involucra todas aquellas actividades a cargo de individuos, empresas o establecimientos, cuyos procesos de producción utilizan insumos de origen mineral, así como la comercialización y distribución de los productos terminados.

Las principales etapas del proceso o cadena productiva está compuesta por:

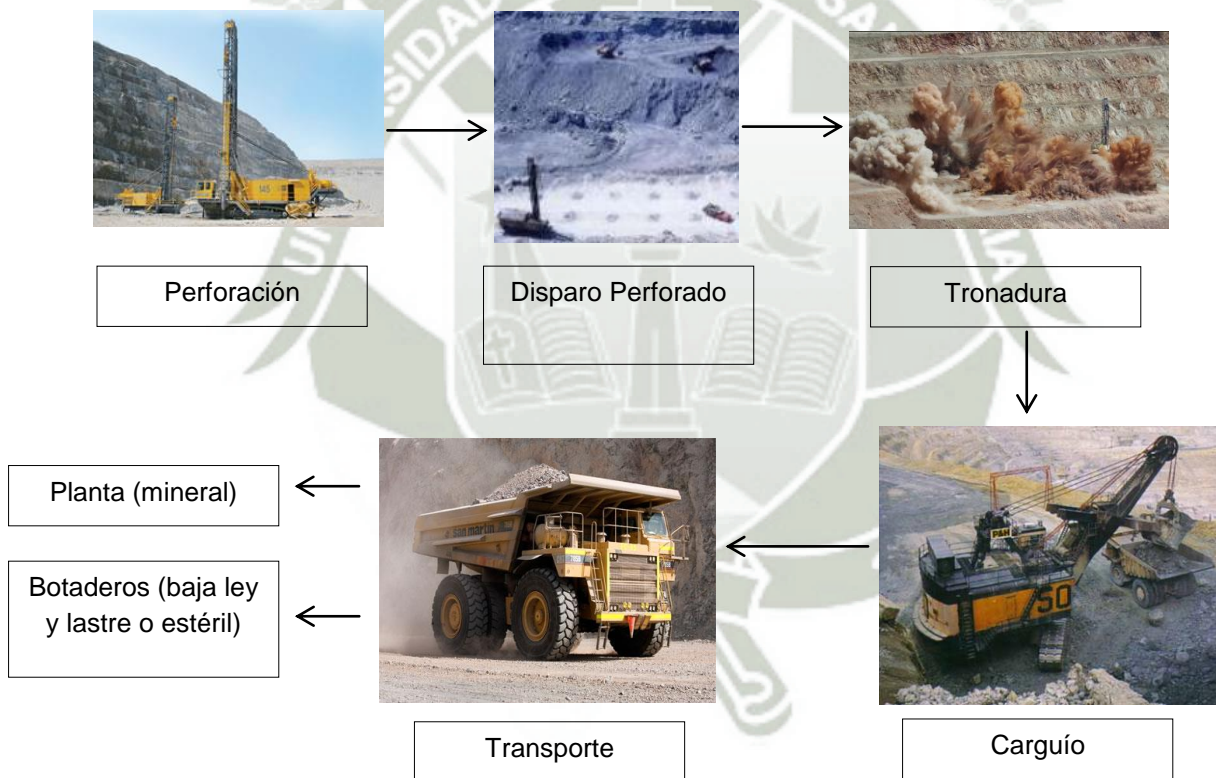
A. Extracción, que comprende la extracción del mineral desde la mina hasta la planta de procesos. La extracción del mineral es extraído mediante dos formas: Extracción Tajo Abierto y Extracción Subterránea.



a. **En tajo abierto**, los principales subprocesos involucrados son:

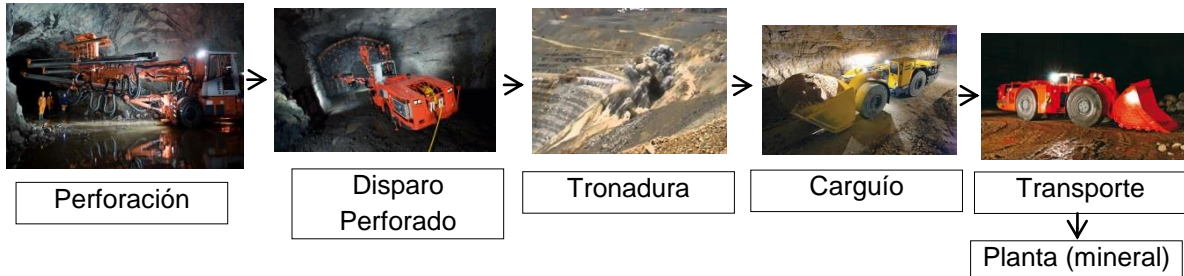
\*Perforación y tronadura de la roca.

\*Carguío y transporte de los materiales a sus destinos.



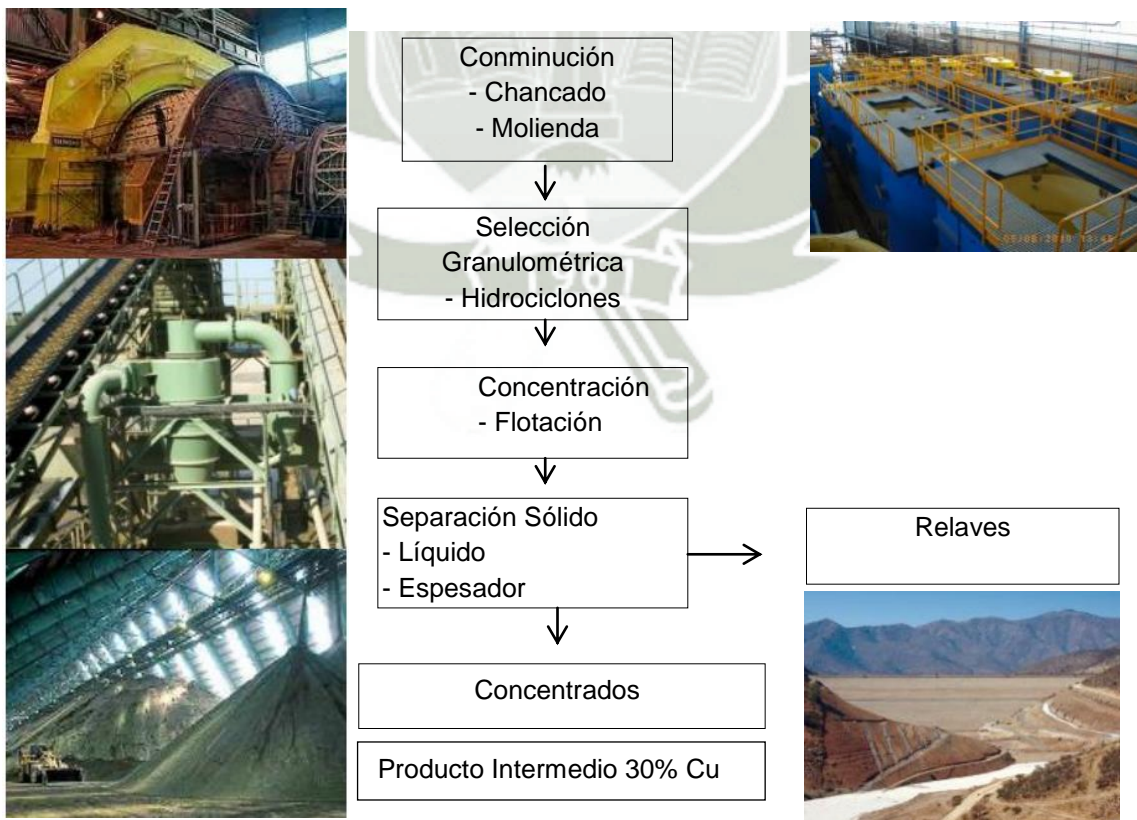
**b. En subterránea,** Los principales subprocesos involucrados son:

- \* Perforación y tronadura de la roca.
- \* Carguío y transporte del mineral a la planta.

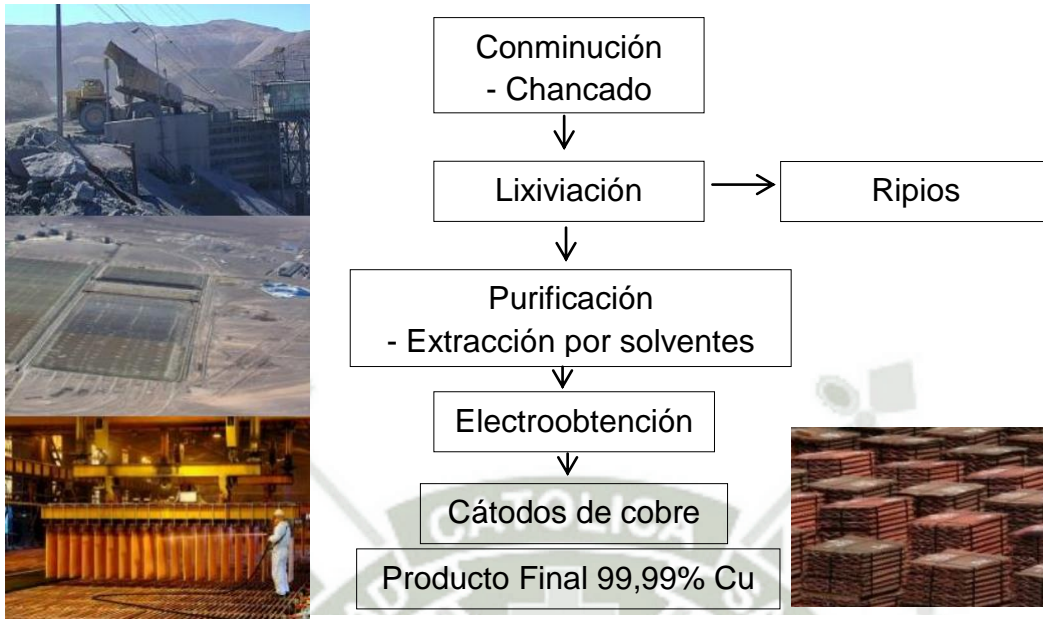


A. Procesamiento o reducción de tamaño por métodos físicos para liberar las partículas metálicas desde la roca; o sea tiene por finalidad aumentar su concentración (contenido metálico) para hacer posible su venta o prepararlo para el proceso de fundición y refinación. Existe una gran diversidad de procesamientos metalúrgicos, dependiendo de las características del mineral. Los principales métodos son:

a. Flotación Sulfuros (minerales profundos):



b. Lixiviación Óxidos (minerales en superficie):



A. Aumento de la concentración de los metales por métodos físico-químicos.

B. Fundición: Consiste en la separación de los metales contenidos en los concentrados por un proceso pirometalúrgico (con altas temperaturas que funde el Blíster – 99,2% de Cu. Un subproducto importante de este proceso es ácido sulfúrico, obtenido a través de la captación de los gases y su transformación en forma líquida concentrado, transformándolo de sólido a líquido). De este modo se obtienen metales en forma impura, con contenidos altos de metales. Por ejemplo, Cobre.

C. Refinación o Purificación de los metales producto de la fundición, para su transformación industrial: Consiste en la obtención de los metales en un estado de pureza tal, que están aptos para su transformación industrial. Por ejemplo: cátodos de cobre – 99,99 % de Cu.

\*Refinación a fuego (pirometalurgia)

\*Refinación por electro-obtención (EW)



Refinación a fuego  
Producto Intermedio  
99,2%Cu

Refinación por  
Electro-obtención  
Producto Final  
99,99%Cu

### Impactos ambientales

Los impactos de una mina en su entorno se centran en los siguientes ámbitos:

a. Medio Ambientales:

\*Aire – polvo y emisiones de equipos, tronaduras y fundiciones.

\*Agua – intervención en cursos de agua superficiales y subterráneas.

\*Tierra – intervención en la topografía natural por excavaciones y deposición de botaderos de lastre, rípios y/o relaves.

b. Sociales:

\*Las minas generan polos de poblaciones en su entorno, dedicados a prestar servicios a la actividad minera directa o los contratistas asociados.

\*La actividad logística (transporte de insumos y personal) también tiene impacto.

c. Económicos:

\*La actividad minera es intensiva en el uso de insumos y mano de obra.

\*Hay impactos locales, regionales y nacionales, dependiendo del tamaño y la extensión de la mina.

## Insumos críticos

Insumos críticos de una mina:

### a. Terreno:

\*Para las excavaciones propias (rajo o accesos subterráneos).

\*Para deposición de botaderos, rípios y/o relaves.

\*Para acceso vial, tendidos eléctricos y ductos de agua o pulpas.

### b. Agua

\*La mina genera agua industrial y consume agua de proceso y para consumo humano.

### c. Energía

\*Energía eléctrica para la planta de proceso y equipos eléctricos en la mina.

\*Petróleo y otros derivados de hidrocarburos para equipos móviles y procesos metalúrgicos.

### d. Reactivos y Otros

\*Ácido sulfúrico.

\*Cal.

\*Bolas de acero.

\*Otros.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO TERCIALIZADO DEL PREMEZCLADO**

#### **3.1 Datos generales**

- a. Comitente: Obra Minera, Proyecto Inmaculada que contrata el servicio.
- b. Prestador: Es la empresa contratista, proveedora o prestadora de servicios contratada por el Comitente, que se encargará de entregar o suministrar los bienes, ejecutar las obras o prestar los servicios de acuerdo a lo establecido en la Orden de Compra u Orden de Servicio, según el caso.
- c. Descripción del Servicio: Servicio de Agregados de Concreto Premezclado.
- d. Prestaciones: Se refiere a la entrega y/o suministro de bienes y/o a la prestación de servicios y/o ejecución de obra y/o instalación y/o montaje y demás actividades comprendidas en la Orden de Compra.
- e. Representante: Persona designada por el Prestador y/o la Minera para la ejecución de las Prestaciones.

#### **3.2 Servicios de premezclado y concreto, equipos y personal**

El comitente (la mina), tiene a su cargo la Ingeniería, Procura de los Equipos No Principales y Construcción para la puesta en marcha de la Mina.

Servicio que presta el tercero: Servicio de extracción, procesamiento y suministro de “Agregados”, Servicio de “Concreto Premezclado” para la Planta Minera.

##### **A. Equipos y Personal**

La relación de Equipos y Personal del Prestador es la siguiente:

### **Planta de Agregados:**

- a. 01 Planta de Chancado Primario Metso MV 35080 de alimentador vibratorio, chancadora de mandíbulas C80 con faja transportadora de 24" x 5 metros.
- b. 01 Planta de Chancado Secundario y zarandeado marca Metso, retritador cono modelo HP-200.
- c. 01 Tractor de Orugas D8T marca Caterpillar.
- d. 01 Cargador Frontal Caterpillar 966H.
- e. 04 Volquetes marca Volvo con capacidad de carga de 15 m<sup>3</sup>.
- f. 01 Excavadora CAT 349DL marca Caterpillar.

### **Planta de Concretos:**

- g. 01 Planta dosificadora de concreto marca BETONMAC o similar de 70 m<sup>3</sup>/h nominales de capacidad de producción, con sistema de pesaje electrónico.
- h. Hasta 05 camiones concreteros, marca International y hormigoneras Liebherr de 7 m<sup>3</sup> o similares.
- i. 01 Cargador frontal, para transporte y alimentación de materiales a plantas concreteras.
- j. 01 Bomba Concretera Telescópica marca Putzmeister de 32 m. de brazo telescópico.
- k. 01 Bomba Estacionaria con tuberías de alcance de 100 metros.
- l. 01 Laboratorio especializado para control de calidad de concreto fresco y endurecido.
- m. 01 Grupo electrógeno para energía de planta y oficinas de Supermix.
- n. Cemento marca Yura, aditivos Sika y Basf para producción de concretos.
- o. Personal para producción de agregados y concreto (Régimen de 20 x 10, labor de 10 horas por día, los 30 días del mes).

p. Personal para Seguridad (Sólo 01 encargado + 02 asistentes).

### 3.2.1 Principales Obligaciones del Prestador:

- Procesar material de Cantera Puico para entregar 27966 m<sup>3</sup> de materiales: tanto arena gruesa N° 4 y piedra de ¾" durante la ejecución del proyecto.
- Cumplir con todos los lineamientos de trabajos (permisos, licencias, procedimientos, etc.) de Hochschild para la realización de estos.
- Proveer los equipos necesarios (plantas, equipos, insumos, etc.), para el cumplimiento del proyecto.
- Garantizar el cumplimiento del plan de calidad y plan de seguridad previamente aprobado por el cliente.
- Brindar las facilidades a Minera Inmaculada, para que realice inspecciones a las operaciones, así mismo se tiene la obligación de entregar cualquier información solicitada por ellos dentro del marco del proyecto.

### B. Entregables por parte del Comitente

- a. Proporcionará el terreno habilitado para planta de explotación de agregados en zona cercana a río. Para instalación de planta, equipos, y almacenamiento de materiales se requiere aproximadamente 20000 m<sup>2</sup>.
- b. Proporcionará el terreno habilitado para planta concretera en zona cerca de obra. Para instalación de planta, equipos, y almacenamiento de materiales se requiere aproximadamente 18000 m<sup>2</sup>.

- c. Se proporcionará el agua necesaria para producción de concreto. El agua debe cumplir con los requisitos de calidad de la norma ASTM C-94.
- d. Se proporcionará los combustibles para la operación de los mixers, el cargador frontal, camioneta, equipos de calentamiento de agua y de los demás complementarios.
- e. Se designará una zona para la colocación de desperdicios y su posterior eliminación.
- f. Se proporcionará alimentación y alojamiento para el personal de operaciones, mantenimiento y administrativo que se destaque a la zona de trabajo.
- g. Proporcionará la vigilancia para la planta concretera y equipos.

Los plazos de entrega del servicio se establece según contrato formal y legalmente firmado por los representantes de la Compañía Minera y los representantes de quienes prestan el servicio terciarizado de mezclado y concreto.

### **3.2.2 Principales Obligaciones del Comitente:**

- Abastecer el combustible en mina para el funcionamiento de los equipos del contratista.
- Proveer de agua industrial para el regado de vías con el objetivo de cumplir los lineamientos medio ambientales.
- Proveer de señal telefónica, radio y seguridad en Mina Inmaculada.

**a. Cantidades de concreto:**

Las cantidades mínimas de concreto de todo tipo a producir será de 12 000 m<sup>3</sup> en el periodo de 6 meses e incluye todo tipo de concretos.

El prestador ofrece el contenido de aire en porcentajes estilados para alturas requeridas, contar con 2 bombas mínimo y 5 mixers para abastecer a éstas mientras se realicen las obras.

**b. Condiciones de suministro:**

El concreto se elabora de acuerdo a lo indicado en la normatividad nacional e internacional vigente Normas técnica Nacional NTP 339.114:1999 Indecopi, ASTM C-94, ASTM C-33 y especificaciones técnicas requeridas.

Los despachos de concreto se realizan en un turno laboral extendido de 10 horas diarias de lunes a domingo. Excepcionalmente se podrán realizar despachos de concreto en horario extendido (previa coordinación y aceptación) por lo que los precios por jornada en horario extendido tendrán un incremento. El concreto es entregado a pie de obra con una tolerancia máxima de 30 minutos.

**c. Servicio de bombeo de concreto:**

El servicio de bombeo de concreto se realiza con bomba telescópica de alcance vertical de 32 m. y/o bomba concretera estacionaria de 100 m. de alcance horizontal. Sólo se bombea concreto premezclado cuyo Slump sea mayor a 4" y tipo bombeable (el costo de los concretos con slump de 4 a 6" tendrán un incremento de 3.60 soles por m<sup>3</sup> de acuerdo al tipo de concreto solicitado). Los volúmenes de concretos que al final

de cada operación de bombeo quedan en tina y tubería de bombas concreteras, quedan a disposición de la Compañía Minera caso contrario es eliminado junto con la limpieza de bombas concreteras.

Será por cuenta del Prestador, proporcionar el mortero requerido para cebado a un precio equivalente a S/.87.98 por cada vez que se utilice la bomba.

**d. Garantías:**

El Prestador garantiza todos sus materiales y Prestaciones y obras y servicios contra defectos de fabricación por un periodo mínimo de (12) meses contados a partir de la aceptación de las Prestaciones por parte del Comitente. En caso el Período de Garantía pactado en el Contrato Principal sea mayor, éste será aplicable al Prestador. Durante el transcurso del período de garantía, El Prestador está obligado a reemplazar y/o reparar de inmediato en el lugar en que se encuentra, sin cargo para el Comitente, todo suministro, material y/o obra defectuosa, a la simple notificación del Comitente.

**3.3 Costo del servicio y alcance de las prestaciones a cargo del prestador:**

El costo del servicio se regirá bajo la modalidad de precios unitarios, estando en ello incluidos los costos directos e indirectos, gastos generales y utilidad para la ejecución de los trabajos.

El monto referencial es el señalado en el cuadro, este monto es total e incluye cualquier otro costo, no incluye IGV y es en nuevos soles. En caso no se suministre los 12 000 m<sup>3</sup> en los 6 meses estipulados, el comitente

deberá hacer pago del diferencial del costo fijo por los m<sup>3</sup> no consumidos de acuerdo a las cotizaciones aceptadas.

**CUADRO Nº 6**  
**Precios de Agregados**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Precio unitario (US\$) No Incluye I.G.V.	CANTIDAD MÍNIMA MENSUAL de agregados a producir (3), (m3)
<b>SERVICIO DE PRODUCCIÓN DE AGREGADOS:</b>			
Servicio de producción de agregados (Arena Gruesa N° 4) Combustible para operación de bomba(s) y Servicios complementarios proporcionados por Cliente.	M3	30	1 200.00
Servicio de producción de agregados (Piedra de 3/4") Combustible para operación de bomba(s) y Servicios complementarios proporcionados por Cliente.	M3	35	1 000.00
<b>SERVICIO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINAS PRODUCTORAS DE AGREGADOS:</b>			
Servicio de Movilización y Desmovilización de Chancadora Primaria y zaranda Metso MV 35080, de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14 900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Chancadora Secundario y zaranda marca Metso, re trituradora cono modelo HP-200 de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14 900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Cargador Frontal CAT 966H de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de 4 Volquetes Volvo de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	59600.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Tractor Oruga D8T Caterpillar de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Grupo Electrónico Olympian de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Excavadora CAT 349DL de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14900.00	

Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO N° 7**  
**Precios de concreto premezclado**

CANTIDAD (M3)	TIPOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	Precio Unitario en Nuevos Soles (S/.) No incluye I.G.V.
CONCRETO PREMEZCLADO CON CEMENTO TIPO IP CON AGUA, AGREGADOS Y SERVICIOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		
01	<b>Concreto Premezclado tipo F'c= 140 Kg/cm<sup>2</sup></b> , con cemento Tipo IP, con piedra huso 67, slump 4" a 6", con relación agua/cemento=0.74, con aire=6%.	569.00
01	<b>Concreto Premezclado tipo F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b> , con cemento Tipo IP, con piedra huso 67, slump 6" a 8", con relación agua/cemento=0.59, con aire=6%.	600.00
01	<b>Concreto Premezclado tipo F'c= 245 Kg/cm<sup>2</sup></b> , con cemento Tipo IP, con piedra huso 67, slump 4" a 6", con relación agua/cemento=0.48, con aire=6%.	559.00
01	<b>Concreto Premezclado tipo F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b> , con cemento Tipo IP, con piedra huso 67, slump 6" a 8", con relación agua/cemento=0.48, con aire=6%.	652.00
01	<b>Concreto Premezclado tipo F'c= 315 Kg/cm<sup>2</sup></b> , con cemento Tipo IP, con piedra huso 67, slump 6" a 8", con relación agua/cemento=0.45, con aire=6%.	693.00
01	<b>Concreto Premezclado tipo F'c= 350 Kg/cm<sup>2</sup></b> , con cemento Tipo IP, con piedra huso 67, slump 6" a 8", con relación agua/cemento=0.40, con aire=6%.	706.00

Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO Nº 8**  
**Precios de servicio de bombeo de concreto**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Precio unitario (S/.) No Incluye I.G.V.	CANTIDAD MINIMA MENSUAL de concreto a bombear (3), (m3)
<b>SERVICIO DE BOMBEO DE CONCRETO:</b>			
Servicio de bombeo de concreto (2), con bomba concretera de brazo telescópico de 32 m de alcance vertical o similar.  Combustible para operación de bomba(s) y Servicios complementarios proporcionados por Cliente.	M3	50.00	1 200.00
Servicio de bombeo de concreto (2), con bomba concretera estacionaria de 100 m de alcance horizontal, montada sobre camión o similar.  Incluye Tubería y accesorios. Servicios complementarios proporcionados por Cliente.	M3	44.00	1 000.00
<b>SERVICIO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE CONCRETO:</b>			
Servicio de Movilización y Desmovilización de Bomba Concretera de Brazo Telescópico de 32 m, de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14 900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Bomba Concretera Estacionaria, de 100 m de alcance horizontal de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14 900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Planta Concretera de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	63 000.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Silos de Cemento de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	29 800.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Cargador Frontal L120F de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14 900.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de 5 Camiones Mixer de 7 m <sup>3</sup> de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	74 500.00	
Servicio de Movilización y Desmovilización de Grupo electrógeno Volvo Penta de Arequipa a Zona de Trabajo y Viceversa.	SS	14 900.00	

Fuente: Concretos Supermix S.A.

El prestador contará con Personal debidamente calificado, contratado bajo el Régimen Común, entrenado y calificado para los servicios materia del presente contrato, el personal deberá cumplir con las exigencias legales, procedimientos internos exigidos por la Compañía Minera, Estándares de calidad y el Check List de Obra. El comitente mantendrá copia en la Oficina de Construcción – Archivo de información de planillas, contratos de trabajo y todo documento de carácter laboral. El comitente se reserva el derecho de separar al personal que los incumpla, debiendo ser remplazados por el prestador inmediatamente bajo su propio costo y responsabilidad.

En cuanto a la forma de pago la Compañía Minera deberá entregar un adelanto equivalente al 20% del monto total del presente contrato por concepto del crédito otorgado por el prestador, dicho adelanto será pagado el día o una vez recibida la factura del prestador.

La forma de pago es contra la presentación de los siguientes documentos:

- Copia de la Orden de Servicio.
- Copia de la valorización firmada por el representante designado por el comitente.
- Copia del recibo de pago de los siguientes seguros: Póliza de seguro complementario de riesgo salud y pensión, Póliza de Responsabilidad Civil contra terceros, Póliza Vehicular y TREC de los Equipos.

El pago se realiza contra la presentación de factura a 15 (quince) días para lo cual se presenta su factura conforme a los requisitos del Reglamento de Comprobantes de Pago y la documentación requerida.

### **3.4 Inspecciones:**

El Comitente incluyendo su Cliente y/o cualquier representante que designe podrá efectuar, previo aviso, inspecciones rutinarias en oficinas administrativas y Planta de Concreto del Prestador para asegurarse que se cumplan con las leyes laborales. El Prestador brindará las facilidades para la ejecución de dichas inspecciones.

a. El Comitente, a través de sus representantes, puede efectuar la inspección, control y supervisión respectiva para verificar la correcta ejecución de las Prestaciones por parte del Prestador y/o sus subcontratistas, sin que sea necesario efectuar aviso previo. Sin perjuicio de lo anterior, el Prestador será el único responsable por la correcta ejecución de las Prestaciones a su cargo, exista supervisión del Comitente o no exista la misma.

b. El Prestador, a fin de facilitar tales inspecciones, permite el libre acceso al sitio de las Prestaciones y a todos aquellos lugares de trabajo donde se desarrollen las mismas, permitiendo la inspección y toma de documentos solicitados por el Comitente. El Prestador se obliga a facilitar al personal de inspección del Comitente, todos los elementos que requieran para el cumplimiento de sus funciones, así como para la realización de ensayos y pruebas.

- c. La inspección comprende los Equipos y Materiales a proveer por el Prestador. El Comitente podrá rechazar aquellos Equipos y/o Materiales que no reúnan las condiciones y/o no se ajusten a las especificaciones indicadas en la Orden de Compra y a las normas establecidas, en cuyo caso el Prestador se obliga al reemplazo de dichos Equipos y/o Materiales en el plazo que a tal efecto le otorgue el Comitente.
- d. La inspección se refiere también a los Equipos y Maquinarias que el Prestador utilice para la ejecución de las Prestaciones, pudiendo el Comitente solicitar su reemplazo cuando a su criterio no se encuentren en buen estado o no sean los idóneos para la ejecución de las actividades.
- e. Las inspecciones no liberan al Prestador de sus responsabilidades y obligaciones.
- f. El costo de las inspecciones, pruebas y ensayos serán por cuenta del Prestador, a no ser que se pacta de forma contraria en la Orden de Compra o en la Orden de Servicio, según corresponda.
- g. El Prestador observa escrupulosamente los procesos de control de calidad de sus Prestaciones, los cuales deberán ser concordantes con el Plan de Control de Calidad del Comitente.

### **3.5 Obligaciones y penalidad**

El prestador proporciona los equipos de protección personal a los trabajadores que realizarán los servicios materia de la presente Orden de Servicio. En virtud del deber de prevención, se verifica que el prestador haya cumplido con realizar los exámenes médicos previstos según el artículo 49 de la Ley 29783.

De igual manera, el prestador contrata las pólizas de seguro que brinden cobertura suficiente al personal en caso de presentarse alguna contingencia. En caso de tratarse de actividades de riesgo, el prestador contrata el Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR) que garantice la cobertura en caso de accidentes de trabajo y/o enfermedades profesionales del personal desplazado.

La incurrancia en retrasos injustificados en la ejecución de las prestaciones del servicio de Premezclado y concreto se aplica una penalidad al prestador por cada 2 días de atraso, hasta por un monto máximo equivalente al 10% del monto de la Orden de Servicio vigente. En todos los casos, la penalidad se aplicará automáticamente y se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Penalidad Diaria} = \frac{0.10 \times \text{monto de la Orden de Servicio}}{F \times \text{Plazo en días de incumplimiento}}$$

F: 0.25 por cada 2 días de atraso.

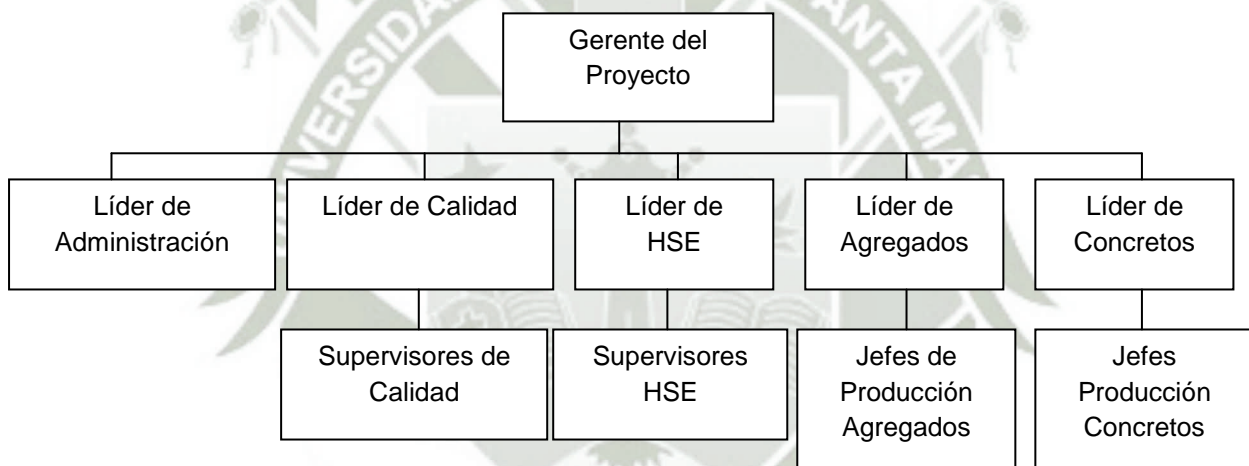
En caso se origina incumplimiento de cronogramas enviados por el comitente que afectan en el envío de personal y equipo adicional, además del costo originado por el retraso se aplica una penalidad equivalente a este.

### 3.6 Organización del Proyecto:

Todas las actividades de Concretos Supermix, desarrolladas en el Proyecto Inmaculada, vienen siendo encabezadas por el Ing. Hugo Ora – Gerente de Proyecto. Bajo su cargo se encuentra el líder de administración, líder de

calidad, líder de HSE (Seguridad y Medio Ambiente), líder de producción de agregados y líder de producción de concretos. Los líderes tienen como principal objetivo garantizar el éxito en cada una de sus áreas, para que a su vez se garantice el éxito de todo el proyecto. A su vez cada líder tiene a su cargo supervisores o jefes por cada frente de trabajo (Cantera de Agregados Puico y Planta de Concretos). A continuación se muestra el organigrama del proyecto.

**Ilustración N° 6**  
**Organigrama del Proyecto**



Fuente: Concretos Supermix

**CUADRO N° 9**  
**Distribución de Personal**

Area	N° de Personas
Cantera Puico (Agregados)	43
Planta de Concretos	63

Fuente: Concretos Supermix

### **3.7 Operaciones del Proceso Productivo**

#### **3.7.1 Planta de Agregados**

##### **3.7.1.1. Rebajado de Material en Talud**

El talud de material a procesar tiene una altura no menor a 12 metros, llegando en oportunidades a alturas máximas de hasta 25 metros de altura. Asimismo, para evitar cualquier incidente se procede a utilizar un tractor oruga marca CAT modelo D8T, para rebajar el talud y darle una inclinación prudente no mayor a 75° sobre el nivel del suelo.

##### **3.7.1.2. Alimentación de Chancador Primario**

Consiste esta actividad en recoger material, empujado en la anterior etapa, para ser dejado en la parrilla del chancador primario. Actualmente es utilizada una excavadora de marca CAT de modelo 349DL.

##### **3.7.1.3. Zarandeo**

Etapa central del proceso productivo se desarrolla mediante zaranda vibratoria. El material alimentado por la excavadora es dejado en la parrilla de abertura, donde todo el material pasante cae en cajones alimentadores, los cuales van liberando el material por una faja transportadora ascendente que forma la pila del material procesado como agregado fino, respecto a la arena gruesa.

#### **3.7.1.4 Alimentación de Chancador Secundario**

El material no pasante que es mayor al diámetro de 4.76 mm pasa a un nuevo chancado secundario, gracias a la inclinación de las parrillas que es acumulado en los laterales obteniendo piedra de  $\frac{3}{4}$ " como agregado grueso.

#### **3.7.1.5 Carguío**

El material procesado es cargado por los volquetes por un cargador frontal marca CAT modelo 966H. El operador de cargador frontal baja el lampón hasta el suelo y coloca éste en forma de cuchara, carga y gira el lampón levantando para evitar la caída del material. Se posiciona con el lampón levantado sirviendo como referencia para que el volquete se posicione y toca la bocina (una vez) para que el volquete se detenga en la posición de carguío. Se procede al carguío del volquete, repitiendo las veces de carguío necesarias hasta llenar la tolva de 15 m<sup>3</sup> del volquete. Cuando el volquete ya se encuentre cargado, el operador de cargador frontal toca dos veces la bocina para que este se retire. El siguiente volquete en espera ingresará inmediatamente detrás del volquete que sale cargado; preparándose para retroceder a la señal del operador de cargador frontal.

#### **3.7.1.6 Transporte**

El material es llevado por los volquetes hacia el stock de producto terminado ubicado aproximadamente a unos 300 metros, es importante que respeten las indicaciones del personal vigía durante

su recorrido. Para ello se utiliza 4 volquetes de la marca Volvo modelo FMX 8x4 R con tolvas de 15 m<sup>3</sup> de capacidad.

#### **3.7.1.7 Descarga**

El material transportado es dejado en la plataforma de descarga en un determinado punto señalado por un personal vigía. El operador de volquete se estaciona en reversa en el lugar señalado, para luego proceder a levantar la tolva hasta dejar todo el material. La plataforma de descarga es trabajada cada cierto tiempo para así realizar accesos de ascenso o plataformas de mayor altura una vez se tenga gran cantidad de material acumulado. Solo se permite la descarga de 1 volquete.

### **3.7.2 Planta de Concretos**

#### **3.7.2.1 Alimentación de Tolva de Agregados**

El material es transportado por un cargador Frontal CAT modelo L120F, que lleva el agregado hacia la tolva de agregados.

#### **3.7.2.2 Operación de Planta**

Seguidamente, el operador de planta pone en movimiento la faja transportadora, la cual lleva el agregado hacia la tolva de dosificación donde se mezcla con el cemento, ingresa el agua y aditivos correspondientes de acuerdo a la respectiva dosificación.

### **3.7.2.3 Carguío del Camión Mixer**

Posterior, ingresa el camión mixer a la zona de carguío donde llena el trompo hormigonero girándolo en sentido horario mientras es llenado, posteriormente batido.

### **3.7.2.4 Transporte a Obra**

Se traslada el camión mixer con el concreto el cual es colocado en las diferentes estructuras a vaciar.

### **3.7.2.5 Retorno a poza de lavado de Mixer**

Ingresa el camión mixer a poza de lavado donde se desechan los residuos del trompo hormigonero el cual es lavado quedando operativo el mixer para su siguiente carguío.

### **3.7.3 Horarios de Trabajo**

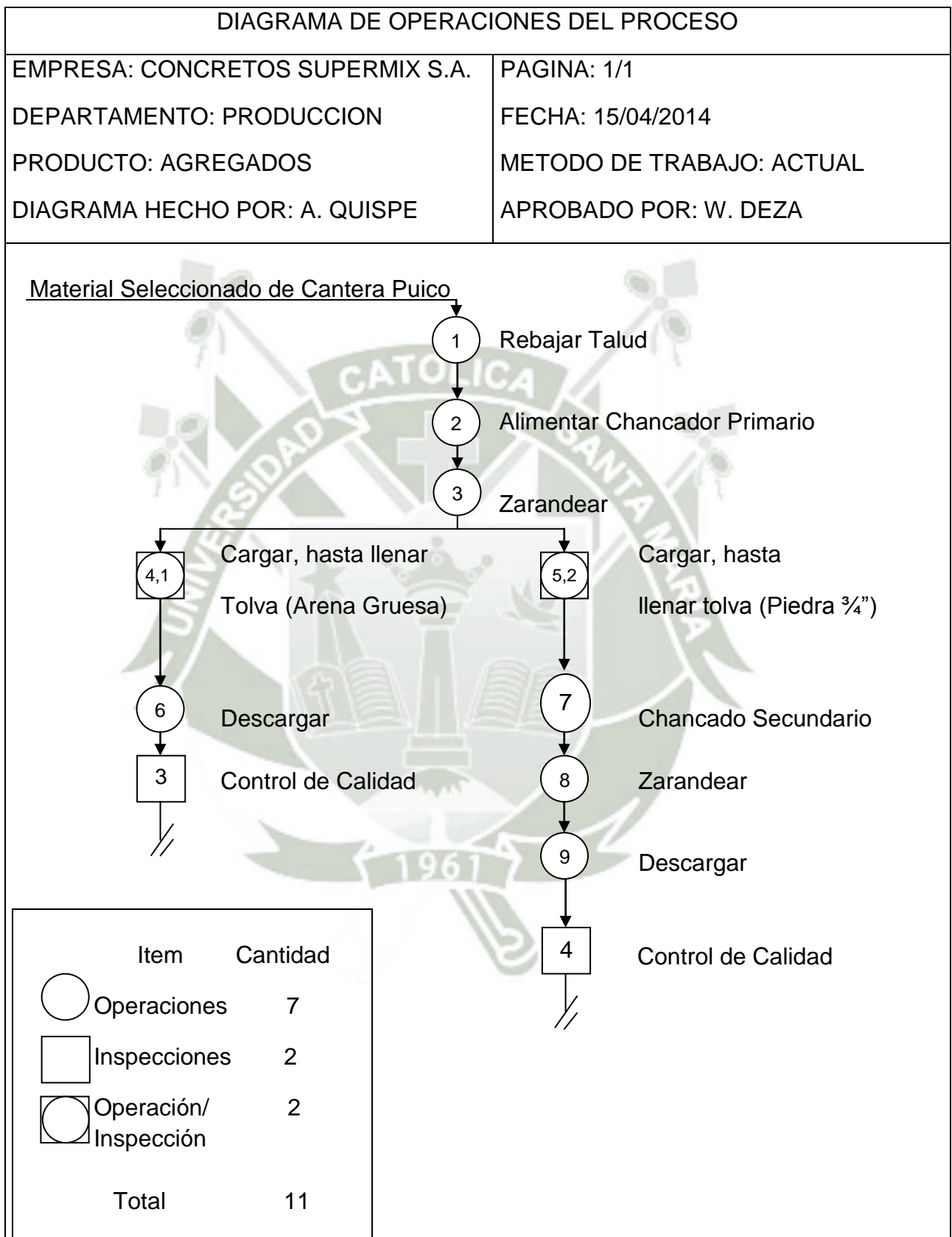
El horario de trabajo está comprendido por turno diurno de 12 horas, tanto para la planta de agregados y de concretos. Este horario no puede ser modificado, ya que son actividades para laborar en la Mina Inmaculada se presenta el horario a continuación:

**CUADRO N° 10**  
**Horario de Trabajo**

Desde	Hasta	Actividad	Duración
06:00	06:15	Llegada de Personal	00:15
06:15	06:30	Charla de Seguridad	00:15
06:30	7:00	Revisión de equipos	00:30
07:00	07:30	Firma de ATS, Check List, calentamiento de equipos	00:30
07:30	12:30	Producción	05:00
12:30	13:30	Almuerzo	01:00
13:30	17:30	Producción	04:00
17:30	18:00	Limpieza	00:30

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.4 Diagrama de Operaciones del Proceso



### DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

EMPRESA: CONCRETOS SUPERMIX S.A.

PAGINA: 1/1

DEPARTAMENTO: PRODUCCION

FECHA: 15/04/2014

PRODUCTO: CONCRETO




METODO DE TRABAJO: ACTUAL

DIAGRAMA HECHO POR: A. QUISPE

APROBADO POR: W. DEZA

Material Seleccionado de Agregado



Item	Cantidad
 Operaciones	5
 Inspecciones	1
 Operación/ Inspección	1
<b>Total</b>	<b>7</b>

### 3.7.5 Diagrama de Actividades del Proceso

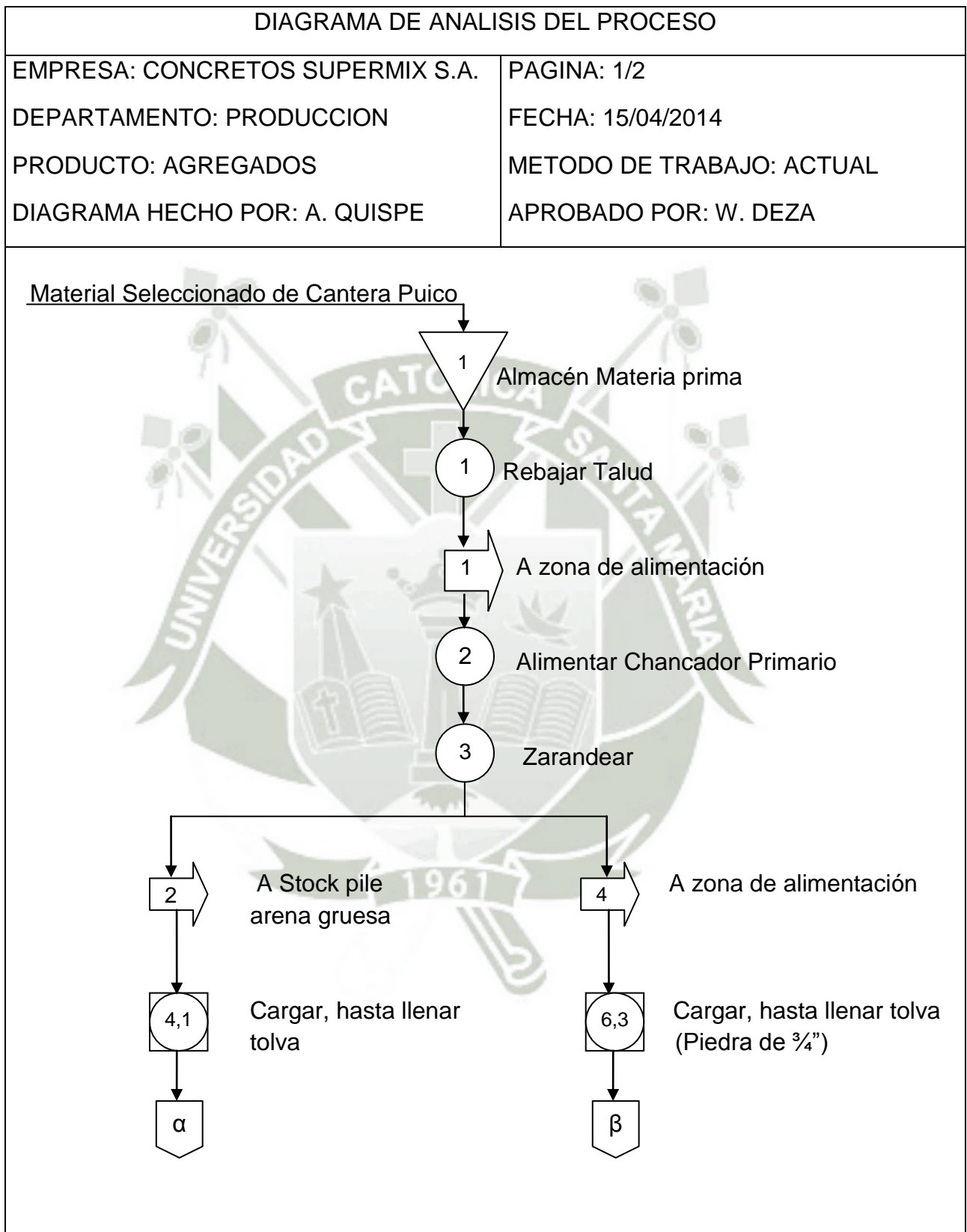
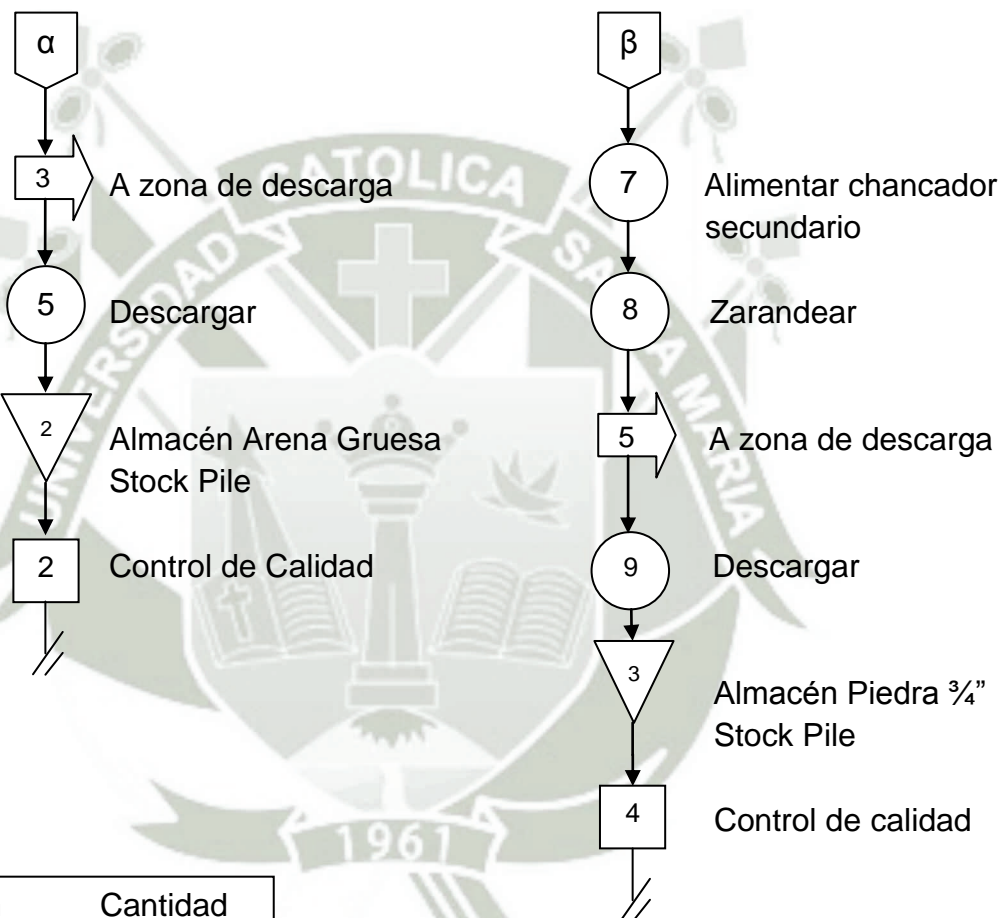


DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO

EMPRESA: CONCRETOS SUPERMIX S.A.  
DEPARTAMENTO: PRODUCCION  
PRODUCTO: AGREGADOS  
DIAGRAMA HECHO POR: A. QUISPE

PAGINA: 2/2  
FECHA: 15/04/2014  
METODO DE TRABAJO: ACTUAL  
APROBADO POR: W. DEZA



Item	Cantidad
Operaciones	7
Inspecciones	2
Operación/ Inspección	2
Almacenes	3
Transportes	5
<b>Total</b>	<b>19</b>

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO

EMPRESA: CONCRETOS SUPERMIX S.A.

PAGINA: 1/2

DEPARTAMENTO: PRODUCCION

FECHA: 15/04/2014

PRODUCTO: CONCRETO

METODO DE TRABAJO: ACTUAL

DIAGRAMA HECHO POR: A. QUISPE

APROBADO POR: W. DEZA

Material Seleccionado de Agregado

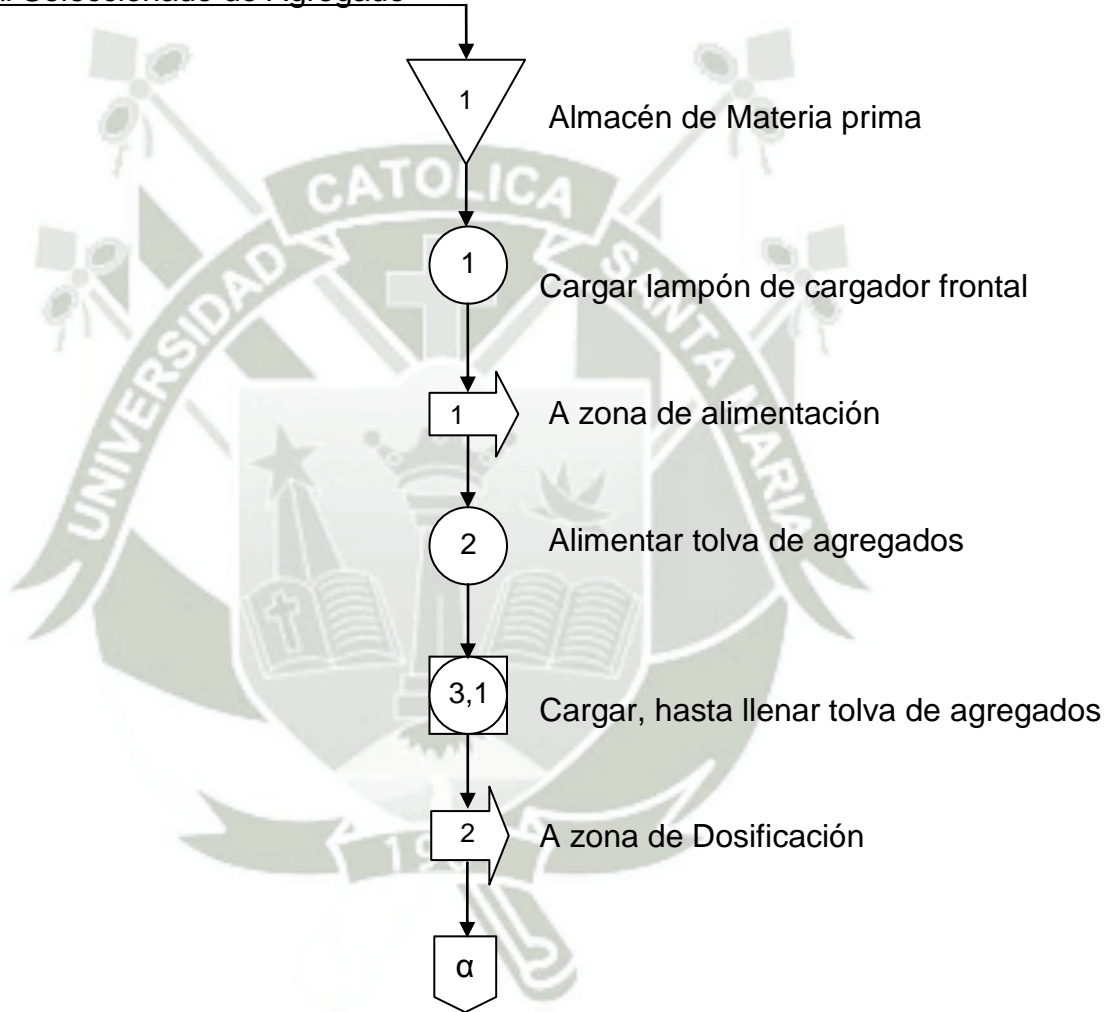







DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO

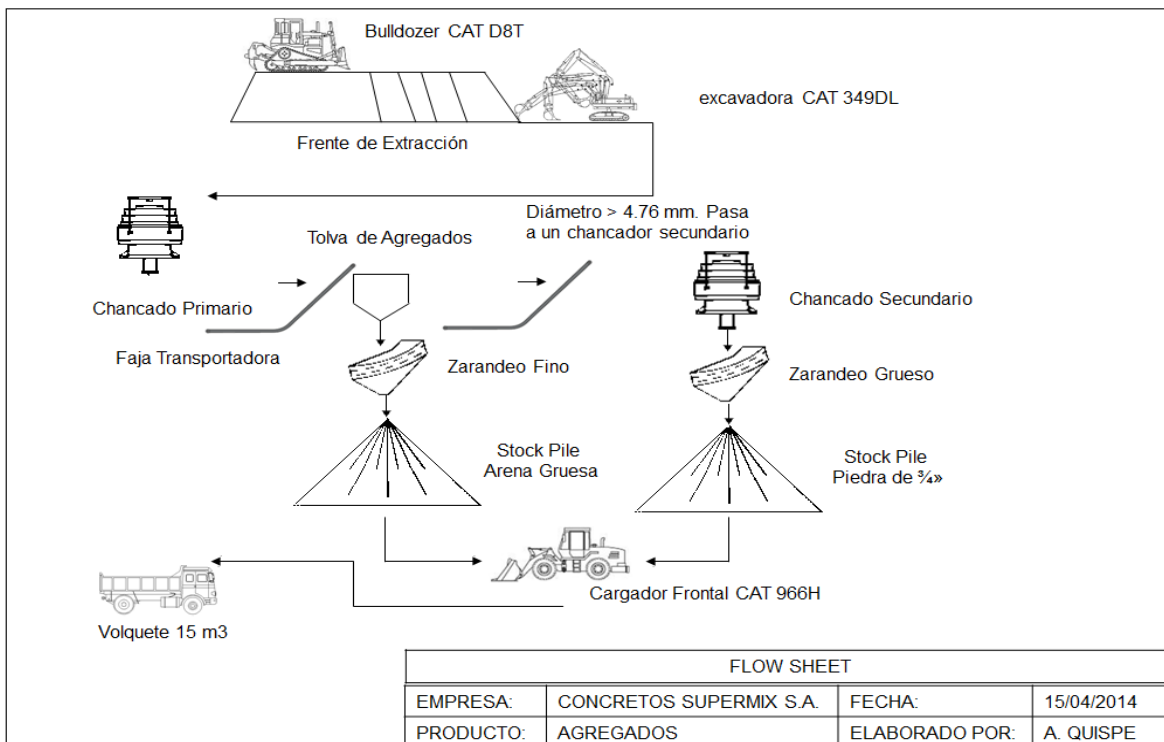
EMPRESA: CONCRETOS SUPERMIX S.A.  
DEPARTAMENTO: PRODUCCION  
PRODUCTO: CONCRETO  
DIAGRAMA HECHO POR: A. QUISPE

PAGINA: 2/2  
FECHA: 15/04/2014  
METODO DE TRABAJO: ACTUAL  
APROBADO POR: W. DEZA

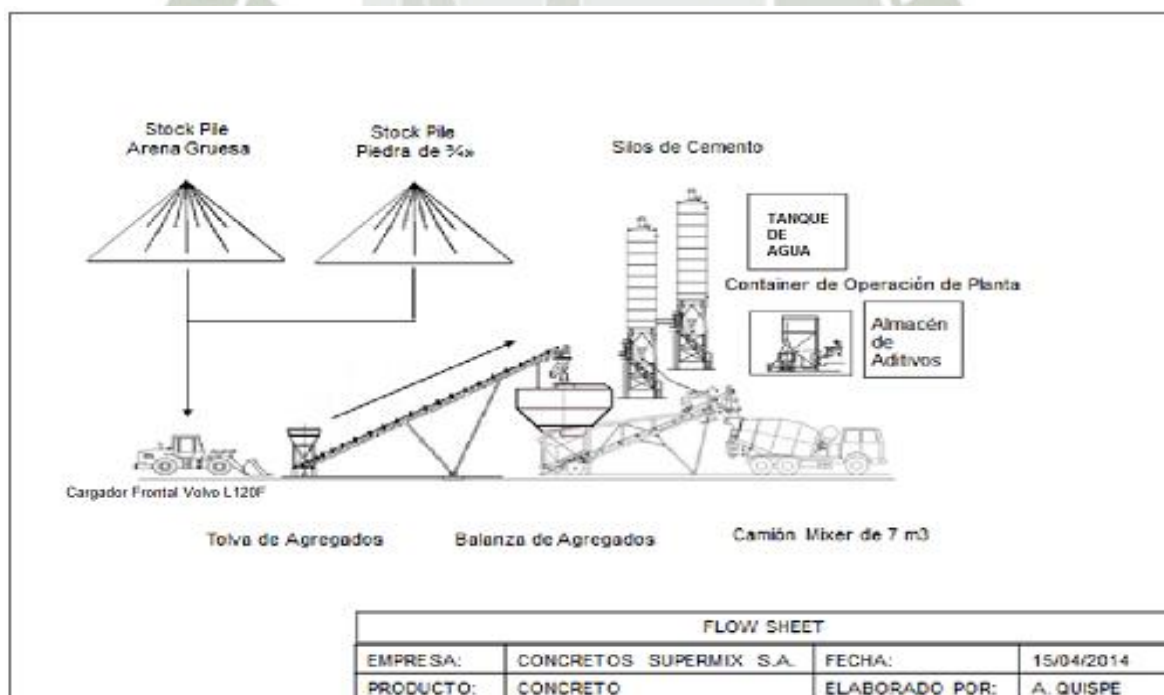


Item	Cantidad
 Operaciones	5
 Inspecciones	1
 Operación/ Inspección	1
 Almacenes	1
 Transportes	3
<b>Total</b>	<b>11</b>

### 3.7.6 FlowSheet



Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.7.7 Descripción de Equipos:

#### 3.7.7.1 Planta de Chancado Primario

##### a. Descripción general

Es una planta móvil de Chancado Primario. Una unidad versátil y compacta de dos fases en circuito cerrado, que puede producir simultáneamente hasta cuatro productos diferentes de excelente calidad. Consta de los siguientes equipos.

- MV 35080 Alimentador Vibratorio
- Chancadora de mandíbulas C 80
- Faja Transportadora 24" x 5 Metros
- Peso Total (de la Planta Móvil de Chancado) = 23100 Kg.

#### 3.7.7.2 Planta de Chancado Secundario y/o Zarandeado

##### a. Descripción general:

Planta móvil de trituración secundaria totalmente armada sobre un chasis único. Está fabricado para atender las necesidades de trituración de obras viales, operaciones de minería y agregados que exigen frecuentes cambios en los sitios de las obras.

- Retritrador de Cono modelo HP-200, completo, con sistema de lubricación y motorización de 200 HP.
- Zaranda Vibratoria, modelo CBS 6' x 16' TD, completa, con mallas metálicas y motorización de 30 HP.
- Conjunto chasis completo con roderos, freno de aire, señalización completa para tráfico y King Pin.

### 3.7.7.3 Planta Dosificadora de Concreto

#### a. Descripción general

- Tolva con 4 compartimentos para 04 áridos diferentes.
- Circuito de agua de 2", con tanque y bomba.
- Sistema de pesaje de cemento de Capacidad de 1000 Kg.
- Faja elevadora de áridos, l=9.40 m.-24°-32"- listelada.
- Tolva encauzadora de descarga.
- Sistema de pesaje de áridos.
- 1 eje para transporte con ruedas duales, plato de enganche a perno universal, luces reglamentarias de tránsito.
- Tablero de fuerza.
- Un dosificador de aditivos líquidos, modelo DAK 22-B2 (Vaso 22 l., para 2 aditivos, alimentación mediante de 2 electrobombas).
- Dos tornillos sin fin para carga de cemento, MOD. NRC-274/7200.
- Sistema de control y auto calibración para balanza de cemento.
- Tablero de mando manual.
- Instalación electro neumática completa.
- Procedencia: Argentina.

Marca: BETONMAC

Modelo: Neo Movil 70-C

**Capacidad:** La capacidad máxima teórica es de 80 m<sup>3</sup>/h y la capacidad real es de 65 m<sup>3</sup>/h

**Tiempo:** tres meses

**CUADRO N° 11**  
**Características Chancador Primario N° 1**

Modelo:	NW
Tipo:	Chancador Primario
Marca:	Metso
Dimensiones:	Ver Cuadro N° 14
Serie:	NW80+NW100HPS
Año de Fabricación:	2005
Propiedad:	Concretos Supermix S.A.
Movilización:	Llantas
Capacidad de producción nominal:	100 m <sup>3</sup> /h
Combustible:	Diesel
Galones/Hora:	1.5

Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO N° 12**  
**Características Chancador Secundario N° 2**

Modelo:	NW
Tipo:	Chancador Secundario
Marca:	Metso
Dimensiones:	Ver Cuadro N° 14
Serie:	NW80+NW180HPS
Año de Fabricación:	2012
Propiedad:	Concretos Supermix S.A.
Movilización:	Llantas
Capacidad de producción nominal:	90 m <sup>3</sup> /h
Combustible:	Diesel
Galones/Hora:	1.6

Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO N° 13**  
**Características Planta dosificadora de Concreto N° 3**

Modelo:	Neo Móvil 70 C
Tipo:	Planta de concreto
Marca:	Betonmac
Dimensiones:	Ver Ilustración N° 17
Serie:	TR1000
Año de Fabricación:	2012
Propiedad:	Concretos Supermix S.A.
Movilización:	Llantas
Capacidad de producción nominal:	70 m <sup>3</sup> /h
Combustible:	Electroneumática (Diesel)
Galones/Hora:	2.6

Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO N° 14**  
**Dimensiones de chancadoras Metso**

Tamaño	HP 100	HP 200	HP 300	HP 400	HP 500	HP 800
A. Distancia bajo molino de la tubería de aceite.	293 mm	297 mm	328 mm	240 mm	425 mm	732 mm
B. Cota total máxima del anillo de reglaje	1505 mm	1952 mm	2207 mm	2370 mm	2730 mm	3500 mm
C. Cota necesaria para extracción del contraeje	1568 mm	1840 mm	2020 mm	2470 mm	2850 mm	3450 mm
C. Distancia hasta extremo del contraeje	950 mm	1160 mm	1347 mm	1645 mm	1760 mm	2225 mm
D. Altura máxima	1298 mm	1630 mm	1865 mm	2055 mm	2290 mm	3335 mm
E. Diámetro interno de la tolva de alimentación	694 mm	914 mm	1078 mm	1308 mm	1535 mm	1863 mm
F. Cota necesaria para la extracción de la tasa	1725 mm	2140 mm	2470 mm	2650 mm	3300 mm	4210 mm
G. Cota necesaria para la extracción de la cabeza	1700 mm	2165 mm	2455 mm	2715 mm	3165 mm	3845 mm
H. Desplazamiento de la tolva debido a la carreta de desatascado	65 mm	70 mm	85 mm	185 mm	125 mm	159 mm
I. Cota necesaria para elevación de la cabeza	520 mm	545 mm	660 mm	830 mm	882 mm	1130 mm

Fuente: Manual del equipo

**CUADRO N° 15**  
**Tamaño completo y equipamiento**

Tamaño	HP100	HP200	HP300	HP400	HP500	HP800
Molino completo	5400 Kg.	10400 Kg.	15810 Kg.	23000 Kg.	33150 Kg.	64100 Kg.
Taza, mandíbula fija de la taza anillo de reglaje tolva	1320 Kg.	2680 Kg.	3525 Kg.	4800 Kg.	7200 Kg.	15210 Kg.
Cabeza, mandíbula móvil y plato de alimentación	600 Kg.	1200 Kg.	2060 Kg.	3240 Kg.	5120 Kg.	9300 Kg.
Potencia máxima recomendada	90 kW	132 kW	200 kW	315 kW	355 kW	600 kW
Velocidad del contraeje	750-1200	750-1200	700-1200	700-1000	700-950	700-950

Fuente: Manual del equipo

**CUADRO N° 16**  
**Cámaras de Trituración**

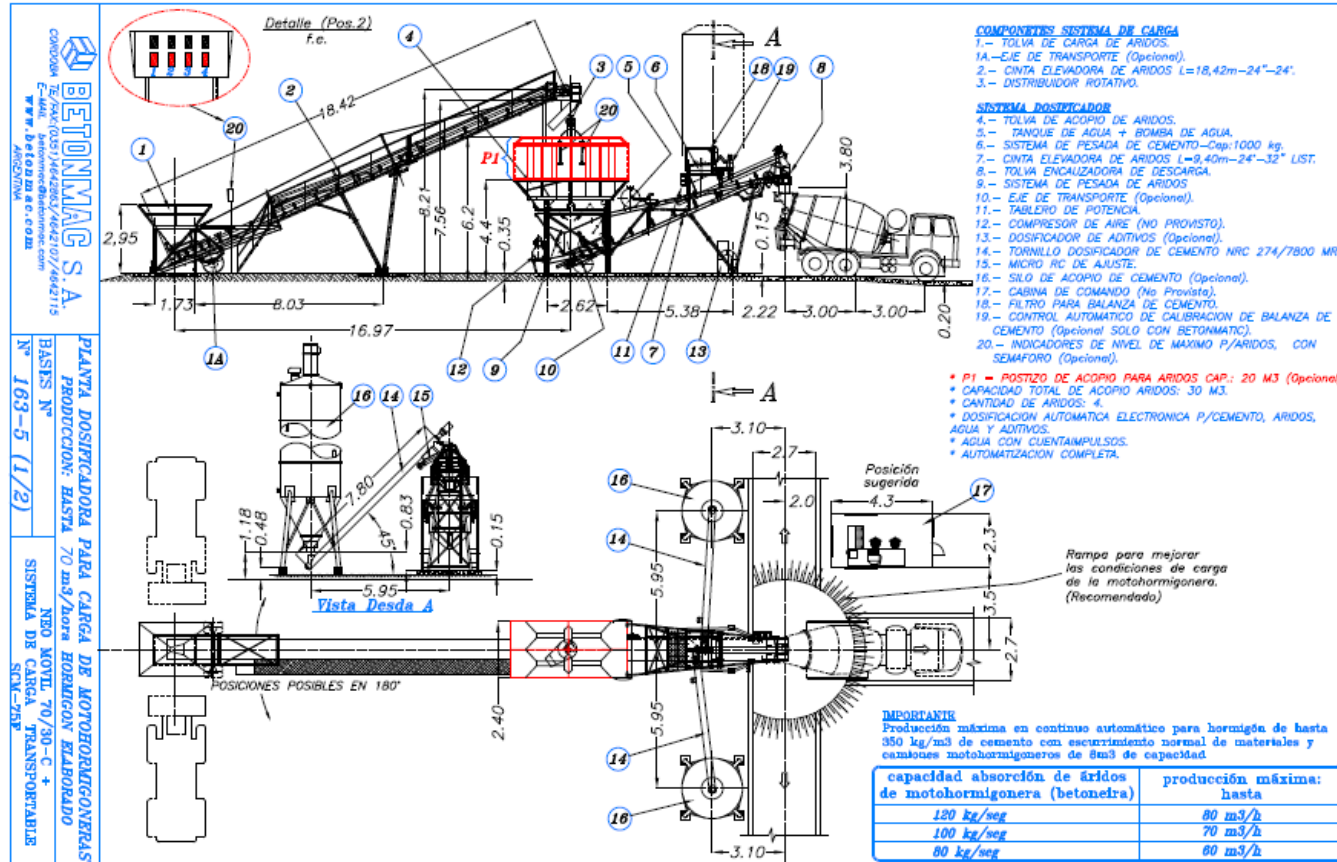
Tamaño de molino	Cámara	Reglaje mínimo "A"	Apertura de alimentación "B"	Reglaje mínimo "A"	Apertura de alimentación "B"
HP100	Extra Fina			6 mm	20 mm
	Fina			9 mm	50 mm
	Media			9 mm	70 mm
	Gruesa			13 mm	100 mm
	Extra gruesa			21 mm	150 mm
HP200	Extra Fina			6 mm	25 mm
	Fina	14 mm	95 mm	6 mm	25 mm
	Media	17 mm	125 mm	6 mm	54 mm
	Gruesa	19 mm	185 mm	10 mm	76 mm
	Extra gruesa				
HP300	Extra Fina			6 mm	25 mm
	Fina	13 mm	107 mm	6 mm	25 mm
	Media	16 mm	150 mm	8 mm	53 mm
	Gruesa	20 mm	211 mm	10 mm	77 mm
	Extra gruesa	25 mm	233 mm		
HP400	Extra Fina			6 mm	30 mm
	Fina	14 mm	111 mm	6 mm	40 mm
	Media	20 mm	198 mm	8 mm	52 mm
	Gruesa	25 mm	252 mm	10 mm	92 mm
	Extra gruesa	30 mm	299 mm		
HP500	Extra Fina			6 mm	35 mm
	Fina	16 mm	133 mm	8 mm	40 mm
	Media	20 mm	204 mm	10 mm	57 mm
	Gruesa	25 mm	286 mm	13 mm	95 mm
	Extra gruesa	30 mm	335 mm		

Fuente: Manual del equipo

## Ilustración N° 7 Planta Betonmac

16-11-10 (REV. 07-03-11) Diag. N°: 163-5 (1/2)

ESC. 1:200



Fuente: Betonmac Manual del Equipo

### 3.7.7.4 Equipos Línea Amarilla

Se denominan equipos de línea amarilla a toda maquinaria que realiza el movimiento de tierra en el proceso productivo. Actualmente en el proyecto se tienen 2 cargadores frontal, 1 excavadora y 1 tractor oruga con las siguientes características:

**CUADRO N° 17**  
**Características Cargador Frontal 966H**

Modelo:	966H
Tipo:	Cargador Frontal
Marca:	Caterpillar
Dimensiones:	Ver ilustración N° 2
Cantidad:	1
Año de Fabricación:	2013
Propiedad:	Concretos Supermix S.A.
Movilización:	Llantas
Capacidad de cucharón:	4.2 m <sup>3</sup>
Combustible:	Diesel
Galones/Hora:	1.6

Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO N° 18**  
**Características Excavadora 349DL**

Modelo:	349DL
Tipo:	Excavadora
Marca:	Caterpillar
Dimensiones:	Ver ilustración N° 3
Cantidad:	1
Año de Fabricación:	2012
Propiedad:	Concretos Supermix S.A.
Movilización:	Orugas
Capacidad de cucharón:	3.10 m <sup>3</sup>
Combustible:	Diesel
Galones/Hora:	1.7

Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO N° 19**  
**Características Cargador Frontal L120F**

Modelo:	L120F
Tipo:	Cargador Frontal
Marca:	Volvo
Dimensiones:	Ver ilustración N° 4
Cantidad:	1
Año de Fabricación:	2010
Propiedad:	Concretos Supermix S.A.
Movilización:	Llantas
Capacidad de cucharón:	3.5 m <sup>3</sup>
Combustible:	Diesel
Galones/Hora:	1.6

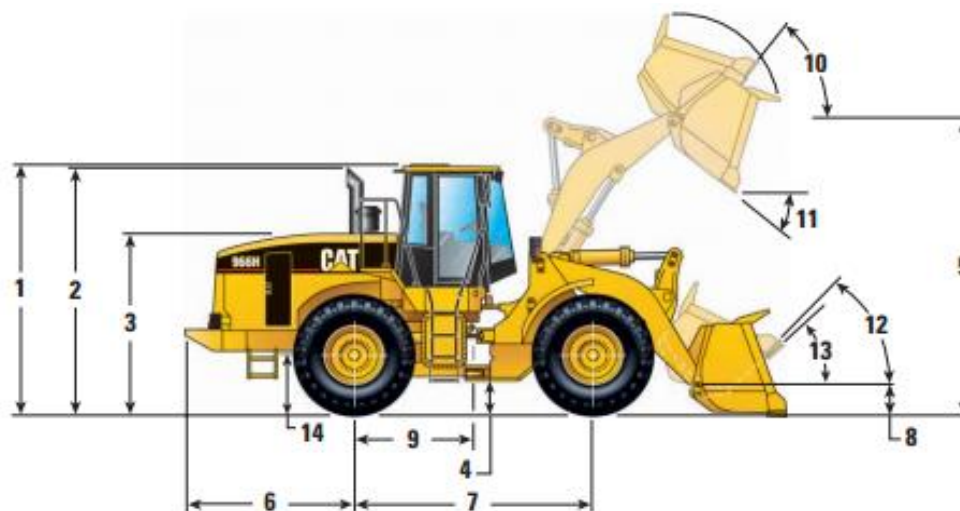
Fuente: Concretos Supermix S.A.

**CUADRO N° 20**  
**Características Tractor Oruga D8T**

Modelo:	D8T
Tipo:	Tractor Oruga
Marca:	Caterpillar
Dimensiones:	Ver ilustración N° 5
Cantidad:	1
Año de Fabricación:	2012
Propiedad:	Concretos Supermix S.A.
Movilización:	Llantas
Capacidad de cucharón:	5.0 m <sup>3</sup>
Combustible:	Diesel
Galones/Hora:	1.8

Fuente: Concretos Supermix S.A.

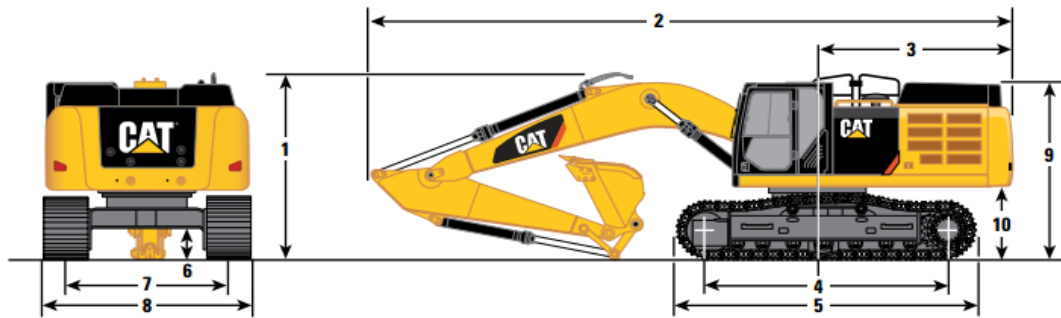
Ilustración N° 8  
Cargador Frontal Caterpillar 966H



1	Altura hasta la parte de arriba de la estructura ROPS	3.600 mm (11'10")
2	Altura hasta la parte superior del tubo de escape	3.552 mm (11'8")
3	Altura hasta la parte superior del capó	2.678 mm (8'9")
4	Espacio libre sobre el suelo con neumáticos 26.5R25 L-4 Firestone (vea la tabla de neumáticos para otros neumáticos)	496 mm (1'8")
5	Altura del pasador del cucharón	4.224 mm (13'10")
6	Desde la línea de centro del eje trasero hasta el contrapeso	2.461 mm (8'1")
7	Distancia entre los ejes	3.450 mm (11'4")
8	Altura del pasador del cucharón en transporte	507 mm (1'8")
9	Desde la línea de centro del eje trasero hasta el enganche	1.725 mm (5'8")
10	Inclinación hacia atrás a levantamiento máximo	60,8°
11	Ángulo de descarga a levantamiento máximo	45°
12	Inclinación hacia atrás en transporte	47,4°
13	Inclinación hacia atrás en el suelo	41,8°
14	Altura hasta la línea de centro del eje	815 mm (2'8")

Fuente: Manual del Equipo

Ilustración N° 9  
Excavadora Caterpillar 349DL



Balancín	Pluma de alcance HD 6,9 m		Pluma de alta producción 6,55 m	
	R3.35TB	R2.9TB	M3.0UB	M2.5UB
1 Altura de embarque en el punto más alto de la pluma	3.730 mm	3.660 mm	4.020 mm	3.980 mm
Altura de embarque con pasamanos	3.610 mm	3.610 mm	3.610 mm	3.610 mm
2 Longitud de embarque	11.920 mm	11.910 mm	11.590 mm	11.680 mm
3 Radio de giro de la cola	3.760 mm	3.760 mm	3.760 mm	3.760 mm
4 Distancia entre los centros de los rodillos	4.360 mm	4.360 mm	4.360 mm	4.360 mm
5 Longitud de la cadena	5.370 mm	5.370 mm	5.370 mm	5.370 mm
6 Altura libre sobre el suelo (incluyendo altura de orejeta de zapata)	510 mm	510 mm	510 mm	510 mm
7 Ancho de vía	2.740 mm	2.740 mm	2.740 mm	2.740 mm
8 Anchura de transporte				
Zapatas de 600 mm	3.340 mm	3.340 mm	3.340 mm	3.340 mm
9 Altura de la cabina	3.220 mm	3.220 mm	3.220 mm	3.220 mm
Altura de la cabina con protección superior	3.390 mm	3.390 mm	3.390 mm	3.390 mm
10 Altura libre desde el contrapeso	1.280 mm	1.280 mm	1.280 mm	1.280 mm
Capacidad del cucharón	3,1 m³	3,1 m³	3,2 m³	3,2 m³
Radio de la punta del cucharón	1.866 mm	1.866 mm	2.046 mm	2.046 mm

Fuente: Manual del Equipo

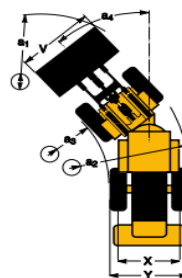
Ilustración N° 10  
Cargador Frontal Volvo L120F

## ESPECIFICACIONES

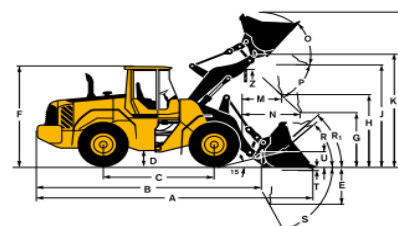
Neumáticos: 23.5 R25 L3

	Brazo estándar		Brazo largo	
	L110F	L120F	110F	L120F
B	6470 mm	6580 mm	7000 mm	7060 mm
C	3200 mm	3200 mm	-	-
D	420 mm	420 mm	-	-
F	3360 mm	3370 mm	-	-
G	2132 mm	2133 mm	-	-
J	3700 mm	3780 mm	4220 mm	4290 mm
K	4020 mm	4090 mm	4530 mm	4610 mm
O	55 °	54 °	-	-
P <sub>max</sub>	50 °	49 °	-	-
R	41 °	42 °	42 °	43 °
R <sub>1</sub> *	46 °	47 °	-	-
S	66 °	67 °	64 °	64 °
T	96 mm	96 mm	105 mm	145 mm
U	470 mm	510 mm	-	-
X	2070 mm	2070 mm	-	-
Y	2670 mm	2670 mm	-	-
Z	3290 mm	3330 mm	3800 mm	3700 mm
a <sub>1</sub>	5730 mm	5730 mm	-	-
a <sub>2</sub>	3060 mm	3060 mm	-	-
a <sub>3</sub>	±40 °	±40 °	-	-

\* Posición de acarreo SAE



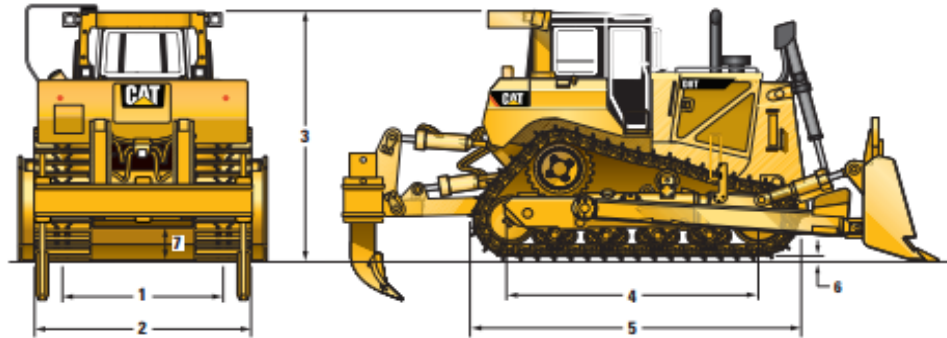
Donde sea aplicable, las especificaciones y las dimensiones están de acuerdo con las normas ISO 7131, SAE J1732, ISO 7546, SAE J1742, ISO 14397, SAE J818.



Fuente: Manual del Equipo

Ilustración N° 11

Tractor Oruga Caterpillar D8T



	Estándar	Sin suspensión	LGP*
1 Ancho de vía	2083 mm	2082 mm	2337 mm
2 Anchura del tractor			
Sobre muñones	3057 mm	3050 mm	3377 mm
Sin muñones (anchura de zapata estándar)	2642 mm	2642 mm	3302 mm
3 Altura de la máquina desde la punta de la garra			
Tubo de escape vertical	3304 mm	3480 mm	3295 mm
EROPS	3500 mm	3491 mm	3491 mm
4 Longitud de cadena sobre el suelo	3206 mm	3258 mm	3206 mm
5 Longitud del tractor básico (muñón del tirante estabilizador hasta la punta de la garra trasera)	4554 mm	4554 mm	4554 mm
Con los siguientes implementos añadir:			
Ripper: un diente (con la punta a nivel del suelo)	1519 mm	1519 mm	N/A
Ripper: varios dientes (con la punta a nivel del suelo)	1613 mm	1613 mm	N/A
Hoja de Empuje SU	1844 mm	1844 mm	1844 mm
Hoja de Empuje U	2241 mm	2241 mm	N/A
Hoja de Empuje A (sin ángulos)	2027 mm	2027 mm	N/A
Hoja de Empuje A (con ángulo de 25 grados)	3068 mm	3068 mm	N/A
Barra de tiro	406 mm	406 mm	406 mm
6 Altura de la garra	78 mm	78 mm	78 mm
7 Altura libre sobre el suelo	613 mm	606 mm	613 mm

\*La anchura de la zapata estándar del Tractor D8T LGP con tren de rodaje sin suspensión es de 965 mm.

Fuente: Manual del Equipo

### 3.7.8 Ingeniería del Proyecto:

La ejecución del proyecto implica realizar las siguientes actividades:  
 Construcción de una infraestructura con los requerimientos sanitarios.  
 Adquisición de las maquinarias, equipos, implementos y herramientas  
 equipos para la instalación de la tecnología de la planta. Capacitación del  
 personal técnico y obrero que operarán en la planta.

### 3.7.8.1 Descripción del diseño y proceso de edificación de la Planta

Ese requerirá de la construcción de ambientes o plantas, con características especiales que permitan una combinación adecuada de los factores de producción: capital, recursos humanos, tecnología, materia prima, insumos, entre otros.

El producto a obtener debe facilitar el manejo de materiales, reducir los costos, tener seguridad y calidad.

a. Obras que deben construirse para prestar los servicios de apoyo de la producción a cielo abierto se encuentra:

- \*Vías internas
- \*Estacionamiento
- \*Jardinerías

b. Las áreas techadas de la planta la constituyen:

- \*Oficina de administración
- \*Producción
- \*Taller o Mantenimiento
- \*Área o almacén de Productos Terminados
- \*Sanitarios

Obras civiles, para poner en marcha la planta de concreto:

1. Losa de concreto para container de operación de la planta.
2. Losa de concreto para silos de cemento.
3. Losa de concreto con barrera de contención para silo de aditivos.
4. Poza de sedimentación para lavado de Mixers.
5. Losa de concreto para base de planta dosificadora.
6. Losa de concreto para container de laboratorio de control de calidad.

7. Losa de concreto para cuarto de curado de probetas de concreto.
  8. Losa de concreto para container de administración y jefatura de seguridad.
  9. Losa de concreto para container de comedor de trabajadores.
  10. Losa de concreto para container de almacén.
  11. Losa de concreto para taller de mantenimiento de Camiones Mixer.
  12. Losa de concreto para container de jefatura de planta.
- Obras civiles en Mina Inmaculada proyectado para 6 meses con un total de 12000 m<sup>3</sup>:

**PLANTA DE PROCESOS - AREA HUMEDA:**

**MOLIENDA:**

Se colocaran Pernos MK1 para la base, encofrado y colocado de concreto  $f'c = 315 \text{ kg/cm}^2$ , previa liberación topográfica y coordinación con área de mecánica.

**Ilustración N° 12**  
**Molienda**



Completando concreto en II etapa hasta nivel de pernos MK1 se colocarán Pernos MK1 para base de Molino SAG.

Fuente: Elaboración Propia.

**Ilustración N° 13**

**Molino de Bolas y Molino SAG**

Se colocará concreto con Bomba Telescópica Molino SAG, previa liberación topográfica de Niveles y Coordenadas de pernos MK1.



Encofrado de pedestales de molino de Bolas. Se colocará el concreto con Molino Bolas, I Tramo,  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración Propia.

Estructura de vaciados comprende:

1. Molino SAG.

(Concreto  $f'c=315 \text{ Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $376 \text{ m}^3$ .

2. Molino BOLAS.

(Concreto  $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$  CIP/H67BS46) total:  $417 \text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=315 \text{ Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $624 \text{ m}^3$ .

**LIXIVIACION:**

Se Requiere realizar trabajos en Tanque TK-7, TK-5, TK-3 de Lixiviación donde se colocarán 36 pernos c/tanque, previo fijado con soldadura y

verificación topográfica de niveles y ubicación. Colocado de PolyLock y encofrado laterales.

Se colocara el Concreto en Muros-pedestal circular de los tanques TK-7, TK-5 y TK-3, incluyendo encofrado de pedestal central para los tanques de lixiviación TK-7 y TK-5.

**Ilustración N° 14**  
**Lixiviación**



Panorámica del área de Lixiviación  
Fuente: Elaboración Propia.

Estructura de vaciados comprende:

3. Obras de concreto simple y falsas zapatas.

(Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $185\text{ m}^3$ .

4. Cimentación de tanques y equipos (1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

(Concreto  $f'c=315\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $417\text{ m}^3$ .

**CIMENTACION DEL ESPESADOR CCD – 3220:**

Estructura de vaciados comprende:

5. Cimentación del espesador (1, 2, 3 y 4).

(Concreto  $f'c=140\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS46) total:  $227\text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=315\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $680\text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $303\text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=280\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $302\text{ m}^3$ .

**PRECLARIFICACION DEL ESPESADOR – 3230:**

Estructura de vaciados comprende:

6. Obras de concreto simple.

(Concreto  $f'c=140\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS46) total:  $759\text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=350\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $2550\text{ m}^3$ .

**PLANTA DE PROCESOS – AREA SECA:**

**CHANCADO PRIMARIO:**

Comprende la obra de concreto del edificio de chancadora.

Estructura de vaciados comprende:

7. Obra de concreto falsa zapata para chancadora.

8. Obra de concreto zapata para chancadora.

9. I Etapa de muro de concreto.

10. Losa de techo de concreto.

11. II Etapa de muro de concreto.

(Concreto  $f'c=140\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS46) total:  $2158\text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=315\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $6474\text{ m}^3$ .  
(Concreto  $f'c=280\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $5754\text{ m}^3$ .

### **FAJA TRANSPORTADORA:**

A. Pre-armado de acero estructural Para:

- \*Colector de polvo, (zapata-pedestal).
- \*Soporte de Faja de sacrificio, (zapata-pedestal).
- \*Torre de Transferencia (Zapata que amarrará a los pilotes).

**Ilustración N° 15**  
**Pre-armado de acero estructural**



Encofrado para muros 1er Nivel Área donde se instalará inicio de la Faja transportadora de sacrificio  
Fuente: Elaboración Propia.

**Ilustración N° 16**  
**Pre-armado con acero estructural – para cimentación, zapatas y pedestales**



Fuente: Elaboración Propia.

Estructura de vaciados comprende:

12.8 Zapatas para torre de transferencia de faja transportadora.

(Concreto  $f'c=315\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $1040\text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=280\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $560\text{ m}^3$ .

### FAJA CURVA TRANSPORTADORA:

#### Ilustración N° 17 Cimentación del área de tensado de faja curva



Excavación localizada para cimentación de zapatas para torres de faja curva y colocado de concreto de Falsas zapatas.



Se colocará concreto en solado en el área de tensado de faja curva. Se colocará concreto con Bomba Estacionaria.

Fuente: Elaboración Propia.

Estructura de vaciados comprende:

13. Etapa 1, 2, 3 y 4 para finalización de faja curva.

(Concreto  $f'c=315\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $214\text{ m}^3$ .

(Concreto  $f'c=280\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS68) total:  $66\text{ m}^3$ .

### EXCAVACIONES DE FUNDACIONES:

14. Colocación de concreto en fundaciones.

(Concreto  $f'c=140\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS46) total:  $175\text{ m}^3$ .

### STOCK PILE:

15. Colocación de concreto en zapatas, muros y losas de techo.

(Concreto  $f'c=140\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS46) total:  $1520\text{ m}^3$ .

### CIMENTACIONES DE FAJAS Y TORRES DE TRANSFERENCIA:

16. Zapatas 1, 2, 3, 4 y 5.

(Concreto  $f'c=140\text{Kg/cm}^2$  CIP/H67BS46) total:  $1959\text{ m}^3$ .

### 3.7.8.2 Diseños de Concretos utilizados en la producción para obras

civiles:

**CUADRO N° 21**  
Diseños de Concretos utilizados en la producción para obras civiles

	140IPH67B46	210IPH67B68	280IPH67B68	315IPH67B68	350IPH67B68
<b>Relación agua/cemento</b>	<b>0.88</b>	<b>0.81</b>	<b>0.7</b>	<b>0.65</b>	<b>0.6</b>
Cemento Tipo IP (Kg).	305	350	390	410	450
Agua (l).	189	175	183	180	180
Arena Puico (Kg).	623	662	664	676	662
Piedra 3/4" A+B (Kg).	1097	1004	947	925	905
Viscocrete 1110 (l).	1.983	2.101	2.536	2.871	3.152
Sika Aer (l).	0	0.028	0.043	0.045	0.045
Poliheed SY (l).	0	0.14	0.156	0.164	0.225
<b>Peso Total (Kg.)</b>	<b>2215.6</b>	<b>2193.8</b>	<b>2187.3</b>	<b>2194.1</b>	<b>2200</b>

Fuente: Concretos Supermix S.A.

### 3.7.8.3 Tipos de Concretos utilizados en las obras civiles ejecutadas:

**CUADRO Nº 22**  
**Tipos de Concretos**

	Nomenclatura	Concreto	Cemento	Huso	Bombeable Slump
1	(Co f'c=315Kg/cm <sup>2</sup> CIP/H67BS68)	315 Kg/cm <sup>2</sup>	IP	67	68
2	(Co f'c=140Kg/cm <sup>2</sup> CIP/H67BS46)	140 Kg/cm <sup>2</sup>	IP	67	46
3	(Co f'c=210Kg/cm <sup>2</sup> CIP/H67BS68)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	IP	67	68
4	(Co f'c=280Kg/cm <sup>2</sup> CIP/H67BS68)	280 Kg/cm <sup>2</sup>	IP	67	68
5	(Co f'c=350Kg/cm <sup>2</sup> CIP/H67BS68)	350 Kg/cm <sup>2</sup>	IP	67	68

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO Nº 23**  
**Producción de concretos en m<sup>3</sup> -**  
**Planta de Procesos Area Húmeda**

		Planta de Procesos Area Húmeda				
		Concretos				
		1	2	3	4	5
	Molienda					
1	Molino SAG	376	-	-	-	-
2	Molino Bolas	624	417	-	-	-
	Lixiviación					
3	Obras de concreto simple y falsas zapatas	-	-	185	-	-
4	Cimentación de tanques y equipos	417	-	-	-	-
	Espesador					
5	Cimentación de espesador	680	227	303	302	-
	Preclarificación del espesador					
6	Obras de concreto simple	-	759	-	-	2550

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO Nº 24**  
**Producción de concretos en m<sup>3</sup> - Planta de Procesos Area Seca**

		Planta de Procesos Área Seca				
		CONCRETOS				
		1	2	3	4	5
	Chancador Primario	2158	-	-	-	-
7	Obra de concreto falsa zapata para chancadora	-	1079	-	1918	-
8	Obra de concreto zapata para chancadora	2158	-	-	-	-
9	I Etapa muro de concreto	-	1079	-	1918	-
10	Losa de techo de concreto	2158	-	-	-	-
11	II Etapa muro de concreto	-	-	-	1918	-
	Faja Transportadora					
12	Zapatas para torre de transferencia faja transportadora	1040	-	-	560	-
	Faja Curva transportadora					
13	Etapa 1,2,3 y 4 para faja curva	214	-	-	66	-
	Excavaciones de fundaciones					
14	Colocación de concreto en fundaciones	-	175	-	-	-
	Stock Pile					
15	Colocación de concreto	-	1520	-	-	-
	Cimentaciones de fajas y torres de transferencia					
16	Zapatas 1,2,3,4 y 5	-	1959	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO Nº 25**  
**Producción de Concreto en m<sup>3</sup> – Mes de Diciembre 2014 al**  
**Mes de Noviembre del 2015**

	Concreto1	Concreto2	Concreto3	Concreto4	Concreto5
dic-14	1360	890	-	768	569
ene-14	1530	756	-	980	159
feb-14	1698	740	26	842	260
mar-15	1530	716	30	750	380
abr-15	1295	1288	99	1536	779
may-15	810	595	150	796	148
jun-15	445	554	-	629	110
jul-15	321	650	125	229	459
ago-15	278	430	-	100	115
sep-15	254	280	50	-	187
oct-15	145	159	-	52	40
nov-15	159	157	8	-	68
Total	9825	7215	488	6682	3274

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 26**  
**Agregados y su Densidad**

AGREGADO	DENSIDAD
ARENA GRUESA N° 4	1500 Kg. / m <sup>3</sup>
PIEDRA 3/4"	1650 Kg. / m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 27**  
**Producción de Agregados – Mes de Diciembre del 2014 al**  
**Mes de Noviembre del 2015**

	ARENA GRUESA N°4 (m <sup>3</sup> )	PIEDRA 3/4" (m <sup>3</sup> )
dic -14	1555	2188
ene-15	1362	2018
feb-15	1438	2209
mar-15	1370	2099
abr-15	2186	2790
may-15	1089	1414
jun-15	1079	1046
jul-15	781	1061
ago-15	401	763
sep-15	334	671
oct-15	171	244
nov-15	169	243
Total	11936	16745

Fuente: Elaboración Propia.

El requerimiento de personal con sus respectivos sueldos mensuales se muestran en el cuadro N° 28.

**CUADRO N° 28**  
**Requerimiento y sueldo del Personal**

<b>Cargo</b>	<b>Requerimiento en Personas</b>	<b>Sueldo Mensual (En Soles)</b>
Gerente de Proyecto	1	8000
Jefe de Planta	2	4500
Asistente Administrativo de Operaciones	2	2500
Operador de Planta de Concreto	2	2300
Ayudante de Planta	2	1600
Operador de Mixer	4	2300
Operador de Cargador Frontal	2	2100
Operador de Bomba Telescópica	2	2100
Ayudante de Bomba Telescópica	2	1600
Operador de camioneta	2	1700
Operador de Chancador Primario y Secundario	2	2350
Operador de Volquete	4	2300
Operador de Tractor Oruga	2	2100
Operador de Excavadora	2	2100
Operador de Cargador Frontal	2	2100
Ayudante de Chancador Primario y Secundario	2	1600
Supervisor de Control de Calidad	2	2400
Técnico Laboratorista	2	1900
Técnico en Control de Calidad Planta de Concreto	4	1800
Supervisor de Seguridad, Salud ocupacional y Medio Ambiente	2	3600
Vigía	2	1650
Mecánico de Mantenimiento de Planta	1	1800
Eléctrico de Mantenimiento de Planta	1	1800
Mecánico de Equipo Diesel	1	1950
Eléctrico de Equipo Móvil	1	1950
Mecánico Hidráulico	1	1950

Fuente: Elaboración Propia.

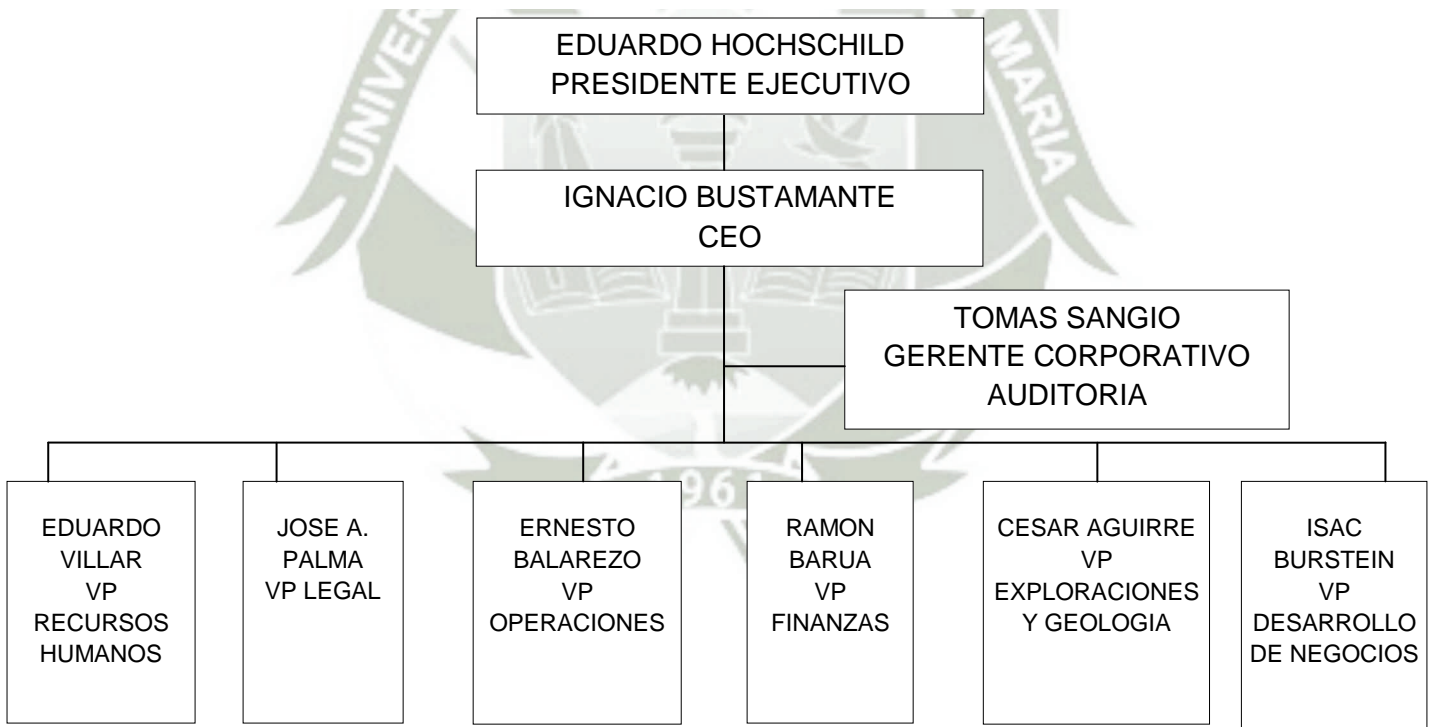
### 3.8 Estrategias de integración a la cadena productiva de la mina

#### 3.8.1 Inserción en la Política institucional

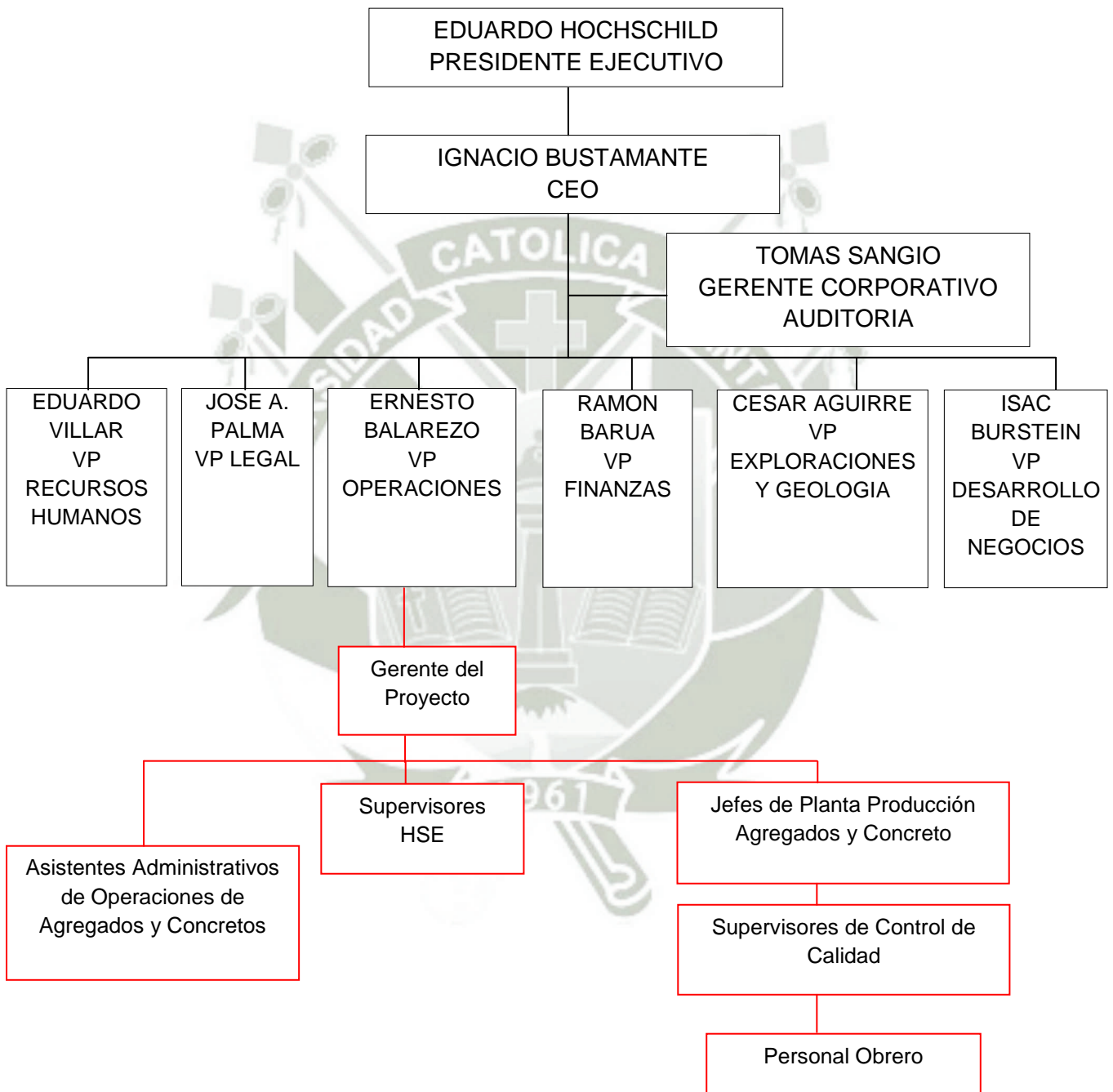
Considerando los beneficios que genera para la minera se propone la ampliación de la eficiencia de la producción de bienes y servicios mediante la articulación de la Planta de Agregados de Concreto Premezclado, como parte integrante de una cadena de valor en la mina. Por lo tanto la integración de esta planta debe ser integrada a la política institucional.

#### 3.8.2 Organización e integración a la estructura orgánica de la Mina

Organigrama Anterior:



Organigrama Nuevo: Se incorporó dentro del área de operaciones una gerencia que estará a cargo de la administración del servicio de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, la cual estará presente hasta la finalización del proyecto.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.8.3 Reglamentos y normas internas

El reglamento y las normas existentes en la minera será aplicado al personal que laborará en la Planta en todos los niveles jerárquicos; así también se ampliarán las normas de Seguridad y Control del medio ambiente con las especificadas para esta planta, las que serán integradas al Reglamento General de la mina.

## 3.9 Evaluación del Impacto Ambiental

La viabilidad del proyecto debe ser evaluada por el impacto ambiental, se debe hacer un análisis ciclo de vida, el cual incluye, análisis de aspectos e impactos ambientales por cada una de las fases que conforman el proyecto. Este análisis consiste, en identificar las entradas y salidas de recursos en cada fase, así como los aspectos e impactos que se derivan de estas. Ya identificados, se arma la matriz IPR donde se pone un puntaje de 5 al 0 a mayor puntaje más significativo. En las columnas de índice de frecuencia (F), índice de gravedad de impacto (G) e índice de pérdida de control (P), luego se multiplican linealmente hallando un puntaje final. Si el puntaje es mayor a 40 es un aspecto muy significativo y por tanto se debe buscar una solución a dicho impacto ambiental. En este caso se hará la evaluación de la extracción de la roca, manipuleo de roca, chancado primario, chancado secundario, transporte de agregados a planta de concreto, dosificación en planta de concreto y transporte de concreto.

**CUADRO N° 29**  
**Primera Fase – Extracción de roca de voladura.**

Entradas	Fase	Salidas
Combustible	Extracción de la roca de voladura	Roca de voladura
		Rotura de dientes de la pala
		Residuos de combustión
		Agua con aceite

Entradas		Salidas	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Consumo de combustible	Agotamiento de recursos energéticos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo del río
		Generación de efluentes	Contaminación del agua del río
		Generación de emisiones tóxicas	Contaminación del aire

Aspecto ambiental	Indice de Frecuencia (F)	Indice de gravedad de impacto (G)	Indice de pérdida de control (P)	IPR	Conclusión
Consumo de combustible	5	3	2	30	No significativo
Generación de residuos sólidos	2	1	2	4	No significativo
Generación de efluentes	3	2	3	18	No significativo
Generación de emisiones tóxicas	4	3	3	36	No significativo

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 30**  
**Segunda Fase – Manipuleo de la roca.**

Entradas	Fase	Salidas
Combustible	Manipuleo de la roca	Roca de voladura
Roca de Voladura		Polvo
		Residuos de combustión

Entradas		Salidas	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Consumo de combustible	Agotamiento de recursos energéticos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Generación de material particulado	Contaminación del aire y salud humana
		Generación de emisiones tóxicas	Contaminación del aire

Aspecto ambiental	Indice de Frecuencia (F)	Indice de gravedad de impacto (G)	Indice de pérdida de control (P)	IPR	Conclusión
Consumo de combustible	5	3	2	30	No significativo
Generación de residuos sólidos	2	1	2	4	No significativo
Generación de material particulado	5	3	4	<b>60</b>	Significativo
Generación de emisiones tóxicas	4	3	3	36	No significativo

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 31**  
**Tercera Fase – Chancado primario.**

Entradas	Fase	Salidas
Energía Eléctrica	Chancado primario	Roca chancada
Roca de Voladura		Polvo
		Ruido
		Vibraciones
		Desgaste de la muela

Entradas		Salidas	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Consumo de electricidad	Agotamiento de recursos energéticos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Generación de material particulado	Contaminación del aire y salud humana
		Generación de ruidos y vibraciones	Daño a la salud humana

Aspecto ambiental	Indice de Frecuencia (F)	Indice de gravedad de impacto (G)	Indice de pérdida de control (P)	IPR	Conclusión
Consumo de electricidad	5	2	2	20	No significativo
Generación de residuos sólidos	2	2	2	8	No significativo
Generación de material particulado	3	3	2	18	No significativo
Generación de ruidos y vibraciones	5	2	3	30	No significativo

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 32**  
**Cuarta Fase – Chancado secundario.**

Entradas	Fase	Salidas
Energía Eléctrica	Chancado Secundario	Roca chancada
Roca chancada		Polvo
		Ruido
		Vibraciones
		Desgaste del cono

Entradas		Salidas	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Consumo de electricidad	Agotamiento de recursos energéticos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Generación de material particulado	Contaminación del aire y salud humana
		Generación de ruidos y vibraciones	Daño a la salud humana

Aspecto ambiental	Indice de Frecuencia (F)	Indice de gravedad de impacto (G)	Indice de pérdida de control (P)	IPR	Conclusión
Consumo de electricidad	5	2	2	20	No significativo
Generación de residuos sólidos	2	2	2	8	No significativo
Generación de material particulado	3	3	2	18	No significativo
Generación de ruidos y vibraciones	5	2	3	30	No significativo

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 33**  
**Quinta Fase – Transporte de Agregados.**

Entradas	Fase	Salidas
Combustible	Transporte de Agregados	Agregados
Agregados		Polvo
		Ruido
		Vibraciones
		Residuos de Combustión

Entradas		Salidas	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Consumo de Combustible	Agotamiento de recursos energéticos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Generación de material particulado	Contaminación del aire y salud humana
		Generación de ruidos y vibraciones	Daño a la salud humana
		Generación de emisiones tóxicas	Contaminación del aire

Aspecto ambiental	Indice de Frecuencia (F)	Indice de gravedad de impacto (G)	Indice de pérdida de control (P)	IPR	Conclusión
Consumo de combustible	5	3	2	30	No significativo
Generación de residuos sólidos	2	1	1	2	No significativo
Generación de material particulado	3	3	2	18	No significativo
Generación de ruidos y vibraciones	5	2	3	30	No significativo
Generación de emisiones tóxicas	4	3	3	36	No significativo

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO N° 34**  
**Sexta Fase – Dosificación de concreto.**

Entradas	Fase	Salidas
Energía Eléctrica	Dosificación de concreto	Concreto (cemento, agregados, agua y aditivos)
Cemento		Polvo
Agregados		Ruido
Agua		Vibraciones
Aditivos		Desgaste de polines de faja

Entradas		Salidas	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Consumo de electricidad	Agotamiento de recursos energéticos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Generación de material particulado	Contaminación del aire y salud humana
		Generación de ruidos y vibraciones	Daño a la salud humana

Aspecto ambiental	Indice de Frecuencia (F)	Indice de gravedad de impacto (G)	Indice de pérdida de control (P)	IPR	Conclusión
Consumo de electricidad	5	2	2	20	No significativo
Generación de residuos sólidos	2	1	1	2	No significativo
Generación de material particulado	3	3	2	18	No significativo
Generación de ruidos y vibraciones	5	2	3	30	No significativo

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 35**  
**Séptima Fase – Transporte de Concreto.**

Entradas	Fase	Salidas
Combustible	Transporte de Concreto	Concreto
Concreto		Ruido
		Vibraciones
		Residuos de Combustión

Entradas		Salidas	
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Consumo de combustible	Agotamiento de recursos energéticos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
		Generación de ruidos y vibraciones	Daño a la salud humana
		Generación de emisiones tóxicas	Contaminación del aire

Aspecto ambiental	Indice de Frecuencia (F)	Indice de gravedad de impacto (G)	Indice de pérdida de control (P)	IPR	Conclusión
Consumo de combustible	5	3	2	30	No significativo
Generación de residuos sólidos	2	1	1	2	No significativo
Generación de ruidos y vibraciones	5	2	3	30	No significativo
Generación de emisiones tóxicas	4	3	3	36	No significativo

Fuente: Elaboración Propia.

Según el análisis de la matriz IPR se ha determinado que se genera polvo en gran parte de las fases. Siempre en toda cantera por la circulación de volquetes y en la planta de concreto el movimiento de vehículos como los camiones mixers levantan bastante polvo del suelo,

lo que ocasiona que las personas que estén cerca tengan dificultades para respirar. Asimismo, al momento en que el cargador frontal levanta con el cucharón los agregados al vaciarlos en la tolva de agregados genera polución lo que afecta tanto al operador y así también en la cantera de agregados al vaciarlo al volquete.

Como solución al respectivo problema se propone mojar al inicio, durante y después de la operación las vías donde circula la maquinaria. Del mismo modo, se debe mojar los stockpiles tanto de piedra y arena. Esto se realiza tanto en las canteras y en plantas cementeras.

### **3.9.1 Evaluación del Impacto Social**

Se cuenta con la política de seguridad que cumple con las normas OHSAS 18000, buscando la seguridad del personal en todo momento, así como la política de cero accidentes, teniendo en cuenta la seguridad y salud ocupacional de todos los trabajadores. La relación con la comunidad es de responsabilidad y respeto, ya que la empresa busca desarrollarse mediante la participación e involucramiento de los pobladores en las actividades de la empresa.

## **3.10 Diseño de puestos según secuencia de actividades**

### **3.10.1 Mano de Obra Requerida: Funciones**

Para el presente proyecto se ha dispuesto de un capital humano compuesto por 52 personas divididas por especialidades y áreas de

trabajo, el detalle del personal, cargos y cantidades se presenta en el siguiente cuadro N° 36:

**CUADRO N° 36**  
**Personal de Planta de Agregados de Concreto Premezclado**

<b>PERSONAL</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>JEFATURAS</b>	
Gerente de Proyecto	1
Jefe de Planta	2
<b>ADMINISTRACION</b>	
Asistente Administrativo de Operaciones	2
<b>PLANTA DE CONCRETO</b>	
Operador de Planta de Concreto	2
Ayudante de Planta	2
Operador de Mixer	4
Operador de Cargador Frontal	2
Operador de Bomba Telescópica	2
Ayudante de Bomba Telescópica	2
Operador de camioneta	2
<b>PLANTA DE AGREGADOS</b>	
Operador de Chancador Primario y Secundario	2
Operador de Volquete	4
Operador de Tractor Oruga	2
Operador de Excavadora	2
Operador de Cargador Frontal	2
Ayudante de Chancador Primario y Secundario	2
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	
Supervisor de Control de Calidad	2
Técnico Laboratorista	2
Técnico en Control de Calidad Planta de Concreto	4
<b>PERSONAL</b>	
<b>SEGURIDAD SALUD Y MEDIO AMBIENTE</b>	
Supervisor de Seguridad, Salud ocupacional y Medio Ambiente	2
Vigía	2
<b>MANTENIMIENTO</b>	
Mecánico de Mantenimiento de Planta	1
Eléctrico de Mantenimiento de Planta	1
Mecánico de Equipo Diesel	1
Eléctrico de Equipo Móvil	1
Mecánico Hidráulico	1

Fuente: Elaboración Propia.

**a. Gerente de Proyecto:**

Supervisar y aprobar las actividades relacionadas directamente con la producción de concreto premezclado, agregados y mantenimiento de los equipos y vehículos del proyecto bajo su responsabilidad

- **Superior** : Jefe de Infraestructura.
- **Inferior** : Jefe planta de premezclados y de agregados.
- Coordinar y controlar con el jefe de planta la Producción de concreto y agregados del proyecto bajo su responsabilidad.
- Coordinar con el asistente administrativo de operaciones temas relacionados a la logística y recursos humanos necesarios en el proyecto que se encuentren bajo su responsabilidad.
- Coordinar con el Jefe de Infraestructura el personal que debe ser destacado al proyecto que se encuentren bajo su responsabilidad.
- Coordinar la aprobación por parte del Jefe de Infraestructura de los diseños de distribución y estructura de planta.
- Aprobar los permisos del personal que se encuentre directamente subordinado a su persona (Asistente administrativo de operaciones, jefes de planta de premezclado, de agregados, supervisor de mantenimiento) del proyecto bajo su responsabilidad.
- Supervisar el montaje y puesta en marcha de plantas que se encuentren bajo su responsabilidad.
- Control de volúmenes y calidad del concreto de los centros que se encuentren bajo su responsabilidad.

- Supervisar, verificar y coordinar el mantenimiento de los equipos y plantas en todos los centros de producción.
- Otras que sean fijadas por la Gerencia.

**CUADRO N° 37**  
**Perfil del puesto para Gerente de Proyecto**

Educación	Ingeniero Civil colegiado
Experiencia	5 años en manejo de plantas industriales
Formación / Otros conocimientos	Conocimientos sólidos en tecnología del concreto.
	Microsoft Office.
	Normas ISO 9001, OHSAS 18001, ISO 14001.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**b. Jefe de Planta:**

Garantizar el normal desarrollo las actividades productivas pertinentes a la producción de agregados y de concreto premezclado.

- **Superior** : Gerente de Proyecto.
- **Inferior** : Operador de planta de concreto y operador de chancador primario y secundario.
- Controlar el correcto funcionamiento de la planta de concreto premezclado a su cargo y de chancador primario y secundario.
- Coordinación con el Gerente de Proyecto el vaciado de concreto y suministro de agregados (Hora, volumen entre otros).
- Validar los diseños de concreto fresco y endurecido.
- Realizar requerimientos de equipos y su respectivo mantenimiento.

- Aprobar en conjunto con el supervisor de control de calidad el diseño y control de mezcla de concreto.
- Establecer los horarios de trabajo del personal a su cargo, de acuerdo a lo programado.
- Coordinar las medidas disciplinarias al personal.
- Otorgamiento de permisos y compensaciones al personal a su cargo.
- Establecer las rotaciones del personal.
- Aprobación de horas extras.
- Otras que designe Gerencia o jefe inmediato.

**CUADRO Nº 38**  
**Perfil del puesto para Jefe de Planta**

Educación	Ingeniero Civil colegiado
Experiencia	4 años en manejo de plantas industriales
Formación / Otros conocimientos	Conocimientos sólidos en tecnología del concreto.
	Microsoft Office a nivel intermedio.
	Normas ISO 9001, OHSAS 18001, ISO 14001 (Deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**c. Asistente Administrativo de Operaciones:**

Gestionar, controlar y ejecutar los procesos administrativos relacionados a logística, almacenes, distribución, transporte despacho, recursos humanos y servicios generales.

- **Superior** : Jefe de Planta.
- Gestionar y controlar los materiales e inventarios de repuestos de los almacenes logísticos y almacenes de producción, suministros para la operación de la planta y de la cantera Puico, conforme los procedimientos administrativos previstos.
- Ingresar y controlar las guías de ingresos de materias primas según los procedimientos de almacenes y registro SAP.
- Cumplir el plan de inventario de los almacenes y otros materiales que estén bajo su cargo, en la periodicidad y frecuencia que el jefe de distribución de almacenes determine.
- Atender y/o tramitar los requerimientos planificables que el gerente/jefe de planta y requiere para la producción.
- Elaboración de cuadro de despacho diariamente.
- Analizar los cierres mensuales y asegurarse que los gastos y movimientos del mes estén cargados en sistema o provisionados según corresponda.
- Generar los pedidos locales (materiales menores y servicios locales) de soporte directo para la producción.
- Registro y/o tareo de asistencia de personal.
- Soporte, control y gestión de la alimentación de personal operario para la producción.
- Asegurar y controlar el consumo de combustible a nuestros equipos, conforme al requerimiento del jefe / gerente de planta y conforme a procedimientos SAP y de almacenes.

- Cumplir con otras actividades y tareas que la empresa considere pertinente para la marcha del negocio.
- Mantener la documentación y archivo sustentatorio de todo el proceso logístico, administrativo.
- Elaborar y mantener los indicadores de gestión asignados a la posición.
- Gestionar los planes de acción para sostenimiento y mejora de Indicadores de Performance KPI, bajo su responsabilidad.
- Informar y gestionar sobre el vencimiento de licencias y permisos.
- Informar sobre visitas de autoridades y/o inspectores en las plantas y/o canteras.
- Llevar el control y registro de guías de remisión de producto terminado y repuestos y suministros según procedimientos aprobados.
- Reportar sobre las no conformidades y/o faltantes a su jefe inmediato sobre los productos / materiales recibidos así como al jefe de distribución y almacenes.
- Cumplir con las actividades descritas dentro del sistema integrado de gestión de la empresa.
- Cumplir el reglamento interno del trabajo, seguridad e higiene industrial.
- Cumplir funciones afines o complementarias que asigne la jefatura superior.

**CUADRO N° 39**  
**Perfil del puesto para Asistente Administrativo de Operaciones**

Educación	Bachiller en Ingeniería Industrial o carrera afín.
Experiencia	Más de 1 año en posiciones similares.
Formación / Otros conocimientos	Gestión Logística.
	Conocimiento SAP.
	Herramientas de Microsoft Office.
Habilidades y aptitudes personales	Liderazgo
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**d. Operador de Planta de Concreto:**

Operar y controlar el normal funcionamiento de la Planta dosificadora de concreto.

- **Superior** : Jefe de Planta.
- **Inferior** : Operador de mixer, Operador bomba, Operador cargador frontal y ayudante de planta.
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Operar la Planta Dosificadora.
- Controlar las horas de funcionamiento para mantenimiento preventivo.
- Coordinación y programación de mantenimiento de Planta Dosificadora.
- Realizar requerimientos de equipos y su respectivo mantenimiento.
- Control de mezcla de concreto.
- Verificación de stocks de materias primas para producción de concreto premezclado.

- Programación de despachos de concreto.
- Mantenimiento eléctrico de planta.
- Emisión de guías de remisión en sistema SAP.
- Otras que designe Gerencia.

**CUADRO Nº 40**  
**Perfil del puesto para Operador de Planta de Concreto**

Educación	Técnico en electrotecnia industrial, electricidad, electrónica o afines.
Experiencia	2 años como operador de planta.
Formación / Otros conocimientos	De preferencia en conocimiento de tecnología de concreto (Deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**e. Ayudante de Planta:**

Apoyar y mantener el adecuado funcionamiento de la planta, según instrucciones para mantenimiento de equipos e indicaciones del operador de planta, con el fin de facilitar el proceso de producción de mezclas.

- **Superior** : Operador de Planta
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Realizar el aislamiento y engrase de la planta previo al inicio de la operación de ésta.
- Reportar inventario diario del cemento en los silos.
- Reportar inventario diario de agua, aditivos.

- Organizar y descargar las pipas que traen cemento para alimentar los silos.
- Registrar las entradas de cemento.
- Verificar permanentemente el funcionamiento de las compuertas de la planta para velar por su adecuada actividad.
- Informar al operador de planta cualquier anomalía con las compuertas.
- Ajustar las compuertas y mangueras cuando sea necesario para su correcto funcionamiento.
- Ayudar a implementar acciones correctivas en la planta.
- Asesorar a los conductores de pipas en el proceso de descargue del cemento.
- Mantener la planta en condiciones adecuadas de limpieza.

**CUADRO Nº 41**  
**Perfil del puesto para Ayudante de Planta**

Educación	Secundaria completa.
Experiencia	Ninguna.
Formación / Otros conocimientos	De preferencia en conocimiento de tecnología de concreto (Deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**f. Operador de Mixer:**

Transportar el concreto premezclado desde la planta dosificadora hacia la obra, de manera apropiada, oportuna y segura.

- **Superior** : Operador de Planta
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Transportar el concreto cuidando la integridad y la calidad de este. No modificar las características del concreto sin autorización del área de Control de calidad e Investigación y Desarrollo.
- Velar por la conservación, adecuado funcionamiento y mantenimiento del mixer.
- Realizar el carguío del mixer.
- Revisar los papeles de las unidades periódicamente y de informar al jefe inmediato para que se tomen las medidas necesarias.
- Mantener limpias las unidades para su posterior carga.
- Mantener el mixer limpio.
- Realizar la limpieza de la unidad asignada antes de realizar un nuevo ciclo de transporte de concreto.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud ocupacional.

**CUADRO N° 42**  
**Perfil del puesto para Operador de Mixer**

Educación	Secundaria completa.
Experiencia	5 años de experiencia en operación de equipo pesado con manejo defensivo y dominio de caja fuller.
Formación / Otros conocimientos	Licencia A3.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**g. Operador de Cargador Frontal:**

Transportar el agregado desde la ruma hacia la tolva de agregados de la planta dosificadora, de manera apropiada, oportuna y segura.

- **Superior** : Operador de Planta
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Transportar el agregado tanto arena como piedra hacia la tolva de agregados de la planta dosificadora con el debido cuidado de no contaminar los materiales.
- Velar por la conservación, adecuado funcionamiento y mantenimiento del cargador frontal.
- Realizar el carguío del cucharón del cargador frontal.
- Revisar los papeles de las unidades periódicamente y se informar al jefe inmediato para que se tomen las medidas necesarias.
- Mantener limpias las unidades para su posterior carga.
- Mantener el cargador frontal limpio.

- Realizar la limpieza de la unidad asignada antes de realizar un nuevo ciclo de transporte de agregados.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud ocupacional.

**CUADRO N° 43**  
**Perfil del puesto para Operador de Cargador Frontal**

Educación	Secundaria completa.
Experiencia	1 año operando equipo pesado.
Formación / Otros conocimientos	Licencia A3 (Deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**h. Operador de Bomba Telescópica:**

Operar la bomba telescópica y responsable de la unidad.

- **Superior** : Operador de Planta
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Bombear el concreto cuidando la integridad y calidad de éste.
- Velar por la conservación, adecuado funcionamiento y mantenimiento de la bomba telescópica.
- Revisar los papeles de las unidades periódicamente y se informa al jefe inmediato para que se tomen las medidas necesarias.
- Mantener limpias las unidades para su posterior carga.
- Realizar la limpieza de la unidad asignada antes de realizar un nuevo ciclo de bombeo de concreto.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud ocupacional.

**CUADRO N° 44**  
**Perfil del puesto para Operador de Bomba Telescópica**

Educación	Secundaria completa.
Experiencia	5 años de experiencia en operación de equipo pesado con manejo defensivo y con dominio de caja fuller.
Formación / Otros conocimientos	Licencia A3.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**i. Ayudante de Bomba Telescópica:**

Apoyar en todas las funciones que haga la bomba de concreto.

- **Superior** : Operador de Planta
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Instalación de tuberías, limpieza de la bomba y el correcto estacionamiento de la bomba en los vaciados.

**CUADRO N° 45**  
**Perfil del puesto para Ayudante de Bomba Telescópica**

Educación	Estudios técnicos mecánicos o eléctricos de maquinaria.
Experiencia	3 años de experiencia como ayudante de bomba, instalación de tuberías y limpieza de vehículos.
Formación / Otros conocimientos Habilidades y aptitudes personales	Licencia A3, B o C (Deseable). Responsabilidad.
	Proactivo.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**j. Operador de Camioneta:**

Operar la camioneta y brindar soporte en las actividades de operación cotidiana de la planta de agregados y concreto.

- **Superior** : Gerente de Proyecto / Jefe de Planta.
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Cumplir el reglamento interno de trabajo, seguridad e higiene industrial.
- Cumplir funciones afines o complementarias que asigne la jefatura superior.
- Transportar personal y equipos donde se requiera.

**CUADRO Nº 46**  
**Perfil del puesto para Operador de Camioneta**

Educación	Secundaria completa.
Experiencia	5 años de experiencia como operador de camioneta y/o operador de camión con manejo defensivo.
Formación / Otros conocimientos	Licencia A3.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Proactivo.

Fuente: Elaboración Propia.

**j. Operador de Chancador Primario y Secundario:**

Garantizar la correcta operación de la Planta chancadora primaria y secundaria de agregado.

- **Superior** : Jefe de planta.
- **Inferior** : Operador de tractor, Operador de cargador frontal, Operador de volquete, ayudante de chancadora.
- Operar la chancadora.

- Controlar las horas de funcionamiento para mantenimiento preventivo.
- Coordinación y programación de mantenimiento de la Planta.
- Hacer requerimientos de equipos y su respectivo mantenimiento.
- Otras que designe Gerencia.

**CUADRO Nº 47**  
**Perfil del puesto para Operador de Chancador Primario y Secundario**

Educación	Técnico en electrotecnia industrial, electricidad, electrónica o afines.
Experiencia	2 años como operador de chancadora.
Formación / Otros conocimientos	De preferencia en conocimiento de tecnología del concreto (Deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**k. Operador de Volquete:**

Operar el volquete ser responsable de la unidad y transporte de agregados.

- **Superior** : Operador de Planta Chancadora
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Transportar agregados, alimentación de plantas, evacuación de agregados y mantenimiento de la unidad.
- Velar por la conservación, adecuado funcionamiento y mantenimiento del volquete.
- Coordinar con el operador de la planta la labor a realizar.
- Coordinar con el operador de la planta los lugares de acopio de los agregados producidos.

- Conducir el vehículo que se le asigne solo en rutas que expresamente la empresa autorice.
- Recepcionar o entregar el agregado en orden acompañado de los documentos que sustenten su entrega o recepción.
- Entregar diariamente al Asistente Administrativo de Operaciones las guías debidamente firmadas de los despachos realizados durante el turno.
- Llenar parte diario de maquinaria y entregarlo al jefe de planta.
- Realizar la limpieza de la unidad designada.

**CUADRO Nº 48**  
**Perfil del puesto para Operador de Volquete**

Educación	Secundaria Completa.
Experiencia	5 años de experiencia como operador de camión con manejo defensivo y dominio de caja fuller.
Formación / Otros conocimientos	Licencia A3.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

#### I. Operador de Tractor Oruga:

Operar el tractor oruga, realizar el movimiento y carga de agregados.

- **Superior** : Operador de Chancador Primario y Secundario
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Velar por la conservación, adecuado funcionamiento y mantenimiento del tractor.

- Realizar la limpieza de la unidad designada.
- Apoyar en el mantenimiento del equipo.
- Realizar el carguío de volquetes para la evacuación de agregados o carguío de volquetes para la alimentación de las plantas.
- Nivelar las plataformas y rampas para apilamiento de agregados.
- Apilar agregados.
- Cumplir las normas de seguridad y salud ocupacional.

**CUADRO N° 49**  
**Perfil del puesto para Operador de Tractor Oruga**

Educación	Estudios en operación de maquinaria pesada.
Experiencia	3 años de experiencia como operador de tractor oruga.
Formación / Otros conocimientos	Licencia A3.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Manejo defensivo.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**m. Operador de Excavadora:**

Operar la excavadora, realizar el movimiento y manipuleo de roca.

- **Superior** : Operador de Chancador Primario y Secundario
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Velar por la conservación, adecuado funcionamiento y mantenimiento de la excavadora.
- Realizar la limpieza de la unidad designada.
- Apoyar en el mantenimiento del equipo.

- Realizar el carguío de volquetes para la evacuación de agregados o carguío de volquetes para la alimentación de las plantas.
- Nivelar las plataformas y rampas para apilamiento de agregados.
- Apilar agregados.
- Cumplir las normas de seguridad y salud ocupacional.

**CUADRO N° 50**  
**Perfil del puesto para Operador de Excavadora**

Educación	Estudios en operación de maquinaria pesada.
Experiencia	3 años de experiencia como operador de tractor de excavadora.
Formación / Otros conocimientos	Licencia A3.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Manejo defensivo.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**n. Ayudante de Chancador Primario y Secundario:**

Apoyar y mantener el adecuado funcionamiento de los chancadores, según instrucciones para mantenimiento de equipos e indicaciones del operador de chancadores, con el fin de facilitar el proceso de producción de agregados.

- **Superior** : Operador de Chancador Primario y Secundario.
- Realizar el llenado de check list del equipo y Análisis del Trabajo seguro, antes de iniciar la operación.
- Realizar el aislamiento y engrase de chancadores previo al inicio de la operación de ésta.
- Reportar inventario diario de agregados.

- Verificar permanentemente el funcionamiento de las compuertas de chancadores para velar por su adecuada actividad.
- Informar al operador de chancadores cualquier anomalía con las compuertas.
- Ajustar las compuertas y mangueras cuando sea necesario para su correcto funcionamiento.
- Ayudar a implementar acciones correctivas en la planta.
- Mantener la planta en condiciones adecuadas de limpieza.

**CUADRO N° 51**  
**Perfil del puesto para Ayudante de Chancador Primario y Secundario**

Educación	Secundaria completa.
Experiencia	Ninguna.
Formación / Otros conocimientos	De preferencia en conocimiento de tecnología de concreto (Deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**o. Supervisor de Control de Calidad:**

Garantizar que los productos producidos cumplan con las especificaciones del cliente, normas peruanas e internacionales.

- **Superior** : Gerente de proyecto / Jefe de Planta
- Revisar y dar conformidad a los diseños de mezcla que son realizados por los Ingenieros de control de calidad.
- Coordinar la compra y reposición de equipos necesarios para los laboratorios.

- Supervisar la realización de ensayos físicos a los diferentes productos e insumos para definir sus características físicas (toma de datos y verificación de cumplimiento de normas establecidas)
- Coordinar con el jefe de planta temas referidos a la calidad de los productos.
- Supervisar la generación de documentación Certificado de calidad, expedientes técnicos para los clientes.
- Coordinar con el área de aseguramiento de la calidad la presentación de documentos y formatos que acrediten la calidad del producto.
- Coordinar con instituciones externas la realización de ensayos según se requiera.
- Coordinar la realización de los diseños y actualización de los diseños de mezcla a ser utilizado en el proyecto.
- Realizar el seguimiento al cierre de las no conformidades en caso las hubiese.
- Otras que designe Gerencia.

**CUADRO Nº 52**  
**Perfil del puesto para Supervisor de Control de Calidad**

Educación	Secundaria completa. Formación técnica completa (Deseable), Legislación aplicable a la producción de agregados, tecnología del concreto.
Experiencia	4 años de experiencia como supervisor de control de calidad en proyectos mineros.
Formación / Otros conocimientos	Seguridad y salud en el trabajo.
	Microsoft Office nivel intermedio.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Manejo defensivo.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**p. Técnico Laboratorista:**

Garantizar que los productos producidos cumplan con las especificaciones.

**Superior** : Supervisor del Control de Calidad.

- Realización de ensayos físicos a los diferentes productos e insumos para definir sus características físicas:
  - Preparación de mezclas
  - Toma de muestras
  - Operación de equipos de laboratorio
  - Acumulación de material ensayado en lugares adecuados.
  - Ensayos físicos de agregados
- Llevar un control exhaustivo de los resultados de los ensayos realizados a los productos e insumos.
- Inspeccionar y mantener en buen estado de los equipos a utilizar.
- Apoyo en el control de calidad de agregados y concreto en laboratorio.
- Apoyo en la evaluación de las características físicas del concreto y agregados en laboratorio.
- Apoyo al Supervisor de control de calidad en el diseño de concretos especiales.
- Otras que designe Gerencia.

**CUADRO N° 53**  
**Perfil del puesto para Técnico Laboratorista**

Educación	Secundaria completa. Formación técnica completa (Deseable), Legislación aplicable a la producción de agregados, tecnología del concreto.
Experiencia	2 años de experiencia como técnico laboratorista en control de calidad en proyectos mineros.
Formación / Otros conocimientos	Seguridad y salud en el trabajo.
	Microsoft Office nivel intermedio.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**q. Técnico en Control de Calidad Planta Concreto:**

Verificar la trabajabilidad y calidad del concreto fresco en planta y en obra.

- **Superior** : Supervisor del Control de Calidad.
- Verificar que el concreto cumpla con el slump requerido por el cliente y/o proceder a su respectiva regulación.
- Reportar cualquier anomalía del concreto al Jefe de Planta, Supervisor de control de calidad.
- Registrar los resultados en el formato de la hoja de campo.
- Tomar muestra del concreto fresco para sus respectivos ensayos.
- Identificar las probetas.
- Responsable de sus equipos de trabajo (juego de slump, buggy, probetas, aditivo regulador, etc).

**CUADRO N° 54**  
**Perfil del puesto para Técnico en Control de calidad Planta Concreto**

Educación	Formación técnica completa en Sencico (Deseable) o cursos en tecnología del concreto o materiales.
Experiencia	2 años de experiencia como control de calidad de concreto en proyectos mineros.
Formación / Otros conocimientos	Seguridad y salud en el trabajo.
	Microsoft Office nivel intermedio.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**r. Supervisor de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente:**

Garantizar que se genere una cultura de seguridad, higiene industrial y control ambiental; protegiendo las vidas y salud de los empleados en el proyecto.

- **Superior:** Gerente de proyecto.
- **Inferior :** Todo el personal de las respectivas plantas.
- Planificar y hacer ejecutar el Sistema de Gestión Seguridad, Salud y Medio ambiente del proyecto para la revisión y aprobación por parte de la Gerencia del Proyecto.
- Aplicar y hacer cumplir Programa Seguridad, Salud y Medio ambiente aprobado por la Gerencia del proyecto.
- Difundir las prácticas y procedimientos correspondientes Sistema de Gestión Seguridad, Salud y Medio ambiente y el plan de seguridad específico cuando sean solicitados.
- Coordinar con los jefes de planta la designación de un responsable de seguridad.

- Elaborar y hacer aprobar el reglamento interno de Seguridad y Salud en el trabajo de la división.
- Emitir instrucciones por escrito que planteen el método de trabajo, cuando se efectúen trabajos de alto riesgo. Supervisar que los trabajadores comprometidos en las actividades de alto riesgo y estén trabajando de acuerdo con el plan de ejecución convenido.
- Cumplir y hacer cumplir que los trabajos que se realicen cumplan con los requisitos de seguridad y medidas de control ambiental reguladas por las normas y legislación vigente.
- Llevar y mantener actualizadas las estadísticas de Seguridad.
- Llevar actualizados los registros de seguridad referidos a accidentes, incidentes y demás documentación referida a seguridad e higiene industrial, control de polución ambiental y complementaria.
- Suspender los trabajos que conlleven riesgos innecesarios en su ejecución, hasta minimizar éstos riesgos.
- Realizar la investigación y el análisis de los accidentes e incidentes que puedan ser reportados por el personal involucrado en las actividades del proyecto.
- Reportar cualquier accidente que produzca una lesión a cualquier persona (no sólo empleados) y/o daños a vehículos o equipo de acuerdo con los procedimientos de los clientes.
- Inspeccionar las labores del personal a su cargo.
- Realizar inspecciones mensuales a las áreas de trabajo.
- Realizar la evaluación de riesgos de las labores.

- Elaborar y poner en práctica lo planes de respuesta ante emergencia.
- Realizar Observaciones de trabajo seguro.
- Verificar la realización del Análisis de Trabajo Seguro.
- Convocar y organizar las reuniones mensuales de comité de seguridad.
- Proveer de implementos de seguridad al personal nuevo y antiguo (Casco, Lentes, Guantes, Botas, Respiradores, Chalecos, entre otros.)
- Otras que designe Gerencia.

Perfil del puesto:

Educación: Ingeniero Ambiental, Industrial, Civil, Minas con especialidad en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

Experiencia: 5 años de experiencia en empresas industriales y proyectos mineros.

Formación / Otros conocimientos: Conocimientos en planes de gestión de seguridad, conocimientos en primeros auxilios básicos (deseable).

Habilidades y aptitudes personales: Responsabilidad, trabajo en equipo, trabajo bajo presión.

**CUADRO Nº 55**  
**Perfil del puesto para Supervisor de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente**

Educación	Ingeniero Ambiental, Industrial, Civil, Minas con especialidad en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
Experiencia	5 años de experiencia en empresas industriales y proyectos mineros.
Formación / Otros conocimientos	Planes de gestión de seguridad.
	Primeros auxilios básicos (deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**s. Vigía:**

Ayudar con indicaciones a los operadores de equipos móviles para un mejor desempeño y seguridad.

- **Superior:** Supervisor de Seguridad, Salud Ocupacional y medio Ambiente.
- Realizar el llenado de Análisis del Trabajo Seguro antes de iniciar la operación.
- Indicar las zonas de parqueo, señalar el recorrido de las unidades.

**CUADRO Nº 56**  
**Perfil del puesto para Vigía**

Educación	Secundaria completa.
Experiencia	3 años de experiencia como vigía en proyectos mineros.
Formación / Otros conocimientos	Señalizaciones, reglas de tránsito. Primeros auxilios básicos (deseable).
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**t. Mecánico de Mantenimiento de Planta:**

Realizar reparaciones, mantenimiento mecánico de plantas de concretos y chancadora de agregados garantizando el buen funcionamiento de las plantas.

- **Superior:** Gerente de Proyecto / Jefe de Planta.
- Velar por el correcto funcionamiento y mantenimiento mecánico de los equipos.
- Diagnosticar y reparar fallas mecánicas.

- Solucionar inconvenientes.
- Estar pendiente de la producción y calidad del producto.

**CUADRO Nº 57**  
**Perfil del puesto para Mecánico de Mantenimiento de Planta**

Educación	Secundaria completa. Estudios técnicos en mecánica de mantenimiento o producción, SENATI, TECSUP (Deseable).
Experiencia	2 años de experiencia en mantenimiento y reparación de plantas. 5 años de experiencia laboral como mecánico.
Formación / Otros conocimientos	Mecánico industrial con conocimiento en hidráulica avanzada.
	Dibujo mecánico (AutoCAD)
	Conocimientos básicos en electricidad y soldadura.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**u. Eléctrico de Mantenimiento de Planta:**

Realizar reparaciones, mantenimiento eléctrico de plantas de concretos y chancadora de agregados garantizando el buen funcionamiento de las plantas.

- **Superior:** Gerente de Proyecto / Jefe de Planta.
- Velar por el correcto funcionamiento y mantenimiento eléctrico de los equipos.
- Diagnosticar y reparar fallas eléctricas.
- Solucionar inconvenientes.
- Estar pendiente de la producción y calidad del producto.

**CUADRO N° 58**  
**Perfil del puesto para Eléctrico de Mantenimiento de Planta**

Educación	Secundaria completa. Estudios técnicos en Electricista industrial SENATI, TECSUP (Deseable).
Experiencia	2 años de experiencia en mantenimiento y reparación eléctrico de plantas. 5 años de experiencia laboral como electricista.
Formación / Otros conocimientos	Mecánico industrial con conocimiento en hidráulica avanzada.
	Dibujo mecánico (AutoCAD)
	Conocimientos básicos en electricidad y soldadura.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**v. Mecánico de Equipo Diesel:**

Realizar reparaciones y mantenimientos de equipos diesel. Y garantizar el buen funcionamiento de los equipos a su cargo.

- **Superior:** Gerente de Proyecto / Jefe de Planta.
- Velar por el correcto funcionamiento y mantenimiento de los equipos.
- Diagnosticar y reparar fallas mecánicas.
- Realizar mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
- Solicitar los repuestos y/o servicios necesarios para realizar el mantenimiento de los equipos.
- Solucionar inconvenientes.
- Verificar la conformidad, calidad de los repuestos y componentes adquiridos.

**CUADRO N° 59**  
**Perfil del puesto para Mecánico de Equipo Diesel**

Educación	Técnico. Estudios en mecánica de mantenimiento de equipos Diesel, TECSUP, SENATI (Deseable).
Experiencia	2 años de experiencia en mantenimiento y reparación de equipos. 5 años de experiencia laboral como mecánico.
Formación / Otros conocimientos	Lectura de planos hidráulicos, eléctricos, manuales de servicios.
	Dibujo mecánico (AutoCAD)
	Conocimiento en motores diesel y conocimientos básicos en electricidad y soldadura.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**w. Eléctrico de Equipo Móvil:**

Realizar reparaciones y mantenimiento eléctrico de vehículos, garantizando el buen funcionamiento de los equipos a su cargo.

- **Superior:** Gerente de Proyecto / Jefe de Planta.
- Velar por el correcto funcionamiento y mantenimiento eléctrico de los equipos.
- Diagnosticar y reparar fallas eléctricas.
- Solucionar inconvenientes.
- Estar pendiente del correcto funcionamiento de los equipos.

**CUADRO N° 60**  
**Perfil del puesto para Eléctrico de Equipo Móvil**

Educación	Técnico. Estudios en electricidad automotriz, TECSUP, SENATI (Deseable).
Experiencia	2 años de experiencia en mantenimiento y reparación eléctrica de equipos móviles. 5 años de experiencia laboral como eléctrico.
Formación / Otros conocimientos	Lectura de planos hidráulicos, eléctricos, manuales de servicios.
	Dibujo mecánico (AutoCAD).
	Conocimiento en motores diesel y conocimientos básicos en mecánica y soldadura.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.

**x. Mecánico Hidráulico:**

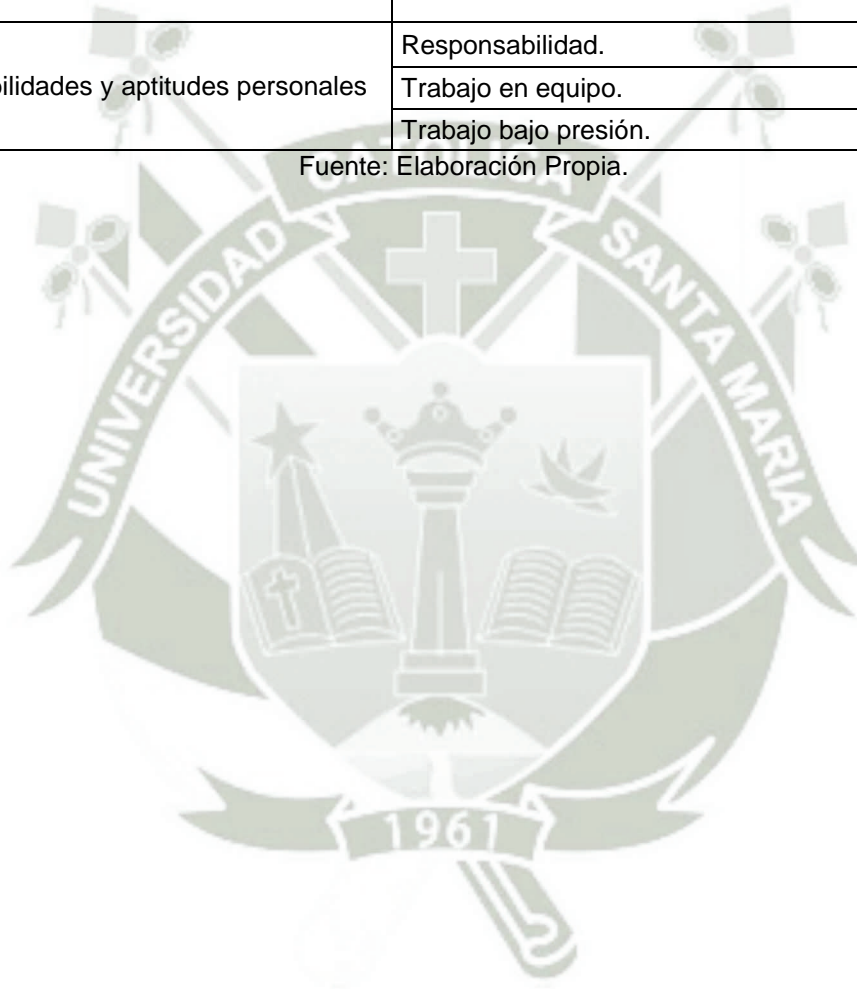
Realizar reparaciones y mantenimiento mecánico, hidráulico y eléctrico de las bombas concreteras, tractor de orugas, cargador frontal y excavadora. Garantizar el buen funcionamiento de los equipos asignados.

- **Superior:** Gerente de Proyecto / Jefe de Planta.
- Velar por el correcto funcionamiento y mantenimiento de los equipos.
- Diagnosticar y reparar fallas mecánicas - eléctricas.
- Realizar mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
- Solicitar los repuestos y/o servicios necesarios para el mantenimiento de los equipos.
- Verificar la conformidad, calidad de los repuestos y componentes adquiridos.
- Solucionar inconvenientes.
- Estar pendiente del correcto funcionamiento de los equipos.

**CUADRO N° 61**  
**Perfil del puesto para Mecánico Hidráulico**

Educación	Técnico. Estudios en Mecánica automotriz, TECSUP, SENATI (Deseable).
Experiencia	2 años de experiencia en mantenimiento y reparación mecánica - hidráulica. 5 años de experiencia laboral como mecánico.
Formación / Otros conocimientos	Lectura de planos hidráulicos, eléctricos, manuales de servicios.
	Dibujo mecánico (AutoCAD).
	Conocimiento en hidráulica y electricidad.
Habilidades y aptitudes personales	Responsabilidad.
	Trabajo en equipo.
	Trabajo bajo presión.

Fuente: Elaboración Propia.



### 3.11 Valorización final por el Servicio Prestado:

#### CUADRO Nº 62 Valorización final por el Servicio de Extracción, Procesamiento y Suministro de Agregados de Concreto Premezclado para las Obras civiles en Mina Inmaculada

VALORIZACION POR SUMINISTRO DE CONCRETO PREMEZCLADO														
Proyecto: ORDEN DE SERVICIO: 17730002068 - Servicio de Premezclado de Concreto														
PROVEEDOR										RESUMEN				
CONCRETOS SUPERMIX S.A.										VALORIZACION Nº				
EPC INMACULADA RUC: 20100154057.										11/15				
Denominación Contrato/OS: Suministro de Agregados de Premezclado de Concreto.										MES:				
Obra: Mina Inmaculada - EPC Proyecto Inmaculada.										FECHA DE PRESENTACION:				
Periodo: DEL 31-12-2014 AL 30-11-2015.										30/11/2015				
Código	Descripción	Volumen	Und.	PP.UU. (S./m3)	Costo Total	Acumulado Anterior			Valorización actual			Valorización Acumulada		
						m3	S/.	%	m3	S/.	%	m3	S/.	%
<b>SUMINISTRO DE CONCRETO:</b>														
210CP/67BS68	Concreto Premezclado f'c = 210 kg/cm2, Con Cemento Tipo IP, sin Agregados Huso 67, con aditivo plastificante, slump de 6" a 8", Relación agua/cemento= Libre	1.00	m3	600.00	600.00	0.00	0.00	0.00%	488.00	292,800.00	1.78%	488.00	292,800.00	1.78%
140CP/67BS48	Concreto Premezclado f'c = 140 kg/cm2, Con Cemento Tipo IP, sin Agregados, con aditivo plastificante, slump de 4" a 6", Relación agua/cemento= Libre	1.00	m3	569.00	569.00	0.00	0.00	0.00%	7,215.00	4,105,335.00	26.25%	7,215.00	4,105,335.00	26.25%
280CP/67BS68	Concreto Premezclado f'c = 280 kg/cm2, Con Cemento Tipo IP, sin Agregados Huso 67, con aditivo plastificante, slump de 4" a 6", Relación agua/cemento= Libre	1.00	m3	652.00	652.00	0.00	0.00	0.00%	6,682.00	4,356,664.00	24.31%	6,682.00	4,356,664.00	24.31%
315CP/67BS68	Concreto Premezclado f'c = 315 kg/cm2, Con Cemento Tipo IP, sin Agregados Huso 67, con aditivo plastificante, slump de 6" a 8", Relación agua/cemento= Libre	1.00	m3	693.00	693.00	0.00	0.00	0.00%	9,825.00	6,808,725.00	35.75%	9,825.00	6,808,725.00	35.75%
350CP/67BS68	Concreto Premezclado f'c = 315 kg/cm2, Con Cemento Tipo IP, sin Agregados Huso 67, con aditivo plastificante, slump de 6" a 8", Relación agua/cemento= Libre	1.00	m3	706.00	706.00	0.00	0.00	0.00%	3,274.00	2,311,444.00	11.91%	3,274.00	2,311,444.00	11.91%
	Servicio de producción de agregados (Arena Gruesa N° 4)	1.00	m3	88.36	88.36	0.00	0.00		11,936.00	1,054,683.32		11,936.00	1,054,683.32	
	Servicio de producción de agregados (Piedra 3/4")	1.00	m3	103.09	103.09	0.00	0.00		16,745.00	1,726,216.29		16,745.00	1,726,216.29	
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS:</b>														
<b>Planta de Agregados</b>														
	Movilización de Chancador primario Metso MV35080	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de Chancador secundario Metso	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de zaranda retráctora modelo HP200	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de Cargador Frontal CAT 966H	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de Volquetes Internacional de Capacidad de 15 m3.	4.00	und	14,900.00	59,600.00	5.00	74,500.00		0.00	0.00		5.00	74,500.00	
	Movilización de Tractor oruga CAT D8T	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de Excavadora CAT 349DL	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de Grupo Eléctrico Olympian	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
<b>Planta de Concreto Premezclado</b>														
	Movilización de Bomba concretora con brazo telescópico de 32 m	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de Bomba concretora estacionaria	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de planta concretora Betonmac	1.00	und	63,000.00	63,000.00	1.00	63,000.00		0.00	0.00		1.00	63,000.00	
	Movilización de silos de cemento o/u de 120 TM,	2.00	und	14,900.00	29,800.00	2.00	29,800.00		0.00	0.00		2.00	29,800.00	
	Movilización de Cargador Frontal Volvo L120F	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
	Movilización de Camiones Mixer de capacidad de 7m3	5.00	und	14,900.00	74,500.00	1.00	59,600.00		0.00	0.00		1.00	59,600.00	
	Movilización de Grupo eléctrico Volvo Penta	1.00	und	14,900.00	14,900.00	1.00	14,900.00		0.00	0.00		1.00	14,900.00	
<b>SERVICIO DE BOMBEO:</b>														
SBOM-382	Servicio de bombeo de concreto (Telescópica)	1.00	m3	50.00	50.00	0.00	0.00		23,439.00	1,171,950.00		23,439.00	1,171,950.00	
SBOM-415	Servicio de bombeo de concreto (Estacionaria)	1.00	m3	44.00	44.00	0.00	0.00		4,045.00	177,980.00		4,045.00	177,980.00	
<b>Sub Total</b>				S/ 781,600.00					S/ 22,005,797.61	<b>100.00%</b>		S/ 22,787,397.61	<b>100.00%</b>	
<b>IGV (18%)</b>				S/ 140,688.00					S/ 3,961,043.57			S/ 4,101,731.57		
<b>Total a pagar</b>				S/ 922,288.00					S/ 25,966,841.18			S/ 26,889,129.18		
<b>TOTAL A PAGAR</b>														
Jefe de Planta					Gerente de Obra					Cliente				

Fuente: Concretos Supermix S.A.

## CAPITULO IV

### IMPLEMENTACION DEL MODELO DE SIMULACION

En este cuarto capítulo mediante la técnica de simulación se representa el sistema actual, a través de este se consigue un mayor análisis en detalle buscando solución a problemas utilizando el Software del simulador Arena 14.0. El objetivo central de la siguiente propuesta es la construcción y funcionamiento de una planta Agregados de Concreto Premezclado, completando la cadena productiva a fin de contar con el servicio en forma oportuna, permanente y a menor costo. Asimismo, para la aplicación de la simulación del sistema productivo es necesario determinar los siguientes elementos:

#### 4.1 PROPIEDADES DEL MODELO

La principal entidad entrante al sistema es el metro cúbico ( $m^3$ ), el cual será evaluado al final del proceso. Además, el modelo es de tipo terminal, debido a que tiene un inicio y un final. El sistema termina cuando han pasado todas las horas laborables de un día.

Las variables a utilizar en la representación del modelo de simulación de eventos discretos son las siguientes:

- **Variables Exógenas:**
  - X1: Tiempo entre llegadas.
  - X2: Tiempo de carguío de la excavadora 349DL.
  - X3: Tiempo de ida de la excavadora 349DL.

- X4: Tiempo de descargado del cucharón de la excavadora 349DL.
  - X5: Tiempo de regreso de la excavadora 349DL.
  - X6: Tiempo de trituración del Chancador Primario.
  - X7: Tiempo de Zarandeo.
  - X8: Tiempo de trituración del Chancador Secundario.
  - X9: Tiempo de carguío del cargador frontal CAT 966H.
  - X10: Tiempo de ida de cargador frontal CAT 966H.
  - X11: Tiempo de descarga de cargador frontal CAT 966H.
  - X12: Tiempo de regreso de cargador frontal CAT 966H.
  - X13: Tiempo de carguío del Volquete.
  - X14: Tiempo de ida del volquete a planta de concreto.
  - X15: Tiempo de descarga del volquete en planta de concreto.
  - X16: Tiempo de regreso del volquete a planta de agregados.
  - X17: Tiempo de carguío del cargador frontal Volvo L120F.
  - X18: Tiempo de ida de cargador frontal Volvo L120F.
  - X19: Tiempo de regreso de cargador frontal Volvo L120F.
  - X20: Tiempo de pesado en balanza de agregados.
- **Variables Endógenas:**
    - U1: Utilización Excavadora 349DL.
    - U2: Utilización de tractor oruga Bulldozer D8T.
    - U3: Utilización de chancador primario.
    - U4: Utilización de chancador secundario.
    - U5: Utilización de cargador frontal CAT 966H.

- U6: Utilización de cargador frontal Volvo L120F.
- U7: Utilización de volquete 1.
- U8: Utilización de volquete 2.
- U9: Utilización de volquete 3.
- U10: Utilización de volquete 4.
- U11: Utilización de balanza de agregados.
- Y1: Producción promedio por día de Concreto tipo 1.
- Y2: Producción promedio por día de Concreto tipo 2.
- Y3: Producción promedio por día de Concreto tipo 3.
- Y4: Producción promedio por día de Concreto tipo 4.
- Y5: Producción promedio por día de Concreto tipo 5.

#### **4.2 PLAN DE RECOPIACION DE LA INFORMACION**

Los datos fueron levantados en el mismo lugar donde fue la extracción y la producción, además de valerse de datos históricos, obtenidos a partir del apoyo de operadores, trabajadores administrativos como de campo.

- Observación directa.
- Apoyo de expertos en especialidades en las que es complicado la toma de información por insuficiencia o por excesiva variabilidad.

#### **Periodo de recolección de Información:**

El periodo de recolección de información se dio desde el día sábado dos de mayo del 2015 hasta el día viernes treinta y uno de julio del 2015.

**Cantidad de datos para recolectar:**

Para la toma de datos se tomó el tamaño de muestra 30 datos iniciales por cada una de las variables. Estos datos fueron tomados por colaboradores de la empresa asignados para esta tarea por un periodo de tres meses. Para estos datos se pudo determinar la media y la desviación estándar, los cuales sirvieron para calcular el tamaño de la muestra por variable. Después de esto, se logró definir la distribución que más se ajuste estadísticamente y pueda representar el modelo productivo con exactitud.

Se utilizó la fórmula de tamaño de muestra basada en la media y desviación estándar para una muestra inicial de 30 datos basada en la distribución normal:

$$n_o = \frac{Z^2(1-\alpha/2) * s^2}{e^2}$$

$$\text{Si: } N > n_o(n_o - 1) \Rightarrow n = n_o / (1 - (n_o / N))$$

Dónde:

$Z^2(1-\alpha/2)$  = Nivel de confianza

$s^2$  = Varianza poblacional

$e$  = Error máximo permisible ( $2\% * \mu$ )

$\mu$  = Media muestral

$N$  = Tamaño de la población estimada

$n_o$  = Tamaño de muestra  $n$

**De acuerdo a la información recogida se presentan los siguientes resultados para el tamaño de muestra para cada una de las variables del sistema:**

**CUADRO N° 63**  
**Resumen tamaño de muestra**

Variable	$\mu$ (seg).	s (seg).	e	n
X1: Tiempo entre llegadas.	18.00	0.00	0.00	270
X2: Tiempo de carguío de la excavadora 349DL.	15.20	1.33	0.76	38
X3: Tiempo de ida de la excavadora 349DL.	92.45	0.63	4.62	46
X4: Tiempo de descargado del cucharón de la excavadora 349DL.	14.18	0.61	0.71	33
X5: Tiempo de regreso de la excavadora 349DL.	52.40	1.90	2.62	41
X6: Tiempo de trituración del Chancador Primario.	13.50	0.91	0.68	362
X7: Tiempo de Zarandeo.	9.64	0.86	0.48	47
X8: Tiempo de trituración del Chancador Secundario.	7.00	0.39	0.35	423
X9: Tiempo de carguío del cargador frontal CAT 966H.	32.30	0.66	1.62	51
X10: Tiempo de ida de cargador frontal CAT 966H.	12.75	1.49	0.64	37
X11: Tiempo de descarga de cargador frontal CAT 966H.	10.16	2.37	0.51	44
X12: Tiempo de regreso de cargador frontal CAT 966H.	6.20	0.70	0.31	31
X13: Tiempo de carguío del Volquete.	19.15	3.27	0.96	56
X14: Tiempo de ida del volquete a planta de concreto.	90.80	0.40	4.54	45
X15: Tiempo de descarga del volquete en planta de concreto.	5.80	0.68	0.29	29
X16: Tiempo de regreso del volquete a planta de agregados.	80.52	0.75	4.03	57
X17: Tiempo de carguío del cargador frontal Volvo L120F.	1.75	0.12	0.09	39
X18: Tiempo de ida de cargador frontal Volvo L120F.	35.50	0.00	0.00	494
X19: Tiempo de regreso de cargador frontal Volvo L120F.	25.00	0.00	0.00	365
X20: Tiempo de pesado en balanza de agregados.	40.00	0.00	0.00	278

Fuente: Elaboración Propia.

Como se aprecia en la tabla, muchas algunas variables demandan cantidad de datos elevadas que no podrán ser tomadas dentro del periodo de recopilación de información, por lo que se recurre a juicio de expertos para ajustarlo a una distribución.

#### 4.3 FUENTES DE INFORMACION

- Medición propia y observación (Apoyo de vigías, supervisor de producción y operadores de chancadora y planta de concreto).
- Opinión de expertos: Operadores de chancadores tanto primario como secundario. Asimismo, de las respectivas zarandas.

#### 4.4 PERIODO DE ESTUDIO

Respecto a la toma de datos se realizó en un periodo de 90 días desde el domingo 2 de agosto del 2015 hasta el viernes 30 de octubre del 2015. Asimismo, para las variables basadas en la opinión de expertos, estas fueron llevadas a cabo en el mismo tiempo.

#### 4.5 ANALISIS DE DATOS

Los datos recogidos fueron analizados mediante el complemento del software Arena denominado Input Analyzer, el cual establece las hipótesis y realiza las pruebas de Chi-cuadrado y Kolmogrov-Smirnov en forma automática, esto permite que la distribución de probabilidad estadística se ajuste, para los datos recogidos. A continuación se muestra el detalle de cada variable junto con el análisis realizada en el Anexo N°1 - Análisis de Datos. Los resultados del Input Analyzer como los consultados con expertos se detallan en la siguiente tabla:

**CUADRO N° 64**  
**Distribución Probabilísticas del Modelo Actual**

<b>Variables</b>	<b>Distribución</b>	<b>Unidad</b>
X1: Tiempo entre llegadas.	Constante (18)	min.
X2: Tiempo de carguío de la excavadora 349DL.	$10 + 4 * \text{BETA}(3.17, 2.5)$	seg.
X3: Tiempo de ida de la excavadora 349DL.	$87.5 + 5.48 * \text{BETA}(1.66, 1.58)$	seg.
X4: Tiempo de descargado del cucharón de la excavadora 349DL.	$10.3 + \text{GAMM}(0.323, 6.13)$	seg.
X5: Tiempo de regreso de la excavadora 349DL.	$50.1 + 7.71 * \text{BETA}(3.74, 2.5)$	seg.
X6: Tiempo de trituración del Chancador Primario.	UNIF( 12 , 15 )	seg.
X7: Tiempo de Zarandeo.	$8.2 + \text{WEIB}(3.62, 2.4)$	seg.
X8: Tiempo de trituración del Chancador Secundario.	UNIF( 6 , 8 )	seg.
X9: Tiempo de carguío del cargador frontal CAT 966H.	$31.2 + \text{WEIB}(4.22, 4.02)$	seg.
X10: Tiempo de ida de cargador frontal CAT 966H.	$11.2 + \text{ERLA}(0.312, 6)$	seg.
X11: Tiempo de descarga de cargador frontal CAT 966H.	$9.16 + \text{LOGN}(1.26, 0.591)$	seg.
X12: Tiempo de regreso de cargador frontal CAT 966H.	$5.47 + 5.01 * \text{BETA}(9.91, 8.32)$	seg.
X13: Tiempo de carguío del Volquete.	$16.16 + \text{LOGN}(1.43, 0.746)$	seg.
X14: Tiempo de ida del volquete a planta de concreto.	NORM(110.3, 6.78)	seg.
X15: Tiempo de descarga del volquete en planta de concreto.	$4.16 + \text{LOGN}(1.43, 0.746)$	seg.
X16: Tiempo de regreso del volquete a planta de agregados.	$77.65 + \text{LOGN}(0.987, 0.561)$	seg.
X17: Tiempo de carguío del cargador frontal Volvo L120F.	NORM( 2 , 0.78 )	seg.
X18: Tiempo de ida de cargador frontal Volvo L120F.	Constante (35.5)	seg.
X19: Tiempo de regreso de cargador frontal Volvo L120F.	Constante (25)	seg.
X20: Tiempo de pesado en balanza de agregados.	Constante (40)	seg.

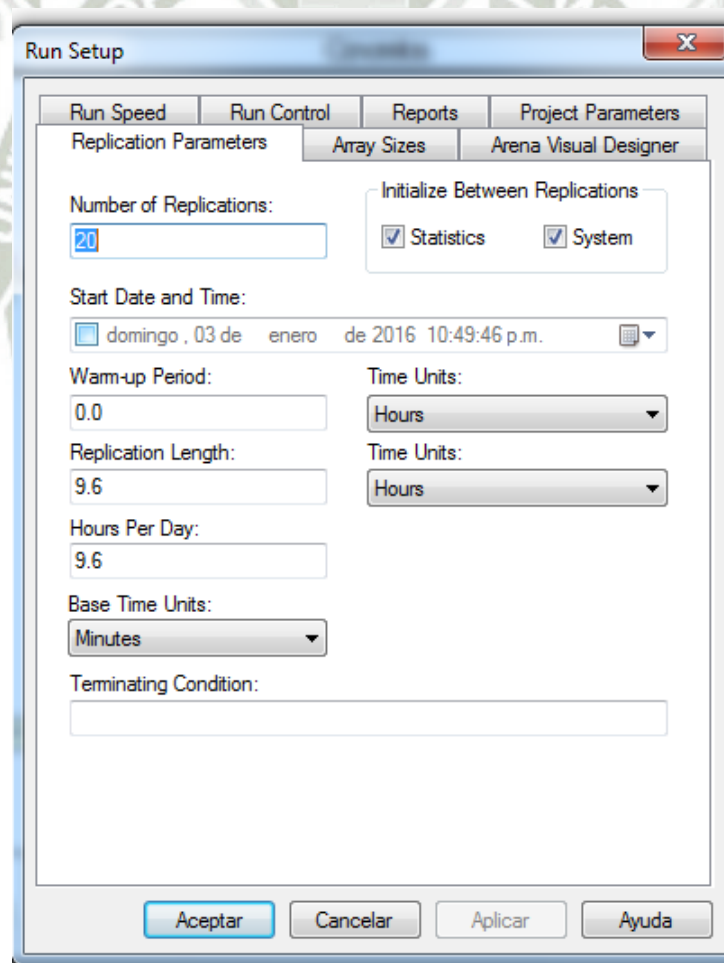
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6 MODELO DE SIMULACION Y ANIMACION

El respectivo modelo de simulación se elaboró con ayuda del software de simulación Arena 14.0, con el cual se representa el sistema real con la mayor proximidad real posible. La estructura del sistema es la siguiente:

- Componentes:

- Tractor Oruga Bulldozer CAT D8T.
- Excavadora CAT 349DL.
- Chancador primario y secundario.
- Cargador frontal CAT 966H.
- Cargador frontal Volvo L120F.
- Volquetes.
- Balanza de agregados.
- Tolva de agregados.
- Parámetros:



Fuente: Software Arena 14.00

- Tiempo de Simulación:
  - Tiempo de calentamiento: 0 min.
  - Duración cada réplica: 9.6 horas.
  - Horas de trabajo por día: 9.6 horas.
  - Número de réplicas preliminares: 20.
- Número de Réplicas:

Se utilizó el Teorema del Limite Central el cual se busca la tendencia a la normalidad con un determinado nivel de confianza. (Variable = producción mensual, nivel de confianza 95%, desviación estándar = 568 con 20 réplicas muestrales)

$$N = \frac{Z_{(1-\alpha/2)}^2 * S(n)^2}{e^2} = \frac{1.962^2 * 568^2}{250^2}$$

- $N = 19.83 = 20$  réplicas

“PLANTA DE AGREGADOS”

**HORARIO DE PRODUCCION**

**EXCAVADORA**

08:00:00

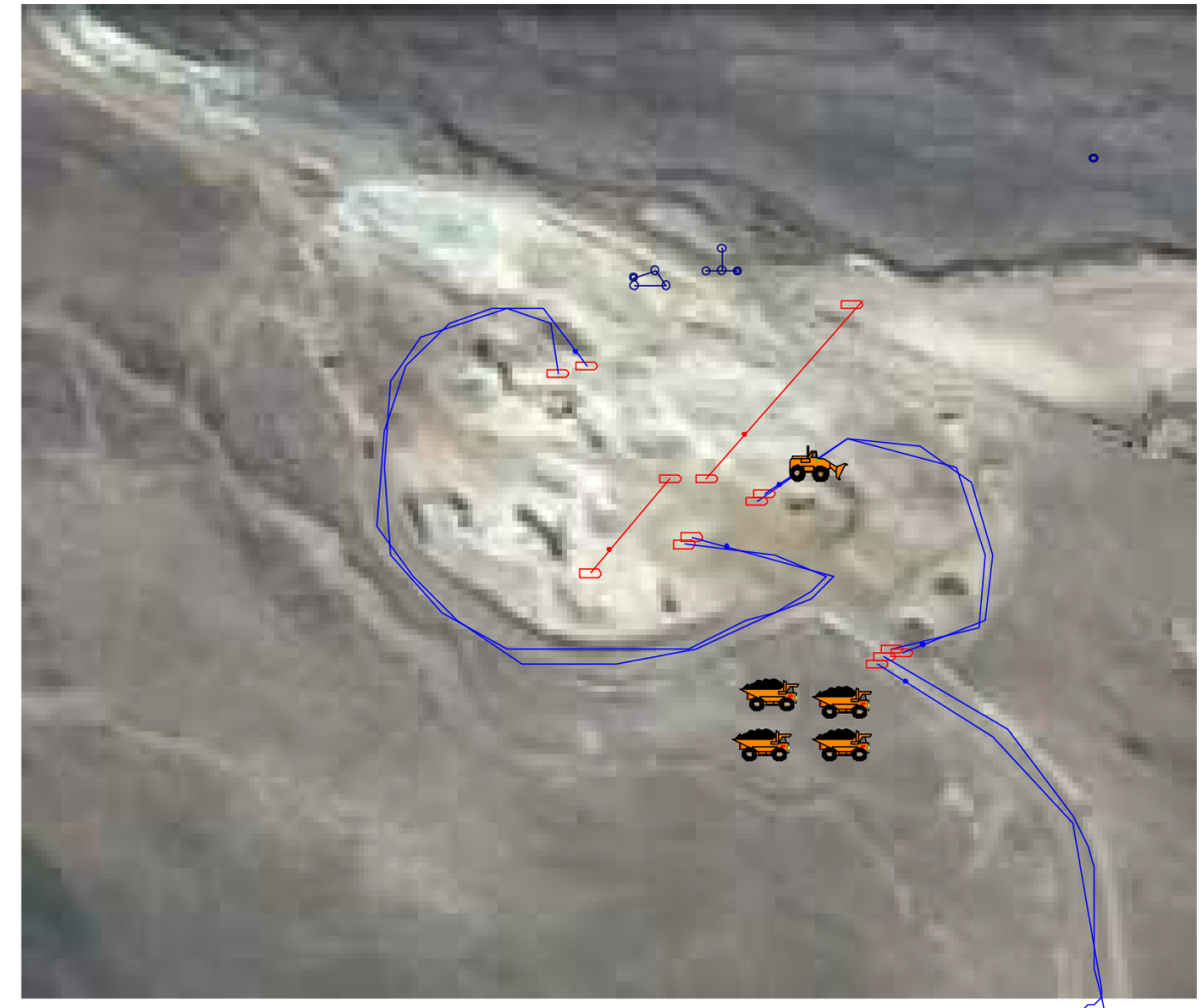
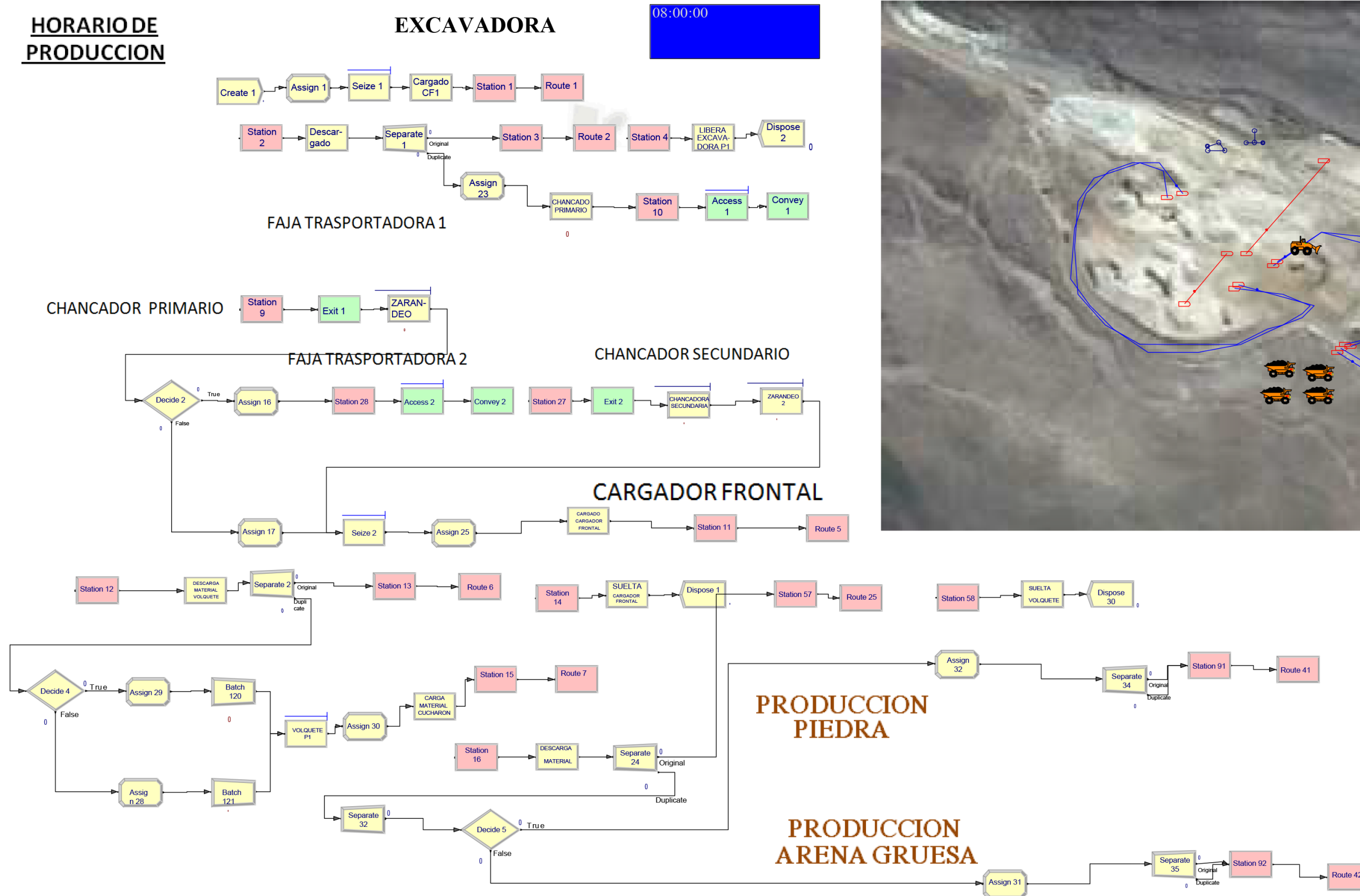
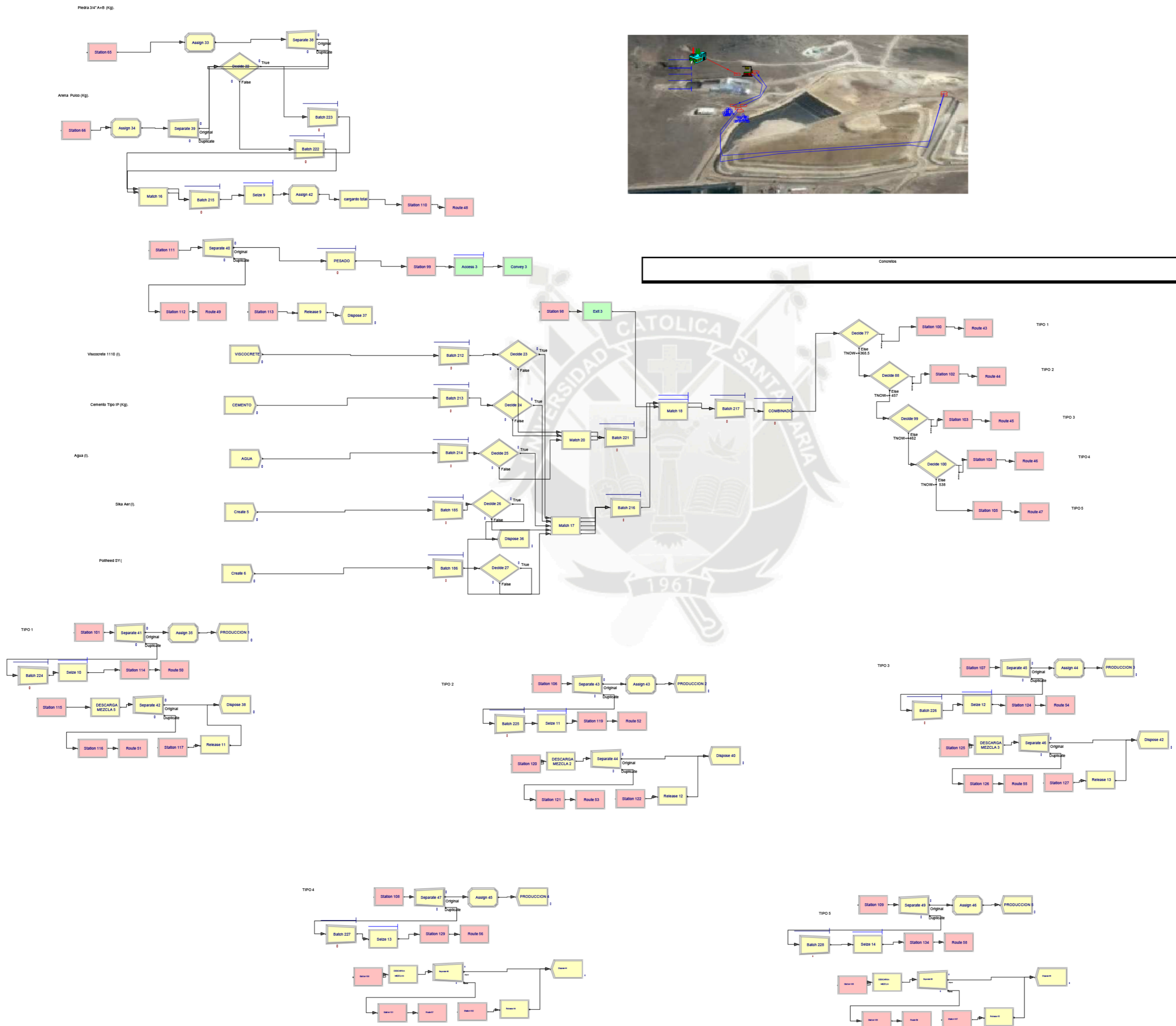


Ilustración N°18  
Modelo Actual en Software Arena (Continuación)



#### 4.7 VALIDACION DE RESULTADOS

Para validar el modelo se hará una comparación estadística entre los datos de producción real con el resultado del modelo en arena.

##### Validación del Modelo

Producción	Real	Resultado Simulación
Concreto 1	26.92	26.7+/-1.335
Concreto 2	19.77	20.15+/-1.0075
Concreto 3	1.34	1.35+/-0.0675
Concreto 4	18.31	19+/-0.95
Concreto 5	8.63	8.7+/-0.435

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 EVALUACION DE RESULTADOS

El Software Arena permite visualizar diferentes reportes. Luego de realizar la simulación se obtuvieron las siguientes variables que permitirán conocer la problemática del sistema real en funcionamiento, la utilización de los recursos no son mayores al 20% en varios casos, en consecuencia se podría considerar la reducción de recursos en especial los equipos móviles como excavadora, volquetes, camiones mixer, entre otros. A continuación se presenta la siguiente tabla:

**CUADRO N° 65**  
**Resultados Modelo Actual**

Utilización	Promedio
BALANZA	39.66%
CARGADORES FRONTALES 1	89.09%
CARGADORES FRONTALES 2	40.29%
CHANCADORA	58.51%
CHANCADORA 2	18.30%
Excavadora 1	12.27%
MIXER 1	45.69%
MIXER 2	43.22%
MIXER 3	42.32%
MIXER 4	40.59%
MIXER 5	37.47%
TOLVA	49.50%
TOLVA 2	66.49%
TOLVA DE PRODUCCION	8.80%
VOLQUETE 1	4.74%
VOLQUETE 2	9.11%
VOLQUETE 3	9.11%
VOLQUETE 4	8.82%

Fuente: Software Arena 14.00

De acuerdo a la simulación del modelo actual decimos lo siguiente:

- La utilización obtenida de la excavadora 349DL tiene un valor obtenido muy bajo de 12.27%, debido al ritmo de trabajo de los chancadores y zarandeadores, por lo que se debería tener un cucharón más pequeño para repita más operaciones y así darle una mayor utilización a este equipo.
- El componente con mayor utilización es el chancador primario con 58.62% y respecto al primer zarandeo, debido a que el insumo de mayor utilización es la piedra de  $\frac{3}{4}$ " como parte de agregados.

- El cargador frontal CAT 966H de la planta de agregados tiene buena utilización de 89.09%, sin embargo en la planta de concreto el Volvo L120F bordea la utilización en 40.23%, estando mucho tiempo parado respecto a la producción diaria de los respectivos concretos.
- Los volquetes son utilizados en promedio al 7.86% del tiempo en producción, con esto deducimos tiempos ociosos de acuerdo a esperas prolongadas para ser asignados y poder realizar viajes de material a la planta de concreto.
- Los camiones mixer son utilizados en promedio al 41.18% del tiempo en producción, con esto deducimos tiempos ociosos por tener muchos equipos en la operación.
- Es necesario resolver el cuello de botella que genera tener muchos equipos móviles, para así aumentar la utilización de estos. Además, evaluar el requerimiento de equipos, por lo que respecta a tener muchos tiempos muertos en general, tanto en la planta de agregados como en la planta de concretos.

Adicionalmente a fin de no solo reducir recursos en equipo, se propone acelerar la producción como ya que no se puede prescindir de elementos como chancadoras o tolvas que son necesarias aunque su utilización sea mínima en todo el proceso de extracción como el de producción de concretos.

En consecuencia:

- Se consideraría reducir el tiempo de producción ya que la utilización de las chancadoras y tolvas de producción no superan el 60% y son elementos necesarios en la producción.
- Reducir la cantidad de volquetes ya que no superan el 15% de utilización.
- Cabe considerar que en horarios punta son determinantes en la entrega de producción, por dicha razón aunque en el reporte final del modelo propuesta se tenga un porcentaje reducido, se considerará al menos tener 3 volquetes.
- La producción será en función al recurso con mayor utilización que es el cargador frontal.
  - Considerar tener una unidad más.
  - Reducir el tiempo de llegada de las entidades a fin de llevar a un 95% la utilización del cargador y así incrementar la producción total.
- Reducir la cantidad de mixer ya que no superan el 50% de utilización.
- Cabe considerar que al igual que los volquetes, en horarios punta son determinantes en la entrega de producción, por dicha razón aunque en el reporte final del modelo propuesto se tenga un porcentaje reducido, se considerará tener al menos 3 camiones mixer.

## CAPITULO V

# PROPUESTA DE CONSOLIDACION DE LA PLANTA DE EXTRACCION, PROCESAMIENTO Y SUMINISTRO DE AGREGADO DE CONCRETO PREMEZCLADO

### 5.1 PROPUESTA DE CONSOLIDACION

Siendo conocidos los niveles de producción requerida, podemos proceder al planteamiento de la propuesta:

### 5.2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Los objetivos que busca alcanzar la propuesta son:

- Aumentar la producción hasta lograr lo planificado en menor tiempo, respecto a la construcción y montajes de encofrados y aceros.
- Disminuir los tiempos muertos de los recursos durante la operación.
- Reducir los costes de operación identificando la adecuada necesidad de recursos.

### 5.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta general podemos segmentarla en los siguientes puntos que estos aportarán a la consecución de los objetivos:

- **Reducción de Volquetes**

La utilización actual de volquetes se encuentra entre 4.74%, 9.11%, 9.11% y 8.82%; lo cual demuestra que el número de volquetes utilizados en la operación del proyecto es mayor del que se requiere por cumplir con la producción. De esta manera, al tener esa cantidad de volquetes

sólo se consumiría más combustible, horas hombre y horas máquina con tiempos muertos, ya que estos equipos son encendidos durante todo el día de trabajo. Además, de desperdiciar estos recursos de la empresa que podrían ser aprovechados en otras áreas para otras operaciones.

- **Reducción de Camiones Mixers**

En la operación actual tenemos en funcionamiento 5 camiones mixer teniendo como utilización de estos al 45.69%, 43.22%, 42.32%, 40.59% y 37.47%; de tal manera que se tiene en la operación una cantidad mayor de equipos para cumplir con la producción actual. Por ende, la cantidad de camiones mixer si se mantendría repercutiría en el mismo caso de consumir una mayor cantidad de combustible, horas hombre y horas máquinas con tiempos muertos. Además de desperdiciar estos recursos, y mano de obra ya que podrían ser aprovechados en otras áreas para otras operaciones que se requieren como el caso de tenerlos en el movimiento de tierras con equipo de línea amarilla.

- **Montaje de Encofrados con Acero**

Debido a que la operación, requiere de mano de obra calificada para el montaje de encofrados y colocado de acero en las estructuras a vaciarse con el concreto premezclado de preferencia se requiere adelantar estos trabajos, ya que la operación tanto de la planta de agregados como la planta de concretos se encuentran supeditadas a estas.

Y por esto, al tener todo listo se reduciría considerablemente los tiempos muertos de toda la operación como la reducción total en cuanto a los costes de la operación.

### 5.3 SIMULACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

De acuerdo al método actual y apoyándonos del uso del Software Arena Versión 14.00, se procedió a tener en cuenta las consideraciones necesarias, para representar el sistema propuesto hasta antes del tiempo que se tuvo en operación a las plantas de acuerdo al servicio terciarizado con las valorizaciones puestas por el servicio ofrecido por la contrata especializada.

#### 5.3.1 Variables

De lo utilizado en el método actual se debe considerar lo siguiente:

- Se considera que el tiempo de movimiento de los cargadores frontales es despreciable debido a que los cargadores tienen bastantes tiempos muertos hasta que son requeridos en las dos plantas.
- Se considera que el número de volquetes se reduce a 2 volquetes con el fin de cumplir con la producción evitando tener horas muertas tanto de la máquina como en la operación, evitando asimismo el desgaste de componentes de equipos y del uso racional de combustible.
- Se mantendrá el número de camiones mixer a 2 con el fin de cumplir con la producción en menor tiempo, así se tendrá menos horas hombre utilizadas, menos horas máquina utilizadas, también el desgaste menor de estos equipos y el uso racional de combustible para la operación de estos.
- Finalmente las demás variables se mantendrán, ya que son indispensables para la operación final para el proyecto a ejecutarse.

**CUADRO N° 66**  
**Distribuciones Probabilísticas Propuesto**

Variables	Distribución	Unidad
X1: Tiempo entre llegadas.	Constante (12)	min.
X2: Tiempo de carguío de la excavadora 349DL.	$10 + 4 * \text{BETA}(3.17, 2.5)$	seg.
X3: Tiempo de ida de la excavadora 349DL.	$87.5 + 5.48 * \text{BETA}(1.66, 1.58)$	seg.
X4: Tiempo de descargado del cucharón de la excavadora 349DL.	$10.3 + \text{GAMM}(0.323, 6.13)$	seg.
X5: Tiempo de regreso de la excavadora 349DL.	$50.1 + 7.71 * \text{BETA}(3.74, 2.5)$	seg.
X6: Tiempo de trituración del Chancador Primario.	UNIF( 12 , 15 )	seg.
X7: Tiempo de Zarandeo.	$8.2 + \text{WEIB}(3.62, 2.4)$	seg.
X8: Tiempo de trituración del Chancador Secundario.	UNIF( 6 , 8 )	seg.
X9: Tiempo de carguío del cargador frontal CAT 966H.	$31.2 + \text{WEIB}(4.22, 4.02)$	seg.
X10: Tiempo de ida de cargador frontal CAT 966H.	$11.2 + \text{ERLA}(0.312, 6)$	seg.
X11: Tiempo de descarga de cargador frontal CAT 966H.	$9.16 + \text{LOGN}(1.26, 0.591)$	seg.
X12: Tiempo de regreso de cargador frontal CAT 966H.	$5.47 + 5.01 * \text{BETA}(9.91, 8.32)$	seg.
X13: Tiempo de carguío del Volquete.	$16.16 + \text{LOGN}(1.43, 0.746)$	seg.
X14: Tiempo de ida del volquete a planta de concreto.	NORM(110.3, 6.78)	seg.
X15: Tiempo de descarga del volquete en planta de concreto.	$4.16 + \text{LOGN}(1.43, 0.746)$	seg.
X16: Tiempo de regreso del volquete a planta de agregados.	$77.65 + \text{LOGN}(0.987, 0.561)$	seg.
X17: Tiempo de carguío del cargador frontal Volvo L120F.	NORM( 2 , 0.78 )	seg.
X18: Tiempo de ida de cargador frontal Volvo L120F.	Constante (35.5)	seg.
X19: Tiempo de regreso de cargador frontal Volvo L120F.	Constante (25)	seg.
X20: Tiempo de pesado en balanza de agregados.	Constante (40)	seg.

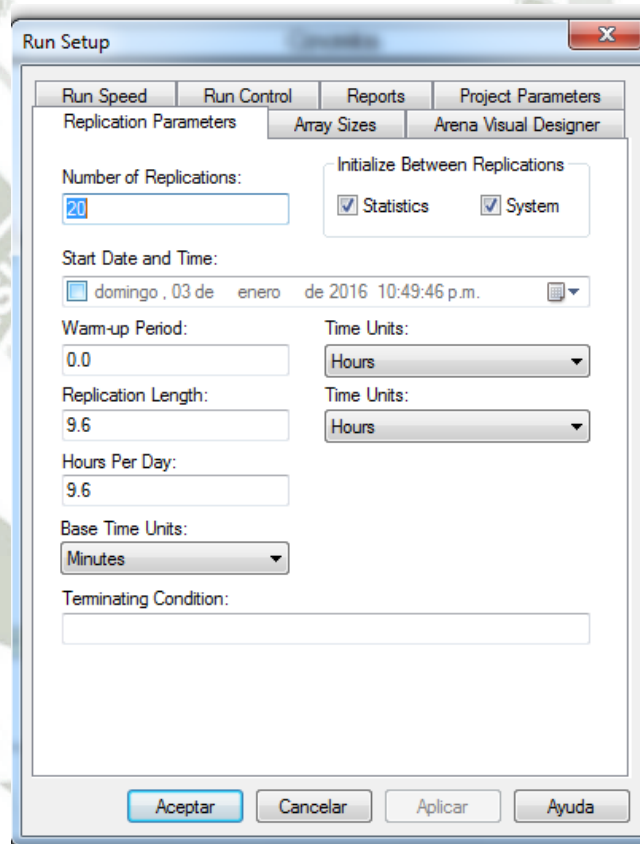
Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.2 Modelado del Sistema Propuesto

Se mantienen los componentes del sistema actual:

- Componentes:
  - Tractor Oruga Bulldozer CAT D8T.
  - Excavadora CAT 349DL.
  - Chancador primario y secundario.

- Cargador frontal CAT 966H.
- Cargador frontal Volvo L120F.
- Volquetes.
- Balanza de agregados.
- Tolva de agregados.
- Parámetros:



Fuente: Software Arena 14.00

- Tiempo de Simulación:
  - Tiempo de calentamiento: 0 min.
  - Duración cada réplica: 9.6 horas.
  - Horas de trabajo por día: 9.6 horas.
  - Número de réplicas preliminares: 20.

**“PLANTA DE AGREGADOS”**

**HORARIO DE PRODUCCION**

**EXCAVADORA**

08:00:00

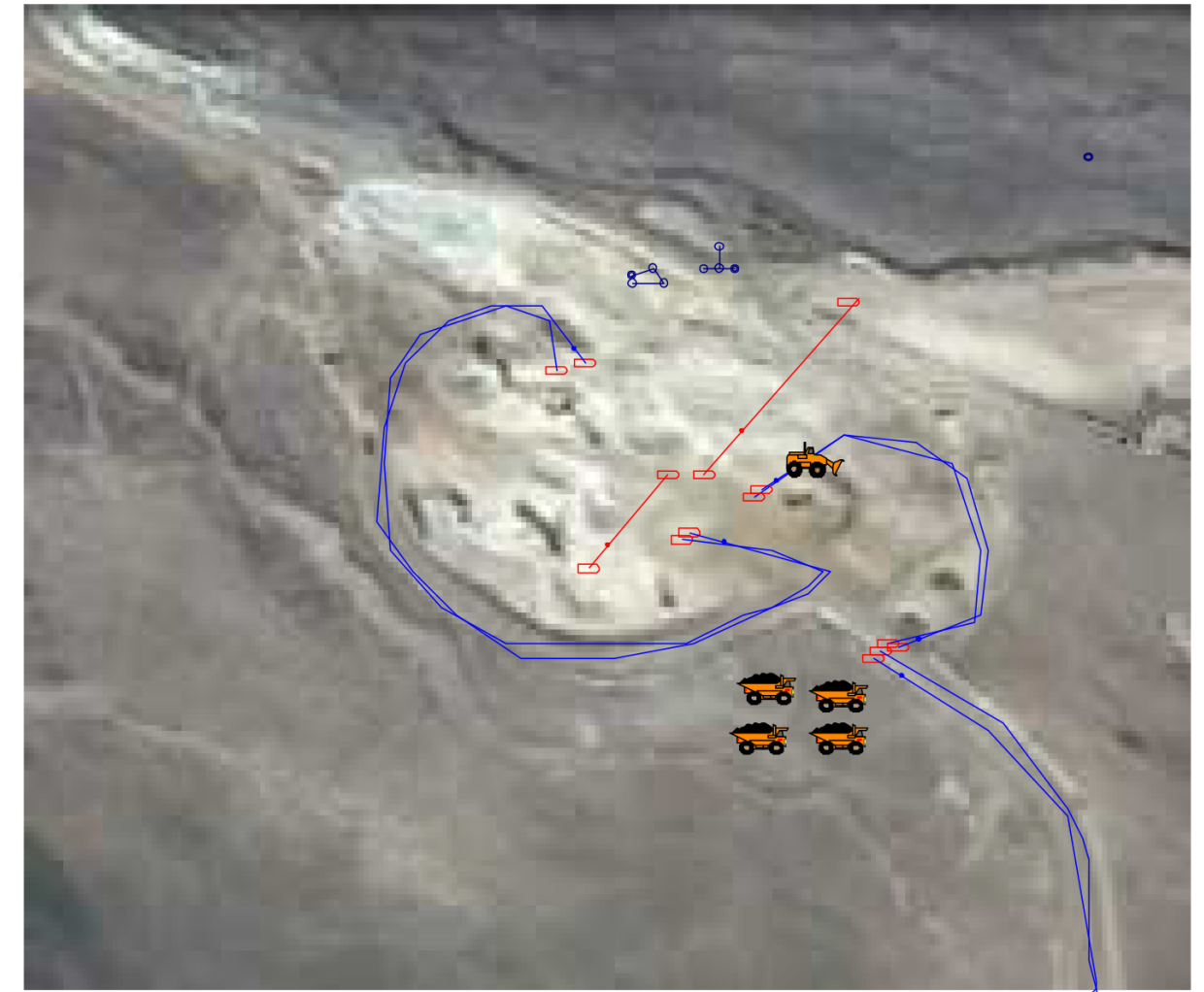
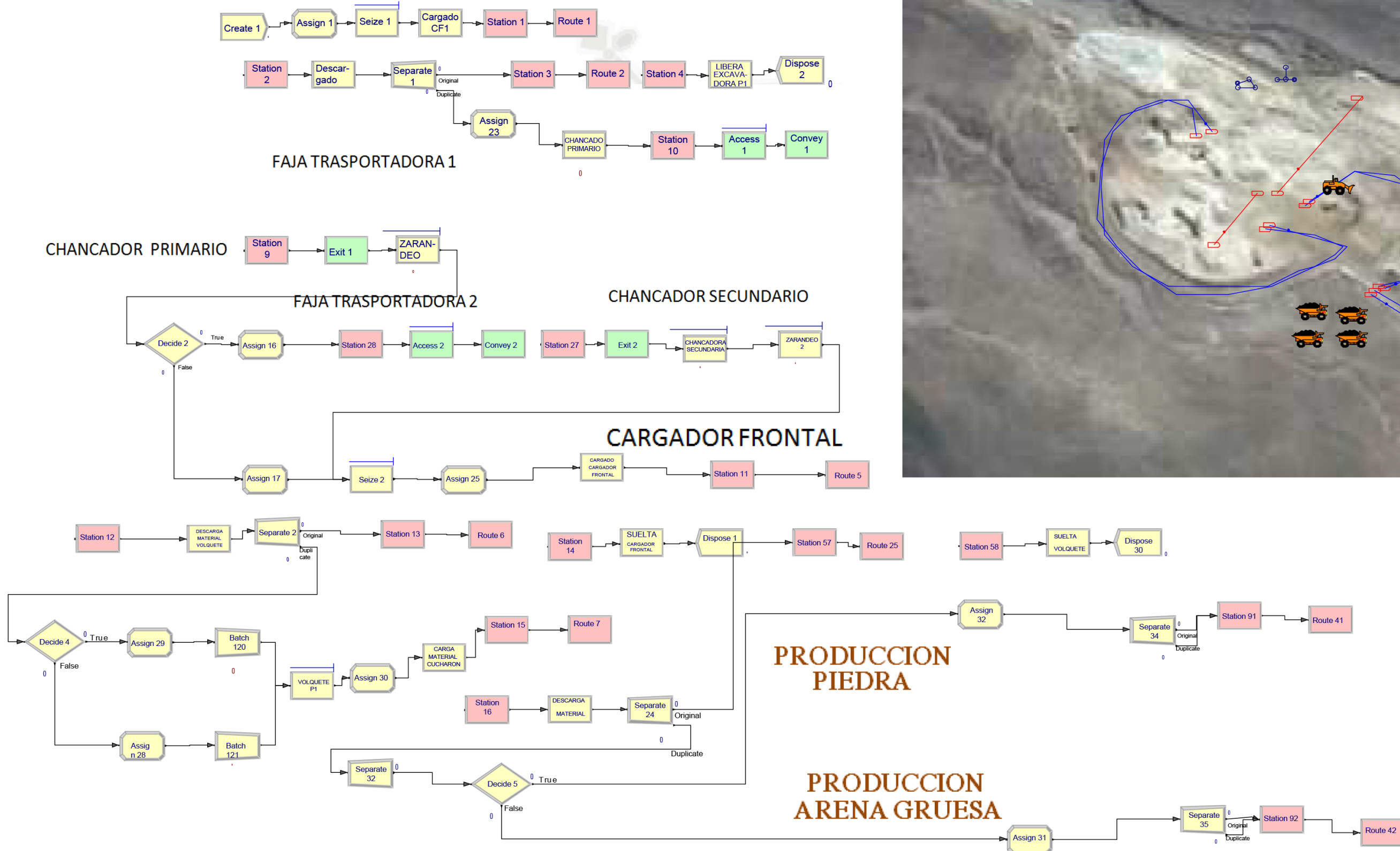
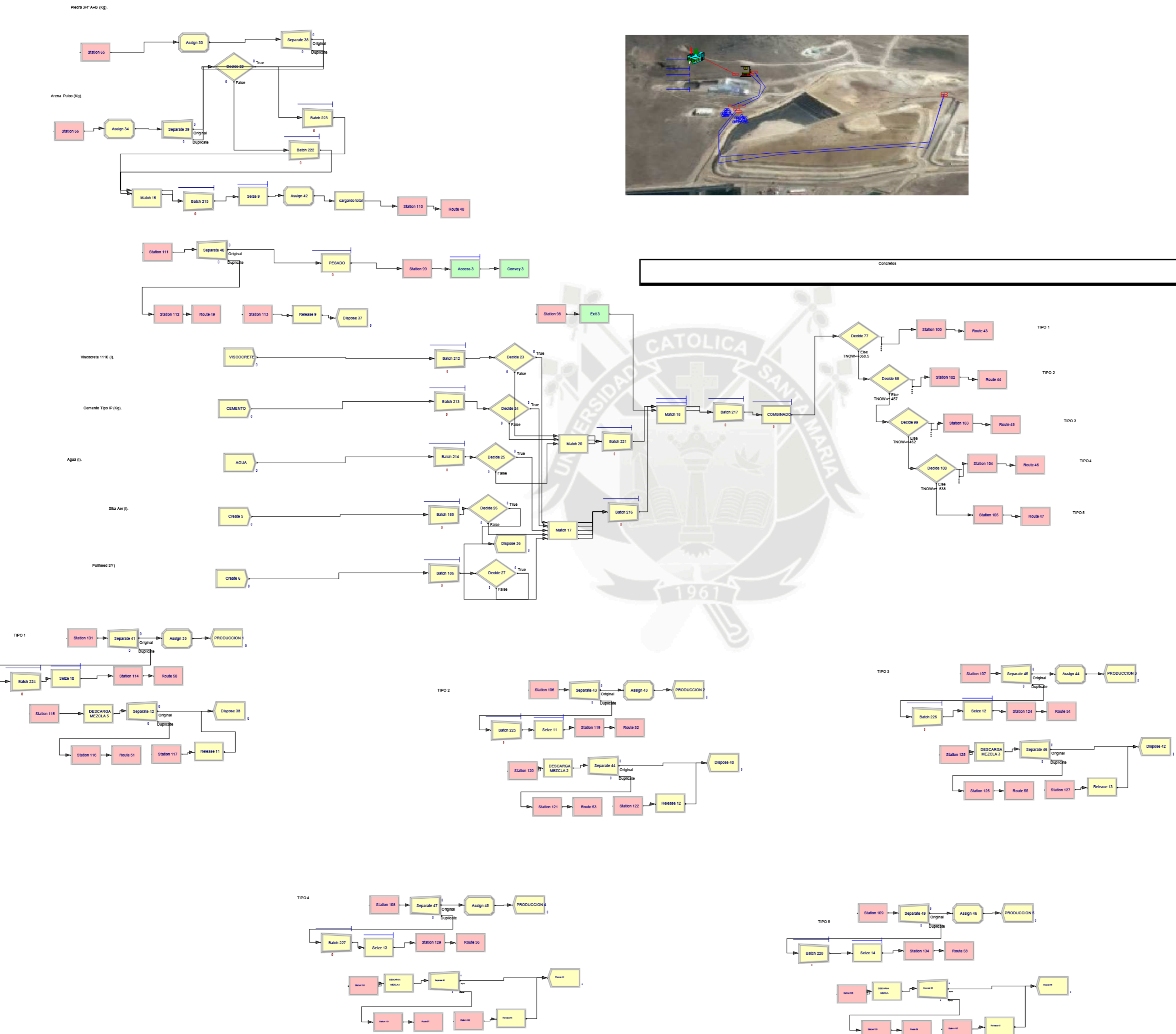


Ilustración N°19  
 Modelo Propuesto en Software Arena  
 (Continuación)



### 5.3.3 Evaluación de Resultados

Los resultados obtenidos correspondientes al modelado son las siguientes:

**CUADRO N° 67**  
**Resultados Modelo Propuesto**

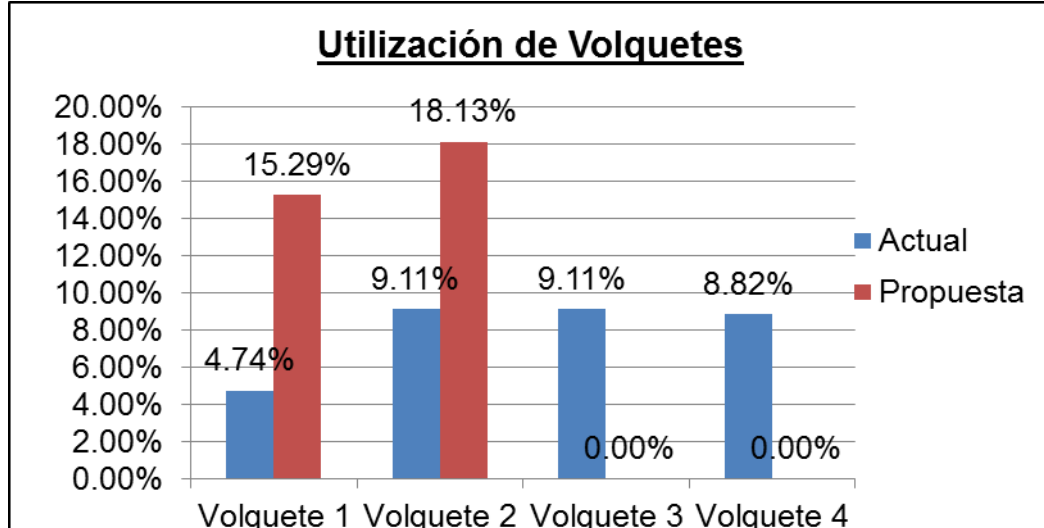
Utilización	Promedio
BALANZA	45.79%
CARGADORES FRONTALES 1	92.64%
CARGADORES FRONTALES 2	46.11%
CHANCADORA	58.74%
CHANCADORA 2	17.77%
Excavadora 1	12.28%
MIXER 1	64.78%
MIXER 2	63.88%
TOLVA	49.38%
TOLVA 2	64.42%
TOLVA DE PRODUCCION	9.65%
VOLQUETE 1	15.29%
VOLQUETE 2	18.13%

Fuente: Software Arena 14.00

Mediante la comparación de resultados se deduce lo siguiente:

- La utilización de volquetes se ve incrementada por la eliminación de dos volquetes en la operación, pasando de estar alrededor en el sistema actual en 7.95% a 16.71% por unidad.

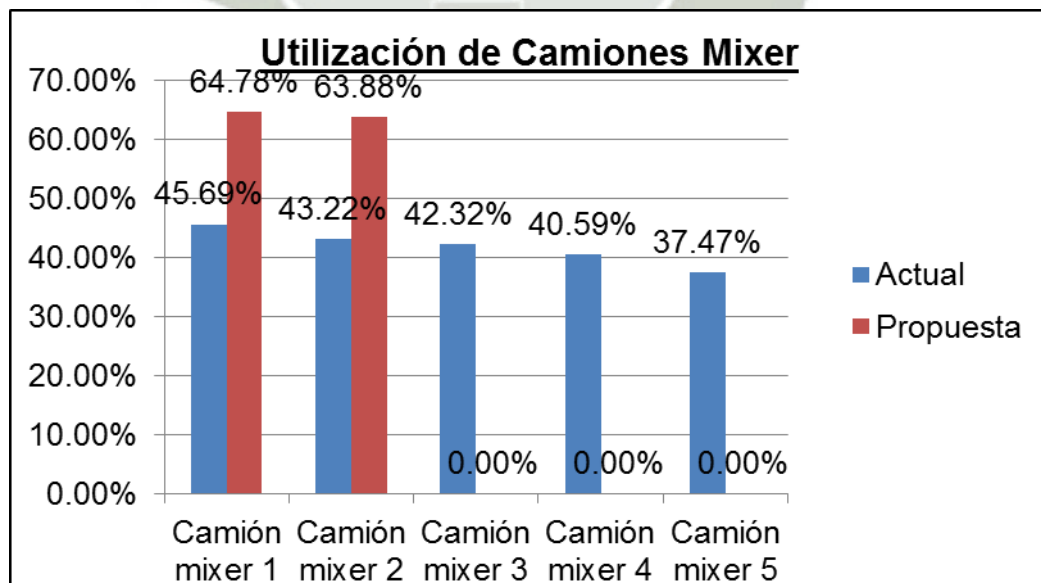
**GRÁFICO N° 2**  
**Utilización de Volquetes**



Fuente: Elaboración Propia.

- La utilización de camiones mixer se ve incrementada por la eliminación de tres camiones mixer en la operación, pasando de estar alrededor en el sistema actual en 41.86% a 64.33% por unidad.

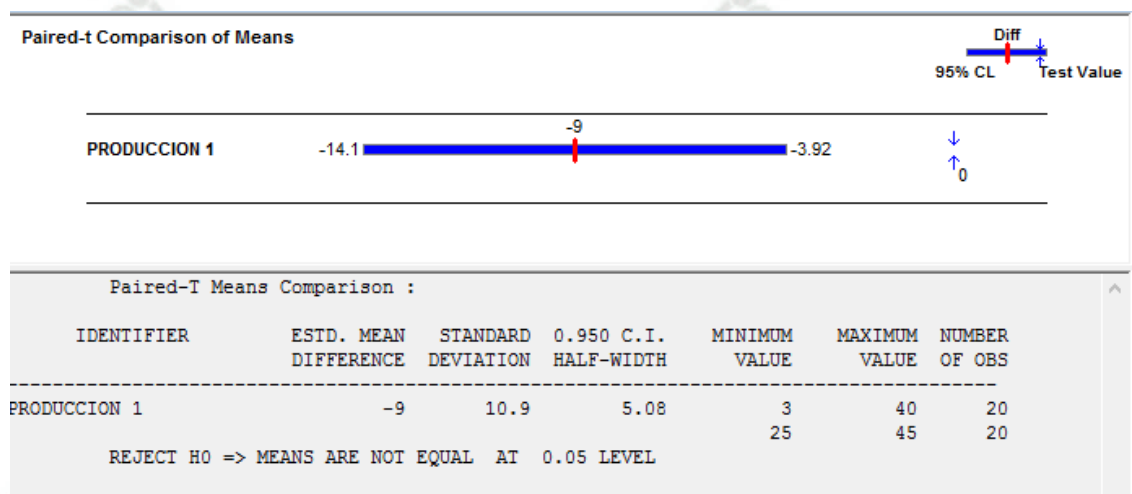
**GRÁFICO N° 3**  
**Utilización de Camiones Mixer**



Fuente: Elaboración Propia.

- Al utilizar el Output Analyzer, para la comparación de medias se puede determinar el intervalo de confianza con una certeza del 95%, en lo que podemos decir que el método propuesto supera al método actual en la producción de los 5 tipos de concreto:

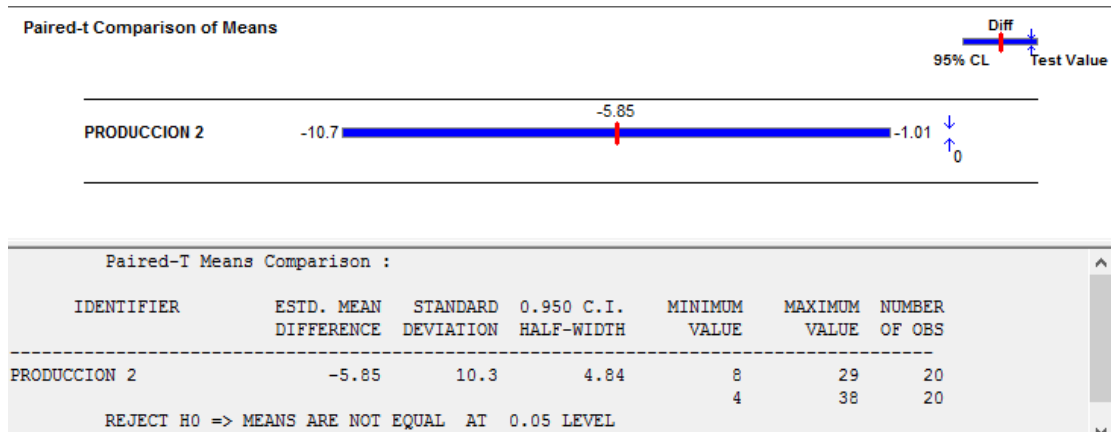
**GRÁFICO N° 4**  
**Producción del concreto Tipo 1 diario, Comparación de medias**  
**método actual v.s. método propuesto**



Fuente: Elaboración Propia.

Comparando el nivel de producción diario del concreto tipo 1 se observa la mejora del intervalo de confianza en el método propuesto, siendo 9 m<sup>3</sup> más que el método actual al 95% de confianza.

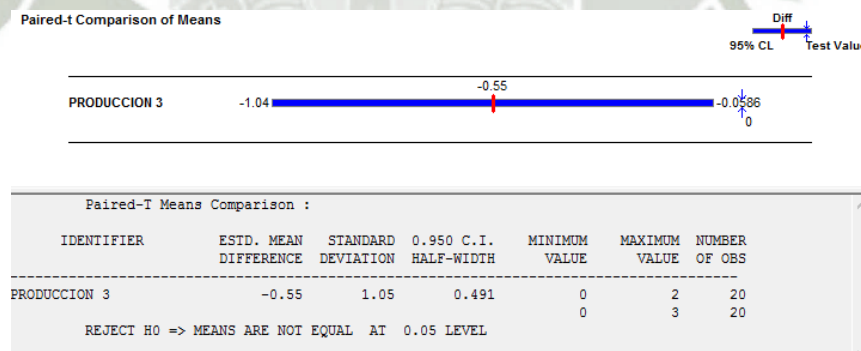
**GRÁFICO N° 5**  
**Producción del concreto Tipo 2 diario, Comparación de medias método actual v.s. método propuesto**



Fuente: Elaboración Propia.

Comparando el nivel de producción diario del concreto tipo 2 se observa la mejora del intervalo de confianza en el método propuesto, siendo 5.85 m<sup>3</sup> más que el método actual al 95% de confianza.

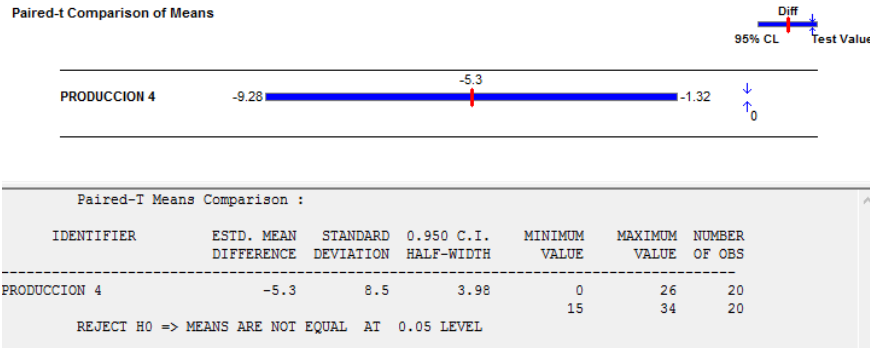
**GRÁFICO N° 6**  
**Producción del concreto Tipo 3 diario, Comparación de medias método actual v.s. método propuesto**



Fuente: Elaboración Propia.

Comparando el nivel de producción diario del concreto tipo 3 se observa la mejora del intervalo de confianza en el método propuesto, siendo 0.55 m<sup>3</sup> más que el método actual al 95% de confianza.

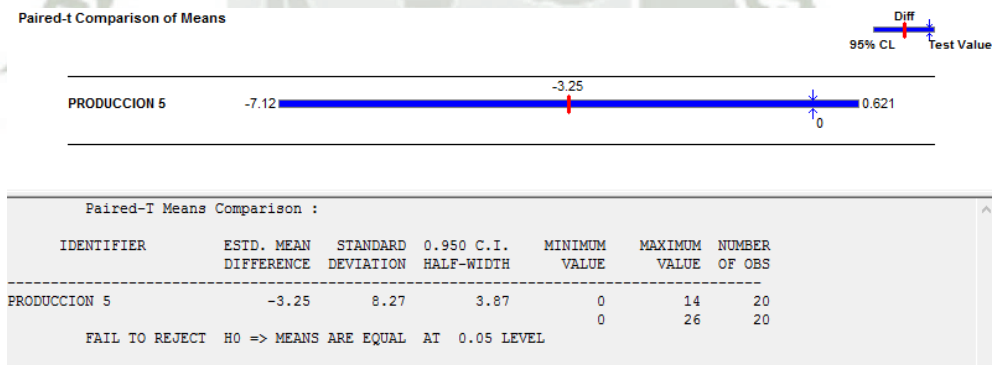
**GRÁFICO N° 7**  
**Producción del concreto Tipo 4 diario, Comparación de medias**  
**método actual v.s. método propuesto**



Fuente: Elaboración Propia.

Comparando el nivel de producción diario del concreto tipo 4 se observa la mejora del intervalo de confianza en el método propuesto, siendo 5.3 m<sup>3</sup> más que el método actual al 95% de confianza.

**GRÁFICO N° 8**  
**Producción del concreto Tipo 5 diario, Comparación de medias**  
**método actual v.s. método propuesto**



Fuente: Elaboración Propia.

Comparando el nivel de producción diario del concreto tipo 5 se observa la mejora del intervalo de confianza en el método propuesto, siendo 3.25 m<sup>3</sup> más que el método actual al 95% de confianza.

## CAPITULO VI

### EVALUACION ECONOMICA DE LA PROPUESTA

#### 6.1 COSTES ESTIMADOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

##### a. Costo primo:

Compuesto por los costos de la materia prima y su traslado.

**CUADRO N° 68**  
Costes de Aditivos a utilizar y su traslado

Aditivos a utilizar	Viscocrete 1110	Sika AER	Polyheed SY
Costo por cilindro en nuevos soles	384	448	532.48
Costo por litro en nuevos soles	1.92	2.24	2.56
Cantidad litros / cilindro	200	200	208
Cilindros	327	3	14
Costo del Flete (Transporte Lima a Inmaculada) 86 cilindros por viaje - total 4 viajes	4000		
Costo total en nuevos soles	150509.41		

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 69**  
Cotización de Cemento YURA S.A. a utilizar y su traslado

Cemento a utilizar	YURA S.A.
Bombonas	350
Cantidad de Cemento a utilizar en Kg.	10478905
Costo por bombona de 30000 Kg. En nuevos soles	10500

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 70**  
**Cotización de CEMENTO SOL a utilizar y su traslado**

<b>Cemento a utilizar</b>	<b>SOL S.A.</b>
Bombonas	350
Cantidad de Cemento a utilizar en Kg.	10478905
Costo por bombona de 30000 Kg. En nuevos soles	10000

Fuente: Elaboración Propia.

b. Costos de producción:

Se consideran todos los gastos vinculados directamente al proceso productivo. Comprende los gastos de servicios de electricidad, combustible, repuestos para mantenimiento, depreciación de maquinaria y equipos y otros gastos de fabricación.

**CUADRO N° 71**  
**Inversión en Obras civiles Administrativas - Planta de Producción de Agregados**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario (US\$ / unidad)</b>	<b>Costo Total (US\$)</b>
Contenedor marítimo (oficinas)	unidad	2	6000	12000
Instalaciones eléctricas				500
Servicios generales				200
<b>Costo Total</b>				<b>\$12,700</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 72**  
**Inversión en Mobiliario y Equipos de Oficina - Planta de Producción de Agregados**

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario (US\$ / unidad)	Costo Total (US\$)
Escritorios	unidad	3	85	255
Sillas Móviles	unidad	3	120	360
Computadoras personales	unidad	3	600	1800
Calefactores	unidad	2	80	160
Mesa de reuniones	unidad	1	150	150
Pizarra	unidad	1	80	80
Sillas estáticas	unidad	4	60	240
Baños portátiles	unidad	1	22000	22000
<b>Costo Total</b>				<b>\$25,045</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 73**  
**Maquinaria y Equipos - Planta de Producción de Agregados**

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario (US\$ / unidad)	I.G.V.	Costo Total (US\$)
Chancadora Primaria Nordberg C100	unidad	1	59600	10728	70328
Chancadora cónica Nordberg HP300	unidad	1	53720	9670	63390
Zaranda Vibratoria Nordberg Ellivar16	unidad	1	35550	6399	41949
Zaranda Vibratoria Nordberg CVB1540	unidad	1	37650	6777	44427
Fajas transportadoras Nordberg NB500	unidad	4	7527	1355	35527
Tractor Oruga D8T	unidad	1	74000	13320	87320
Cargadores Frontales CAT 966H	unidad	1	74000	13320	87320
Volquetes IVECO TRAKKER 380T42	unidad	2	29600	5328	69856
Excavadoras CAT 349DL	unidad	1	79104	14239	93343
<b>Costo Total</b>					<b>\$506,140</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Las inversiones de activo fijo se pueden resumir en los cuadros N° 74 y N° 75 que separan a los tangibles de los intangibles.

**CUADRO N° 74**  
**Total de Inversión de Activos Fijos Tangibles - Planta de Producción de Agregados**

Descripción	Costo Total (US\$)
Terreno	0
Maquinaria y Equipos	506140
Obras Civiles (Administrativas)	12700
Mobiliario y equipos de oficina	25045
<b>Costo Total</b>	<b>\$543,885</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 75**  
**Total de Inversión de Activos Fijos Intangibles - Planta de Producción de Agregados**

Descripción	Costo Total (US\$)
Supervisión	2000
Capacitación	3000
<b>Costo Total</b>	<b>\$5,000</b>

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 76**  
**Inversión en Obras civiles Administrativas - Planta de Producción de Concretos**

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario (US\$ / unidad)	Costo Total (US\$)
Contenedor marítimo (oficinas)	unidad	5	6000	30000
Instalaciones eléctricas				500
Servicios generales				200
<b>Costo Total</b>				<b>\$30,700</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 77**  
**Inversión en Mobiliario y Equipos de Oficina - Planta de Producción de Concretos**

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario (US\$ / unidad)	Costo Total (US\$)
Escritorios	unidad	4	85	340
Sillas Móviles	unidad	4	120	480
Computadoras personales	unidad	4	600	2400
Calefactores	unidad	2	80	160
Mesa de reuniones	unidad	1	150	150
Pizarra	unidad	1	80	80
Sillas estáticas	unidad	6	60	360
Baños portátiles	unidad	1	22000	22000
<b>Costo Total</b>				<b>\$25,970</b>

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 78**  
**Maquinaria y Equipos - Planta de Producción de Concretos**

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario (US\$ / unidad)	I.G.V.	Costo Total (US\$)
Tolva de agregados con 2 compartimientos	unidad	1	8136	1464	9600
Circuito de agua de 2" con tanque y bomba	unidad	1	8543	1538	10080
Sistema de pesaje de cemento - balanza de cemento	unidad	1	9153	1647	10800
Faja elevadora o transportadora de agregados	unidad	1	5899	1062	6960
Tolva encauzadora de descarga	unidad	1	2441	439	2880
Sistema de pesaje de áridos - balanza de agregados	unidad	1	13221	2380	15600
Tablero de Potencia	unidad	1	7322	1318	8640
Dosificador de aditivos líquidos	unidad	1	7119	1281	8400
Tornillo sinfín para carga de cemento	unidad	1	5085	915	6000
Sistema de control y autocalibración para balanza de cemento	unidad	1	16882	3039	19920
Tablero de mando manual	unidad	1	5288	952	6240

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario (US\$ / unidad)	I.G.V.	Costo Total (US\$)
Instalación electro neumática para la planta de concreto	unidad	1	9559	1721	11280
Silo de cemento capacidad de (240 TN)	unidad	1	50848	9153	60000
Celdas de carga (balanza de agregados y cemento)	unidad	1	7119	1281	8400
Máquina vibradora	unidad	1	2644	476	3120
Rodillos	unidad	1	8746	1574	10320
Compresor de aire	unidad	1	6712	1208	7920
Motoreductores	unidad	1	3864	696	4560
Filtros para los silos de cemento	unidad	1	7729	1391	9120
Cargadores Frontales CAT 966H	unidad	1	74000	13320	87320
Camiones Mixer Foton Motor Cummins capacidad 7 m3	unidad	2	79380	14288	187337
Tracto y bomba concretera telescópica Putzmeister de 32 m. Capacidad (120 m3/h)	unidad	1	114407	20593	135000
<b>Costo Total</b>					<b>\$629,497</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Las inversiones de activo fijo se pueden resumir en los cuadros N° 79 y N° 80 que separan a los tangibles de los intangibles.

#### CUADRO N° 79

#### Total de Inversión de Activos Fijos Tangibles - Planta de Producción de Concretos

Descripción	Costo Total (US\$)
Terreno	0
Maquinaria y Equipos	629497
Obras Civiles	30700
Mobiliario y equipos de oficina	25970
<b>Costo Total</b>	<b>\$686,167</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 80**  
**Total de Inversión de Activos Fijos Intangibles - Planta de Producción de Concretos**

Descripción	Costo Total (US\$)
Supervisión	2000
Capacitación	3000
<b>Costo Total</b>	<b>\$5,000</b>

Fuente: Elaboración Propia.

- c. Costos de mantenimiento y reparación Se tomaron los gastos de mantenimiento de este proyecto, lo que se refiere a mantenimiento de construcciones, edificaciones e instalaciones se consideró el 1,50% del valor, para maquinarias y equipos se tomó un 4,5% del valor de la maquinaria y equipo a adquirir, considerándose compra de repuestos de dichos equipos o cualquier tratamiento preventivo.
- d. Costos administrativos: se consideran todos los gastos por concepto de pagos al personal; materiales de oficina, impuestos indirectos, pago de prestaciones sociales, aporte por concepto de seguro social, AFP, etc. de acuerdo a la ley vigente.

## **6.2 EVALUACIÓN ECONOMICA Y COSTO/BENEFICIO COMPARATIVA ENTRE EL COSTO BENEFICIO EMPRESA TERCERIZADA Y LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA**

El principal objetivo de la evaluación económica aclara el beneficio a costa de la inversión. Con la consolidación de la planta se registrarán variaciones que impactarán los gastos de operación, respecto al consumo de combustible, adquisición o alquiler de equipos, venta de equipos antiguos entre otros.

### 6.2.1 Consumo de combustible

A continuación se presenta datos estadísticos respecto al consumo de combustible en galones de diesel por hora, que permite evaluar el consumo de los equipos ya sea activamente en operación o pasivamente con motor prendido a espera de realizar una actividad:

**CUADRO N° 81**  
**Consumos Diesel por tipo de Equipo**

Equipos	Consumo Activo (G/h)	Consumo Pasivo (G/h)
Chancador Primario - Zaranda Vibratoria Nordberg HP300	1.87	0.95
Chancador Secundario - Zaranda Vibratoria Nordberg Ellivar16	2.76	1.16
Tractor Oruga D8T	7.65	3.74
Cargador Frontal CAT 966H	4.62	2.31
Cargador Frontal VOLVO L120F	5.21	2.74
Volquete Volvo FMX	2.16	1.11
Excavadora CAT 349DL	8.36	4.03
Planta Betonmac	2.53	0.98
Camiones Mixer 7 m3	3.86	1.49

Fuente: La empresa, Elaboración Propia

De acuerdo a nuestra consolidación a finalizar en el mes de Agosto del 2015 se utilizará los siguientes recursos directos que consumirían combustible:

- 1 Zaranda Vibratoria Nordberg HP300.
- 1 Zaranda Vibratoria Ellivar16.
- 1 Tractor Oruga D8T.
- 1 Cargador Frontal CAT 966H.
- 1 Cargador Frontal Volvo L120F.
- 2 Volquetes IVECO TRAKKER 380T42.
- 1 Excavadora CAT 349DL.

- 1 Planta de Concreto Betonmac.
- 2 Camiones Mixer.

Se obtuvo de acuerdo a registro de horómetros la cantidad mensual de horas en estado activo y pasivo para cada equipo. Asimismo, el cálculo total de galones consumido y el monto en nuevos soles es expuesto a continuación:

**CUADRO Nº 82**  
**Horas Mensuales Estado Activo Consolidación**

Equipos de Planta de Agregados y Concreto	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Chancador Primario - Zaranda Vibratoria Nordberg HP300	174.81	174.81	157.89	174.81	169.17	174.81	169.17	174.81	174.81
Chancador Secundario - Zaranda Vibratoria Nordberg Ellivar16	52.88	52.88	47.77	52.88	51.18	52.88	51.18	52.88	52.88
Tractor Oruga D8T	297.60	297.60	268.80	297.60	288.00	297.60	288.00	297.60	297.60
Cargador Frontal CAT 966H	275.70	275.70	249.02	275.70	266.80	275.70	266.80	275.70	275.70
Cargador Frontal VOLVO L120F	137.22	137.22	123.94	137.22	132.80	137.22	132.80	137.22	137.22
Volquete Volvo FMX 1	45.50	45.50	41.10	45.50	44.04	45.50	44.04	45.50	45.50
Volquete Volvo FMX 2	53.95	53.95	48.73	53.95	52.21	53.95	52.21	53.95	53.95
Excavadora CAT 349DL	36.55	36.55	33.01	36.55	35.37	36.55	35.37	36.55	36.55
Planta Betonmac	164.99	164.99	149.02	164.99	159.67	164.99	159.67	164.99	164.99
BALANZA	136.27	136.27	123.08	136.27	131.88	136.27	131.88	136.27	136.27
TOLVA DE PRODUCCION	28.72	28.72	25.94	28.72	27.79	28.72	27.79	28.72	28.72
Camión Mixer 1	192.79	192.79	174.13	192.79	186.57	192.79	186.57	192.79	192.79
Camión Mixer 2	190.11	190.11	171.71	190.11	183.97	190.11	183.97	190.11	190.11

Fuente: La empresa, Elaboración Propia

**CUADRO Nº 83**  
**Horas Mensuales Estado Pasivo Consolidación**

Equipos de Planta de Agregados y Concreto	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Chancador Primario - Zaranda Vibratoria Nordberg HP300	122.79	122.79	110.91	122.79	118.83	122.79	118.83	122.79	122.79
Chancador Secundario - Zaranda Vibratoria Nordberg Ellivar16	244.72	244.72	221.03	244.72	236.82	244.72	236.82	244.72	244.72
Tractor Oruga D8T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cargador Frontal CAT 966H	21.90	21.90	19.78	21.90	21.20	21.90	21.20	21.90	21.90
Cargador Frontal VOLVO L120F	160.38	160.38	144.86	160.38	155.20	160.38	155.20	160.38	160.38
Volquete Volvo FMX 1	252.10	252.10	227.70	252.10	243.96	252.10	243.96	252.10	252.10
Volquete Volvo FMX 2	243.65	243.65	220.07	243.65	235.79	243.65	235.79	243.65	243.65
Excavadora CAT 349DL	261.05	261.05	235.79	261.05	252.63	261.05	252.63	261.05	261.05
Planta Betonmac	430.21	430.21	388.58	430.21	416.33	430.21	416.33	430.21	430.21
BALANZA	161.33	161.33	145.72	161.33	156.12	161.33	156.12	161.33	161.33
TOLVA DE PRODUCCION	268.88	268.88	242.86	268.88	260.21	268.88	260.21	268.88	268.88
Camión Mixer 1	104.81	104.81	94.67	104.81	101.43	104.81	101.43	104.81	104.81
Camión Mixer 2	107.49	107.49	97.09	107.49	104.03	107.49	104.03	107.49	107.49

Fuente: La empresa, Elaboración Propia

**CUADRO N° 84**  
**Costo Diesel Mensual de Consolidación**

Equipos de Planta de Agregados y Concreto	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Chancador Primario - Zaranda Vibratoria Nordberg HP300	443.55	443.55	400.62	443.55	429.24	443.55	429.24	443.55	443.55
Chancador Secundario - Zaranda Vibratoria Nordberg Ellivar16	429.83	429.83	388.23	429.83	415.96	429.83	415.96	429.83	429.83
Tractor Oruga D8T	2276.64	2276.64	2056.32	2276.64	2203.20	2276.64	2203.20	2276.64	2276.64
Cargador Frontal CAT 966H	1324.32	1324.32	1196.16	1324.32	1281.60	1324.32	1281.60	1324.32	1324.32
Cargador Frontal VOLVO L120F	1154.37	1154.37	1042.65	1154.37	1117.13	1154.37	1117.13	1154.37	1154.37
Volquete Volvo FMX 1	378.11	378.11	341.52	378.11	365.92	378.11	365.92	378.11	378.11
Volquete Volvo FMX 2	386.99	386.99	349.54	386.99	374.51	386.99	374.51	386.99	386.99
Excavadora CAT 349DL	1357.57	1357.57	1226.19	1357.57	1313.78	1357.57	1313.78	1357.57	1357.57
Planta Betonmac	839.03	839.03	757.83	839.03	811.96	839.03	811.96	839.03	839.03
Camión Mixer 1	900.33	900.33	813.20	900.33	871.28	900.33	871.28	900.33	900.33
Camión Mixer 2	893.98	893.98	807.46	893.98	865.14	893.98	865.14	893.98	893.98
<b>Total</b>	<b>10384.70</b>	<b>10384.70</b>	<b>9379.73</b>	<b>10384.70</b>	<b>10049.71</b>	<b>10384.70</b>	<b>10049.71</b>	<b>10384.70</b>	<b>10384.70</b>
S/. Total (S/. 10.56 / GI)	109662.43	109662.43	99049.94	109662.43	106124.93	109662.43	106124.93	109662.43	109662.43

Fuente: La empresa, Elaboración Propia

## 6.2.2 Adquisición y Venta de Equipos

La adquisición de nuevos equipos es un elemento importante para la consolidación.

### 6.2.2.1 Adquisición Alternativa 1

Compra de equipos nuevos con representantes de las marcas en Perú, los costos y precios se detallan en los cuadros anteriores: Cuadro N° 73. Maquinaria y Equipos - Planta de Producción de Agregados y Cuadro N° 78. Maquinaria y Equipos - Planta de Producción de Concretos.

### 6.2.2.2 Adquisición Alternativa 2

Esta alternativa consiste en el alquiler de equipos con proveedores locales. Para lo cual se requiere el número de horas en las que el equipo estará encendido ya que el cobro se realizará mensual en dólares por hora de equipo encendido. Se presenta los pagos de alquiler en las siguientes tablas:

**CUADRO N° 85**  
**Flujo Alquiler Chancador Primario - Zaranda Nordberg HP300**

Periodo	Horómetro	Alquiler Zaranda Nordberg HP300 (US\$ 80/hr)
dic-14	297.60	\$23,808.00
ene-15	297.60	\$23,808.00
feb-15	268.80	\$21,504.00
mar-15	297.60	\$23,808.00
abr-15	288.00	\$23,040.00
may-15	297.60	\$23,808.00
jun-15	288.00	\$23,040.00
jul-15	297.60	\$23,808.00
ago-15	297.60	\$23,808.00

Elaboración Propia

**CUADRO Nº 86**  
**Flujo Alquiler Chancador Secundario - Zaranda Nordberg Ellivar16**

Periodo	Horómetro	Alquiler Zaranda Nordberg Ellivar16 (US\$ 82/hr)
dic-14	297.60	\$24,403.20
ene-15	297.60	\$24,403.20
feb-15	268.80	\$22,041.60
mar-15	297.60	\$24,403.20
abr-15	288.00	\$23,616.00
may-15	297.60	\$24,403.20
jun-15	288.00	\$23,616.00
jul-15	297.60	\$24,403.20
ago-15	297.60	\$24,403.20

Elaboración Propia

**CUADRO Nº 87**  
**Flujo Alquiler Tractor Oruga D8T**

Periodo	Horómetro	Alquiler Tractor Oruga D8T (US\$ 78/hr)
dic-14	297.60	\$23,212.80
ene-15	297.60	\$23,212.80
feb-15	268.80	\$20,966.40
mar-15	297.60	\$23,212.80
abr-15	288.00	\$22,464.00
may-15	297.60	\$23,212.80
jun-15	288.00	\$22,464.00
jul-15	297.60	\$23,212.80
ago-15	297.60	\$23,212.80

Elaboración Propia

**CUADRO N° 88**  
**Flujo Alquiler Cargador Frontal 1 966H**

Periodo	Horómetro	Alquiler Cargador Frontal 966H (US\$ 70/hr)
dic-14	297.60	\$20,832.00
ene-15	297.60	\$20,832.00
feb-15	268.80	\$18,816.00
mar-15	297.60	\$20,832.00
abr-15	288.00	\$20,160.00
may-15	297.60	\$20,832.00
jun-15	288.00	\$20,160.00
jul-15	297.60	\$20,832.00
ago-15	297.60	\$20,832.00

Elaboración Propia

**CUADRO N° 89**  
**Flujo Alquiler Cargador Frontal 2 Volvo L120F**

Periodo	Horómetro	Alquiler Cargador Frontal Volvo L120F (US\$ 70/hr)
dic-14	297.60	\$20,832.00
ene-15	297.60	\$20,832.00
feb-15	268.80	\$18,816.00
mar-15	297.60	\$20,832.00
abr-15	288.00	\$20,160.00
may-15	297.60	\$20,832.00
jun-15	288.00	\$20,160.00
jul-15	297.60	\$20,832.00
ago-15	297.60	\$20,832.00

Elaboración Propia

**CUADRO N° 90**  
**Flujo Alquiler Volquete 1 Ivecco Trakker 380T42**

Periodo	Horómetro	Alquiler Volquete IVECCO TRAKKER 380T42 (US\$ 55/hr)
dic-14	297.60	\$16,368.00
ene-15	297.60	\$16,368.00
feb-15	268.80	\$14,784.00
mar-15	297.60	\$16,368.00
abr-15	288.00	\$15,840.00
may-15	297.60	\$16,368.00
jun-15	288.00	\$15,840.00
jul-15	297.60	\$16,368.00
ago-15	297.60	\$16,368.00

Elaboración Propia

**CUADRO N° 91**  
**Flujo Alquiler Volquete 2 Ivecco Trakker 380T42**

Periodo	Horómetro	Alquiler Volquete IVECCO TRAKKER 380T42 (US\$ 55/hr)
dic-14	297.60	\$16,368.00
ene-15	297.60	\$16,368.00
feb-15	268.80	\$14,784.00
mar-15	297.60	\$16,368.00
abr-15	288.00	\$15,840.00
may-15	297.60	\$16,368.00
jun-15	288.00	\$15,840.00
jul-15	297.60	\$16,368.00
ago-15	297.60	\$16,368.00

Elaboración Propia

**CUADRO N° 92**  
**Flujo Alquiler Excavadora 349DL**

Periodo	Horómetro	Alquiler Excavadora 349DL (US\$ 77/hr)
dic-14	297.60	\$22,915.20
ene-15	297.60	\$22,915.20
feb-15	268.80	\$20,697.60
mar-15	297.60	\$22,915.20
abr-15	288.00	\$22,176.00
may-15	297.60	\$22,915.20
jun-15	288.00	\$22,176.00
jul-15	297.60	\$22,915.20
ago-15	297.60	\$22,915.20

Elaboración Propia

**CUADRO N° 93**  
**Flujo Alquiler Planta Betonmac**

Periodo	Horómetro	Alquiler Planta Betonmac (US\$ 65/hr)
dic-14	297.60	\$19,344.00
ene-15	297.60	\$19,344.00
feb-15	268.80	\$17,472.00
mar-15	297.60	\$19,344.00
abr-15	288.00	\$18,720.00
may-15	297.60	\$19,344.00
jun-15	288.00	\$18,720.00
jul-15	297.60	\$19,344.00
ago-15	297.60	\$19,344.00

Elaboración Propia

**CUADRO N° 94**  
**Flujo Alquiler Camión Mixer 1**

Periodo	Horómetro	Alquiler Camión Mixer (US\$ 50/hr)
dic-14	297.60	\$14,880.00
ene-15	297.60	\$14,880.00
feb-15	268.80	\$13,440.00
mar-15	297.60	\$14,880.00
abr-15	288.00	\$14,400.00
may-15	297.60	\$14,880.00
jun-15	288.00	\$14,400.00
jul-15	297.60	\$14,880.00
ago-15	297.60	\$14,880.00

Elaboración Propia

**CUADRO N° 95**  
**Flujo Alquiler Camión Mixer 2**

Periodo	Horómetro	Alquiler Camión Mixer (US\$ 50/hr)
dic-14	297.60	\$14,880.00
ene-15	297.60	\$14,880.00
feb-15	268.80	\$13,440.00
mar-15	297.60	\$14,880.00
abr-15	288.00	\$14,400.00
may-15	297.60	\$14,880.00
jun-15	288.00	\$14,400.00
jul-15	297.60	\$14,880.00
ago-15	297.60	\$14,880.00

Elaboración Propia

**CUADRO N° 96**  
**Flujo Alquiler Bomba Telescópica 32m brazo Telescópico**

Periodo	Horómetro	Alquiler Bomba Telescópica (US\$ 57/hr)
dic-14	297.60	\$16,963.20
ene-15	297.60	\$16,963.20
feb-15	268.80	\$15,321.60
mar-15	297.60	\$16,963.20
abr-15	288.00	\$16,416.00
may-15	297.60	\$16,963.20
jun-15	288.00	\$16,416.00
jul-15	297.60	\$16,963.20
ago-15	297.60	\$16,963.20

Elaboración Propia

### 6.2.2.3 Liquidación Equipos

Se consideró para la venta de equipos los siguientes valores basados en la antigüedad del equipo según la oferta y demanda del mercado:

**CUADRO N° 97**  
**Flujo Liquidación de Equipos**

Equipos	Diciembre del 2014	Agosto del 2015
Chancador Primario - Zaranda Vibratoria Nordberg HP300	112277	82277
Chancador Secundario - Zaranda Vibratoria Nordberg Ellivar16	107817	77817
Tractor Oruga D8T	87320	57320
Cargador Frontal CAT 966H 1	87320	57320
Cargador Frontal VOLVO L120F	87320	57320
Volquete 1 IVECO TRAKKER 380T42	34928	22928
Volquete 2 IVECO TRAKKER 380T42	34928	22928
Excavadora CAT 349DL	93343	63343
Planta Betonmac	219840	189840
Camión Mixer 1	93668.5	81668.5
Camión Mixer 2	93668.5	81668.5
Bomba Telescópica 32 m	135000	105000

Elaboración Propia

#### 6.2.2.4 Depreciación

A continuación se detalla el monto de depreciación anual para cada uno de los equipos calculándose el monto mensual respectivamente:

Equipos	Valor Contable	% Depreciación	Monto Mensual
Chancador Primario - Zaranda Vibratoria Nordberg HP300	112277	20%	1871.25
Chancador Secundario - Zaranda Vibratoria Nordberg Ellivar16	107817	20%	1796.92
Tractor Oruga D8T	87320	20%	1455.33
Cargador Frontal CAT 966H	87320	20%	1455.33
Cargador Frontal Volvo L120F	87320	20%	1455.33
Volquete 1 IVECO TRAKKER 380T42	34928	20%	582.08
Volquete 2 IVECO TRAKKER 380T42	34928	20%	582.08
Excavadora CAT 349DL	93343	20%	1555.67
Planta Betonmac	219840	20%	3664.00
Camión Mixer 1	93668.5	20%	1561.08
Camión Mixer 2	93668.5	20%	1561.08
Bomba Telescópica 32 m	135000	20%	2250.00

Elaboración Propia

### 6.2.2.5 TASA DE DESCUENTO

Para hallar la tasa de descuento se hizo uso del método CAPM siendo una de las herramientas más utilizadas en el área financiera para determinar la tasa de retorno requerida para un cierto activo o inversión. Se consultó la página del profesor Aswath Damodaran <sup>6</sup> y del BCRP las cuales brindan información valiosa para estos fines, obteniendo la siguiente información:

- $\beta$ no apalancado (Procesamiento de materiales):	0.86
- Rf (Bonos EEUU 10 años)	2.3594%
- Rm	10.30%
- Riesgo País	1.67%

Para lo cual se procede a apalancar el beta teniendo en cuenta que la empresa tiene una política aproximada de relación deuda patrimonio de 0.4 a 0.6 respectivamente. La tasa de impuesto es 30%.

$$\beta_{\text{apalancado}} = \beta_{\text{no apalancado}} \times ((1 + (1-t) \times D/C))$$

$$\beta_{\text{apalancado}} = 0.86 \times ((1 + (1-0.3) \times 0.4/0.6))$$

$$\beta_{\text{apalancado}} = 1.03$$

Para calcular la tasa de descuento se utiliza la fórmula del CAPM sumándole la tasa del riesgo país multiplicada por un factor de riesgo de 1.5.

$$K_e = R_f + \beta_{\text{apalancado}} \times (R_m - R_f) + 1.5 \text{ RP}$$

$$K_e = 2.3594\% + 1.03 \times (10.3 - 2.3594) + 1.5 \times 1.67\%$$

$$K_e \text{ anual} = 13.06\%$$

$$K_e \text{ mensual} = 1.03\%$$

<sup>6</sup> <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> - Damodaran Online

## 6.6 FLUJOS DE CAJA

En la siguiente evaluación de los flujos de caja se tendrá en cuenta que la inversión se realizará bajo capital propio de la minera. Además sólo se realizará el flujo de cajas tanto de compra de equipos como el de alquiler de equipos mostrando así un ahorro significativo por parte de la minera antes de realizar y optar por el servicio de terciarización.

**CUADRO Nº 98**  
**Flujo de Caja Modelo del Servicio Terciarizado**

nov-14	-781600.00
dic-14	-3037395.68
ene-15	-2927713.95
feb-15	-3031963.95
mar-15	-2929019.95
abr-15	-3927198.95
may-15	-2299410.95
jun-15	-1797424.95
jul-15	-1826710.95
ago-15	-1269759.95
sep-15	-1183409.95
oct-15	-939145.95
nov-15	-938373.95

Tasa % = 1.03%

VNA = 25 552,071.92

CAE = S/. 2 274,576.14

Elaboración Propia

**CUADRO N° 99**  
**Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 1**

	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Compra de Equipos	-3668107.51									
Compra de Equipos para Plantas	-553633.65									
Obras Civiles Administrativas Planta de Agregados	-12700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25045.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Obras Civiles Administrativas Planta de Concretos	-30700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25970.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Compra de equipos para laboratorio (Agregados y Concretos)	-60000.00									
EPPS	-22573.20									
Liquidación de Equipos										2833204.50
Coste de Exámenes Médicos	-19760.00									
Coste de Alimentación de Personal	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00
Coste de Vivienda en Mina	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00
Coste de Viáticos	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00
Coste de SCTR (Seguro Complementario Trabajo Riesgo)	-2600.00									
Coste TREC (Total Riesgo Equipo Contratista)	-45220.00									
Consumo Combustible		-109662.43	-109662.43	-99049.94	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-109662.43
Consumo de Agua		-4128.19	-1108.89	-1156.77	-1103.35	-1601.80	-804.62	-803.39	-695.47	-420.76
Consumo de Cemento YURA		-451500.00	-420000.00	-430500.00	-420000.00	-651000.00	-315000.00	-315000.00	-283500.00	-157500.00
Consumo de Aditivos	-150509.41									
Costo Mantenimiento Equipos (4.5% coste de equipos)	-165064.84									
Remuneración a Personal	-133629.17	-145758.58	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-185025.00	-123350.00	-248550.25	-188931.08
Remuneración de personal MO DIRECTA E INDIRECTA	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00
Gratificación (Julio y Diciembre)	-	-22408.58	-	-	-	-	-	-	-125200.25	-
Escolaridad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CTS (Mayo y Noviembre)	-10279.17	-	-	-	-	-	-61675.00	-	-	-
Vacaciones truncas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liquidación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-65581.08
Depreciación	-	-54818.72	-55412.42	-55214.52	-56401.93	-57193.53	-57787.24	-57787.24	-59172.55	-60557.86
Utilidad Bruta	-4962503.48	-984787.92	-928453.74	-928191.22	-929437.71	-1158190.26	-887199.29	-821895.56	-920500.70	2097212.36
Impuesto	1488751.04	295436.38	278536.12	278457.37	278831.31	347457.08	266159.79	246595.67	276150.21	-629163.64
Utilidad Neta	-3473752.44	-689351.54	-649917.62	-649733.86	-650606.39	-810733.18	-629031.51	-575389.89	-644350.49	-1468048.65

Tasa % = 1.03%  
VNA = 7 192, 081.11  
CAE = S/. 840,837.03

Elaboración Propia

**CUADRO Nº 100**  
**Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 1 con Cemento SOL**

	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Compra de Equipos	-3668107.51									
Compra de Equipos para Plantas	-553633.65									
Obras Civiles Administrativas Planta de Agregados	-12700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25045.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Obras Civiles Administrativas Planta de Concretos	-30700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25970.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Compra de equipos para laboratorio (Agregados y Concretos)	-60000.00									
EPPS	-22573.20									
Liquidación de Equipos										2833204.50
Coste de Exámenes Médicos	-19760.00									
Coste de Alimentación de Personal	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00
Coste de Vivienda en Mina	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00
Coste de Viáticos	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00
Coste de SCTR (Seguro Complementario Trabajo Riesgo)	-2600.00									
Coste TREC (Total Riesgo Equipo Contratista)	-45220.00									
Consumo Combustible		-109662.43	-109662.43	-99049.94	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-109662.43
Consumo de Agua		-4128.19	-1108.89	-1156.77	-1103.35	-1601.80	-804.62	-803.39	-695.47	-420.76
Consumo de Cemento SOL		-430000.00	-400000.00	-410000.00	-400000.00	-620000.00	-300000.00	-300000.00	-270000.00	-150000.00
Consumo de Aditivos	-150509.41									
Costo Mantenimiento Equipos (4.5% coste de equipos)	-165064.84									
Remuneración a Personal	-133629.17	-145758.58	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-185025.00	-123350.00	-248550.25	-188931.08
Remuneración de personal MO DIRECTA E INDIRECTA	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00
Gratificación (Julio y Diciembre)	-	-22408.58	-	-	-	-	-	-	-125200.25	-
Escolaridad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CTS (Mayo y Noviembre)	-10279.17	-	-	-	-	-	-61675.00	-	-	-
Vacaciones truncas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liquidación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-65581.08
Depreciación	-	-54818.72	-55412.42	-55214.52	-56401.93	-57193.53	-57787.24	-57787.24	-59172.55	-60557.86
Utilidad Bruta	-4957444.57	-963287.92	-908453.74	-907691.22	-909437.71	-1127190.26	-872199.29	-806985.56	-907000.70	2104712.36
Impuesto	1487233.37	288986.38	272536.12	272307.37	272831.31	338157.08	261659.79	242095.67	272100.21	-631413.71
Utilidad Neta	-3470211.20	-674301.54	-635917.62	-635383.86	-636606.39	-789033.18	-610539.51	-564889.89	-634900.49	-1473298.65

Tasa % = 1.03%  
VNA = 7 708,817.08  
CAE = S/. 827,595.16

Elaboración Propia

**CUADRO N° 101**  
**Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 2**

	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Alquiler de Equipos		-695026.94	-704419.20	-653216.26	-725551.78	-708963.84	-739640.16	-718053.12	-746684.35	-758424.67
Compra de Equipos para Plantas	-553633.65									
Obras Civiles Administrativas Planta de Agregados	-12700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25045.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Obras Civiles Administrativas Planta de Concretos	-30700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25970.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Compra de equipos para laboratorio (Agregados y Concretos)	-60000.00									
EPPS	-22573.20									
Liquidación de Equipos										2833204.50
Coste de Exámenes Médicos	-19760.00									
Coste de Alimentación de Personal	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00
Coste de Vivienda en Mina	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00
Coste de Viáticos	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00
Coste de SCTR (Seguro Complementario Trabajo Riesgo)	-2600.00									
Coste TREC (Total Riesgo Equipo Contratista)	-45220.00									
Consumo Combustible		-109662.43	-109662.43	-99049.94	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-109662.43
Consumo de Agua		-4128.19	-1108.89	-1156.77	-1103.35	-1601.80	-804.62	-803.39	-695.47	-420.76
Consumo de Cemento YURA		-451500.00	-420000.00	-430500.00	-420000.00	-651000.00	-315000.00	-315000.00	-283500.00	-157500.00
Consumo de Aditivos	-150509.41									
Costo Mantenimiento Equipos (4.5% coste de equipos)	0.00									
Remuneración a Personal	-133629.17	-145758.58	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-185025.00	-123350.00	-248550.25	-188931.08
Remuneración de personal MO DIRECTA E INDIRECTA	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00
Gratificación (Julio y Diciembre)	-	-22408.58	-	-	-	-	-	-	-125200.25	-
Escolaridad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CTS (Mayo y Noviembre)	-10279.17	-	-	-	-	-	-61675.00	-	-	-
Vacaciones trancas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liquidación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-65581.08
Depreciación	-	-54818.72	-55412.42	-55214.52	-56401.93	-57193.53	-57787.24	-57787.24	-59172.55	-60557.86
Utilidad Bruta	-1124272.23	-984787.92	-928453.74	-928191.22	-929437.71	-1158190.26	-887199.29	-821985.56	-920500.70	-735992.14
Impuesto	337281.67	295436.38	278536.12	278457.37	278831.31	347457.08	266159.79	246595.67	276150.21	220797.64
Utilidad Neta	-786990.56	-689351.54	-649917.62	-649733.86	-650606.39	-810733.18	-621039.51	-575389.89	-644350.49	-515194.50

Tasa % = 1.03%  
VNA = 6 313,837.03  
CAE = S/. 738,160.19

Elaboración Propia

**CUADRO N° 102**  
**Flujo de Caja Método Propuesto Alternativa 2 con Cemento SOL**

	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Alquiler de Equipos		-695026.94	-704419.20	-653216.26	-725551.78	-708963.84	-739640.16	-718053.12	-746684.35	-758424.67
Compra de Equipos para Plantas	-553633.65									
Obras Civiles Administrativas Planta de Agregados	-12700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25045.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Obras Civiles Administrativas Planta de Concretos	-30700.00									
Inversión Mobiliario y Equipos de Oficina	-25970.00									
Activos Intangibles (Supervisión y Capacitación)	-5000.00									
Compra de equipos para laboratorio (Agregados y Concretos)	-60000.00									
EPPS	-22573.20									
Liquidación de Equipos										2833204.50
Coste de Exámenes Médicos	-19760.00									
Coste de Alimentación de Personal	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00	-65520.00
Coste de Vivienda en Mina	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00	-117000.00
Coste de Viáticos	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00	-36400.00
Coste de SCTR (Seguro Complementario Trabajo Riesgo)	-2600.00									
Coste TREC (Total Riesgo Equipo Contratista)	-45220.00									
Consumo Combustible		-109662.43	-109662.43	-99049.94	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-106124.93	-109662.43	-109662.43
Consumo de Agua		-4128.19	-1108.89	-1156.77	-1103.35	-1601.80	-804.62	-803.39	-695.47	-420.76
Consumo de Cemento SOL		-430000.00	-400000.00	-410000.00	-400000.00	-620000.00	-300000.00	-300000.00	-270000.00	-150000.00
Consumo de Aditivos	-150509.41									
Costo Mantenimiento Equipos (4.5% coste de equipos)	0.00									
Remuneración a Personal	-133629.17	-145758.58	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-185025.00	-123350.00	-248550.25	-188931.08
Remuneración de personal MO DIRECTA E INDIRECTA	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00	-123350.00
Gratificación (Julio y Diciembre)	-	-22408.58	-	-	-	-	-	-	-125200.25	-
Escolaridad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CTS (Mayo y Noviembre)	-10279.17	-	-	-	-	-	-61675.00	-	-	-
Vacaciones truncas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liquidación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-65581.08
Depreciación	-	-54818.72	-55412.42	-55214.52	-56401.93	-57193.53	-57787.24	-57787.24	-59172.55	-60557.86
Utilidad Bruta	-1124272.23	-963287.92	-908453.74	-907691.22	-909437.71	-1127190.26	-872199.29	-806985.56	-907000.70	-728492.14
Impuesto	337281.67	288986.38	272536.12	272307.37	272831.31	338157.08	261659.79	242095.67	272100.21	218547.64
Utilidad Neta	-786990.56	-674301.54	-635917.62	-635383.86	-636606.39	-789033.18	-610539.51	-564889.89	-634900.49	-509944.50

Tasa % = 1.03%  
VNA = 6 204,114.23  
CAE = S/. 725,332.33

Elaboración Propia

Con el Valor actual de costos se define el ahorro que provocará la inversión en los gastos de la empresa:

- Alternativa 1:

Ahorro: VNA Alternativa 1 – VNA Modelo del Servicio Terciarizado

Ahorro: S/. 7 192, 081.11 - 25 552,071.92

Ahorro: S/. 18 359,990.81

- Alternativa 1 con Insumo cemento SOL:

Ahorro: VNA Alternativa 1 – VNA Modelo del Servicio Terciarizado

Ahorro: S/. 7 708,817.08 - 25 552,071.92

Ahorro: S/. 17 843,254.84

- Alternativa 2:

Ahorro: VNA Alternativa 2 – VNA Modelo del Servicio Terciarizado

Ahorro: S/. 6 313,837.03- 25 552,071.92

Ahorro: S/. 19 238,234.89

- Alternativa 2 con Insumo cemento SOL:

Ahorro: VNA Alternativa 2 – VNA Modelo del Servicio Terciarizado

Ahorro: S/. 6 204,114.23 - 25 552,071.92

Ahorro: S/. 19 347,957.69

## 6.7 BENEFICIO POR LA MEJORA DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN

Como se puede observar en el siguiente cuadro la propuesta de consolidación va alineada al objetivo general:

“Se tiene como objetivo general proponer la consolidación de la Planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado para obras civiles en la mina Inmaculada mediante la técnica de simulación, con el fin de reducir los costos de terciarización, facilitar el proceso productivo integrándola a la cadena de producción, asegurando la calidad productiva e implementando normas de seguridad ocupacional y control ambiental.



**CUADRO Nº 103**  
**CUADRO DE OPTIMIZACION POR INDICADORES DE GESTION**

Indicador de Sección	Indicadores Generales	Número	Indicadores Específicos	Valor Actual	Valor Propuesto	Unidad	Optimización %
Reducción de los costes de terciarización	Cantidad de equipos utilizados	1	Cantidad de equipos utilizados en proyecto.	16.00	11.00	und	31.25%
	Cantidad de trabajadores en proyecto	2	Cantidad de trabajadores.	106.00	52.00	und	50.94%
	Utilización de Horas - Hombre durante proyecto	3	Tiempo utilizado de horas - hombre en proyecto.	371424.00	137280.00	horas	63.04%
	Utilización de Horas - Máquina durante proyecto	4	Tiempo utilizado de horas - máquina en proyecto.	151199.42	91787.35	horas	39.29%
	Gestión de compras de insumo principal: Cemento	5	Coste de cemento Yura v.s. Sol.	3675000.00	3500000.00	soles	4.76%
	Cantidad de combustible a utilizarse en proyecto	6	Cantidad de combustible a utilizarse en proyecto.	1596665.82	969274.39	soles	39.29%

Fuente: Elaboración Propia.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Con esta propuesta de consolidación de la planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, para obras civiles en la mina Inmaculada en la ciudad de Ayacucho se aumentó los niveles de producción de concreto premezclado en un 76% por día y se logró reducir el tiempo de ejecución del proyecto de 12 a 9 meses, integrándola a la cadena productiva de la mina con la probabilidad de implementar esta propuesta en los nuevos proyectos del grupo minero.

**SEGUNDA:** Se describió el diagnóstico situacional del sistema productivo de la contratista. Asimismo, se identificó todos los recursos que son parte de este proyecto, además de conocer las actividades realizadas por cada una de ellas. Luego de analizar la producción y al no realizar ninguna mejora en los procesos no se conseguiría el objetivo de la propuesta de consolidación.

**TERCERA:** Se determinó el costo que representa la contratación del servicio de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, para obras civiles en la mina Inmaculada en la ciudad de Ayacucho mediante la valorización final al término de ejecución del proyecto en 12 meses el cual es de S/. 26 889,129.18.

**CUARTA:** Se implementó el modelo de simulación real actual haciendo uso del software Arena 14.0, el cual permite representarlo y evaluar su problemática, con el fin de buscar alternativas de solución, observando un gran impacto antes de tomar decisiones que se manifiesten y sean llevadas a la realidad.

**QUINTA:** Al establecer el sistema propuesto mediante la técnica de simulación, para mejorar la gestión productiva se propone reducir la cantidad de volquetes a 2 al igual que los camiones mixer a 2 y después mantener todos los equipos tanto en la planta de agregados como en la planta de concretos, con el fin de aumentar la producción diaria y reducir los tiempos ociosos de los recursos.

**SEXTA:** Se consolidó la propuesta de la planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado integrándola a la cadena productiva de la mina Inmaculada. Asimismo, se determinó normas de seguridad ocupacional y de control ambiental.

**SEPTIMA:** Se precisa que al aplicar el método propuesto mediante el modelo de simulación, para la consolidación de la planta de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, para obras civiles en la mina Inmaculada se reducirán los tiempos de producción permitiendo reducir la ejecución del proyecto de doce a nueve meses y generando un ahorro de S/. 19 347,957.69.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** La Compañía minera debe de hacer un mayor estudio al momento de evaluar y contratar a una empresa tercera para brindarle el servicio de extracción, procesamiento y suministro de agregados de concreto premezclado, para obras civiles para la realización de la Planta Minera como es el caso de Inmaculada. Además, de aumentar los niveles de supervisión, control en sus operaciones y así solucionar problemas en sus futuros proyectos y no tener inconvenientes similares.

**SEGUNDA:** Es necesario que en la selección y/o asignación de personal se cumpla con lo establecido en el diseño de cada puesto, ya que, de ésta manera se logre contar con personal competente a fin de lograr la eficiencia operativa del proceso.

**TERCERA:** Se debe capacitar al personal respecto a la seguridad e higiene ocupacional, incidiendo fundamentalmente en el uso de equipos de protección personal, debido a la política de la minera.

**CUARTA:** Es muy importante evaluar a la empresa contratista que se encarga del montaje de encofrados y colocación de acero en las estructuras a vaciar, ya que de esta manera se logra reducir el tiempo con la metodología propuesta de acuerdo a la simulación.

**QUINTA.-** En este proyecto de propuesta de consolidación es necesario tener un camión mixer y un volquete más con sus respectivos operadores, en retén, en el caso de que durante la operación haya una mayor demanda de producción o tal vez una falla de estos equipos.

## BIBLIOGRAFIA

### Artículos:

- ❖ SUÁREZ, J. Técnicas y herramientas para optimizar procesos, disminuir costos y mejorar la rentabilidad de la empresa. Venezuela. Edit. UNEXPO. 2013.
- ❖ UNI. Tecnología del concreto para Residentes, Supervisores y Proyectistas. Lima. S. Edit. 2012.

### Libros:

- ❖ Banco Mundial. Cemento Manufacturero. 2007. Banco Mundial. Pág. 57.
- ❖ CAMACHO, Patricia. Guía Metodológica para el análisis de Cadenas Productivas de Petreos. Ecuador. Edit. Plataforma. 2011.
- ❖ COLOMA, F. (2010). Evaluación social de proyectos de inversión. La Paz. Edit. Asociación Internacional de Fomento. Pag. 85
- ❖ DANFORTH, Richard. Curado del concreto. México. Edit. Limusa. 2009.
- ❖ FERNÁNDEZ, M. II Congreso Iberoamericano de Patología de la Construcción. Venezuela. Mayo del 2011.
- ❖ FERNÁNDEZ, Roger. El Sector Minero en México: Diagnóstico, Prospectiva y Estrategia. México. Edit. Centro de Estudios de Competitividad. Instituto Tecnológico Autónomo de México, ITAM. 2004.
- ❖ Fernández, Roger. El Sector Minero en México: Diagnóstico, Prospectiva y Estrategia. México. Edit. Centro de Estudios de

- Competitividad. Instituto Tecnológico Autónomo de México, ITAM. 2004. Pg. 56.
- ❖ Fundación Mujeres. Consolidación de empresas: la importancia de las redes de empresarias. España. Madrid. Edit. Pirámide. 2009.
  - ❖ GALLEGOS, Héctor. La Naturaleza de los agregados de concreto. Lima. Edit. Talleres Gráficos. 2009.
  - ❖ KOSMATKA, S. & Panarese, W. Diseño y control de mezclas de concreto. Mexico. Edit. Instituto Mexicano de Cemento y del Concreto, A.C. 2010
  - ❖ MARSAL, J. Resistencia y comprensibilidad de enrocamientos y gravas. México. Edit. Universidad Autónoma de México. 2009.
  - ❖ MARTÍNEZ Alier, J. & SCHLUPMAN, K. La ecología y tipos de rocas. México. Fondo de Cultura Económica. 2010.
  - ❖ RIVAS, Enrique. Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima. Edit. ACI. 2012.
  - ❖ SÁNCHEZ, D. Tecnología del concreto y del mortero: Tamaño y capacidad de producción. Colombia. Edit. Bhandar Editores LTDA. 2009.
  - ❖ RODRÍGUEZ. P. Los Recursos Naturales en el Perú. Lima. Edit. Santillana. 2011.

**Manuales:**

- ❖ PAREDES, L. Manual de instalación, equipamiento y tecnología de agregados. Venezuela. Edit. OMEGA. 2010.

- ❖ PORRERO, J., Salas, R., Grases, J., Ramos, C., y Velazco, G.  
Manual de concreto. Venezuela: Edit. SIDETUR. 2009
- ❖ Software Arena 14.00

**Revistas:**

- ❖ CARRIER, T. El concreto en la obra. Revista de Construcción N° 23.  
Bs.As. Edit. Humanitas. 2008. COLOMA, F. Evaluación social de  
proyectos de inversión. La Paz. Edit. Asociación Internacional de  
Fomento.2010
- ❖ INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MONTERREY. "Sistemas de gestión  
ambiental ISO 14000". México. 2009.
- ❖ ONUDI. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
Industrial) Manual de uso de agregados de Concreto en el Sector  
Minero. Bogotá. S. Edit. 2010.
- ❖ ORTIZ, Javier. Estructuras de concreto para mejorar el medio  
ambiente. México. Edit. Instituto Mexicano del Concreto y el Cemento  
A.C. 2009.

**Sitios Web:**

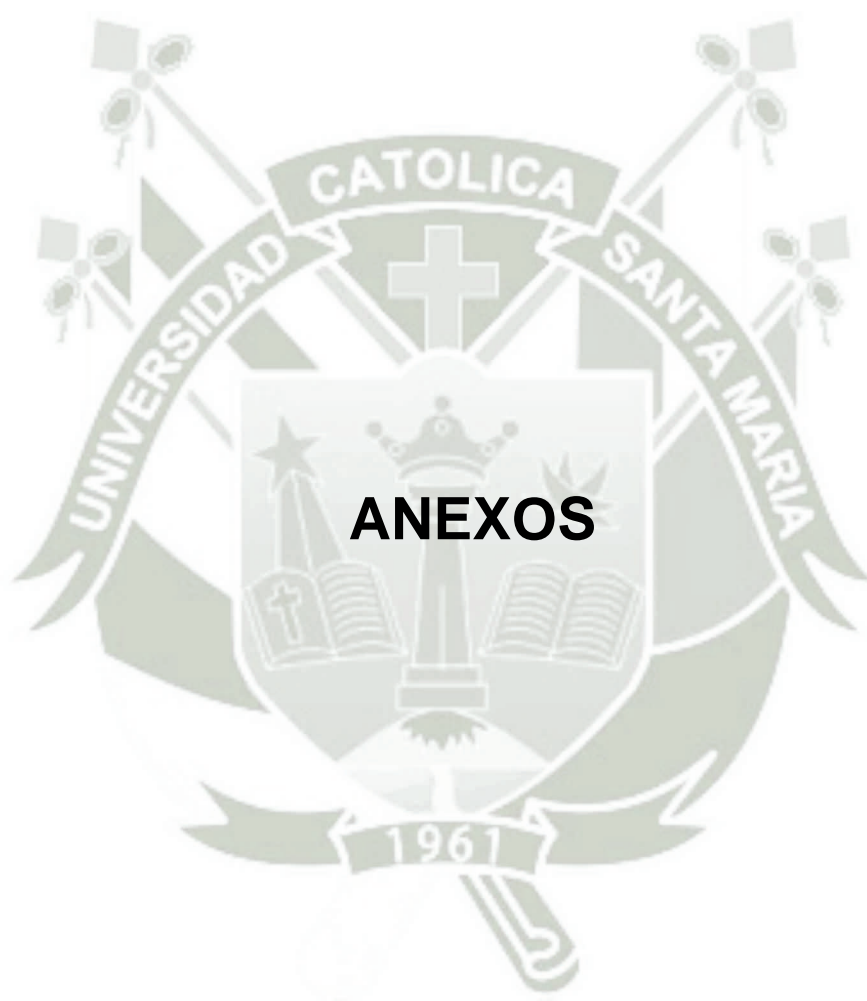
- ❖ Economía y Contabilidad 2007. Terciarizar: ¿Qué es terciarizar?  
Disponible en: <http://economia-liceo.blogspot.pe/2007/04/qu-es-terciarizar.html>
- ❖ Academia.edu, 2012  
[http://www.academia.edu/7707615/ABSORCION\\_Y\\_PESO\\_ESPECIFICO\\_DEL\\_AGREGADO\\_GRUESO\\_I](http://www.academia.edu/7707615/ABSORCION_Y_PESO_ESPECIFICO_DEL_AGREGADO_GRUESO_I)

- ❖ Angulo,2014  
<https://vagosdeunisucre.files.wordpress.com/2012/12/propiedades-quimicas-de-los-agregados-en-el-concreto.pdf>
- ❖ Camprubí, 2011  
[http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/cadena\\_productiva\\_materiales\\_petreos.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/cadena_productiva_materiales_petreos.pdf)
- ❖ CivilGeeks, 2013. <http://civilgeeks.com/2011/12/11/propiedades-principales-del-concreto/>
- ❖ Colombia, 2010  
[http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/lec2/2\\_5.htm#ESFUERZO](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/lec2/2_5.htm#ESFUERZO)
- ❖ FAO, 2010. <http://www.fao.org/contact-us/en/>
- ❖ Fuente: Monografias.com,  
<http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados2.shtml>,  
2011)
- ❖ <http://es.slideshare.net/pepelucholuyoluyo/14-va-semana-rh-rf-rm-rt-re>
- ❖ <http://uva.anahuac.mx/content/catalogo/diplanes/modulos/mod2/simulacion.htm>
- ❖ [http://www.hochschildmining.com/es/servicios\\_sitio/privacidad\\_y\\_cookies](http://www.hochschildmining.com/es/servicios_sitio/privacidad_y_cookies)
- ❖ [https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad\\_de\\_producci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_de_producci%C3%B3n)
- ❖ [https://es.wikipedia.org/wiki/Producci%C3%B3n\\_\(econom%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Producci%C3%B3n_(econom%C3%ADa))
- ❖ [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_producci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_producci%C3%B3n)
- ❖ <https://prezi.com/mzwubjqtaj3u/software-de-simulacion-arena/>

- ❖ ITURRIOZ, Javier. Analisis Coste-beneficio. Diccionario Económico.  
En: <http://www.expansion.com> (23-08-2014)
- ❖ JASON 2009. <http://es.scribd.com/doc/289384779/ASPECTOS-GENERALES-CONSOLIDACION#scribd>, (2009)
- ❖ JASON, <http://es.scribd.com/doc/30870317/Generalidades-y-Materiales-Agregados#scribd>, (2009)
- ❖ Machinery, 2007. <http://molinocolombia.com/Solutions/196.html>
- ❖ Monografías.com, 2013.  
<http://www.monografias.com/trabajos70/control-estadistico-concreto/control-estadistico-concreto.shtml>
- ❖ Negocios, 2014) <http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>
- ❖ Net360.pe, 2010) <http://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones-snmpe/informes-quincenales/sector-minero/tajo-abierto-y-socavon-actualizado-octubre-2011.html>
- ❖ Prezi Inc., 2014) <https://prezi.com/mzwubjqtaj3u/software-de-simulacion-arena/>
- ❖ Rockwell Automation, 2015) <https://www.arenasimulation.com/>
- ❖ Recursos minerales estimados de Hochschild Mining PLC.
- ❖ ResearchGate, 2008  
[https://www.researchgate.net/publication/33422447\\_Propiedades\\_fisicas\\_y\\_mecanicas\\_de\\_los\\_agregados\\_reciclados\\_de\\_concreto](https://www.researchgate.net/publication/33422447_Propiedades_fisicas_y_mecanicas_de_los_agregados_reciclados_de_concreto).

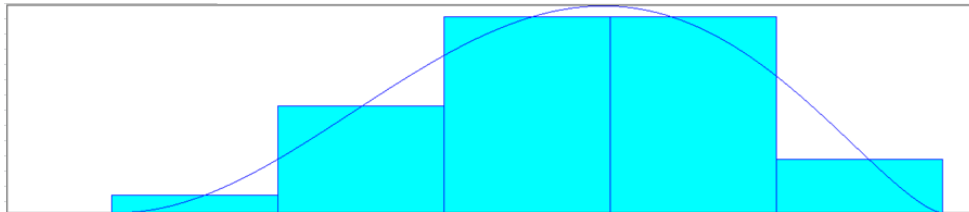
- ❖ S.L., 2015 <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-simulacion-como-herramienta-optimizacion-investigacion-13095097>.
- ❖ Tarbuck, 2013. <http://www.geologia.uchile.cl/las-rocas-y-sus-procesos-de-formacion>
- ❖ thefreedictionary, 2013 <http://es.thefreedictionary.com/suministrar>
- ❖ Unión de Concreteras S.A., 2013.  
<http://www.unicon.com.pe/principal/categoria/lanzado-via-humeda-shotcrete/126/c-126>
- ❖ WORDPRESS.ORG, 2013. <http://definicion.de/explotacion/>  
definicion.mx, 2012. <http://definicion.mx/proceso/>





### ANEXO N° 1 – ANALISIS DE DATOS

- X2: Tiempo de carguío de la excavadora 349DL.



```

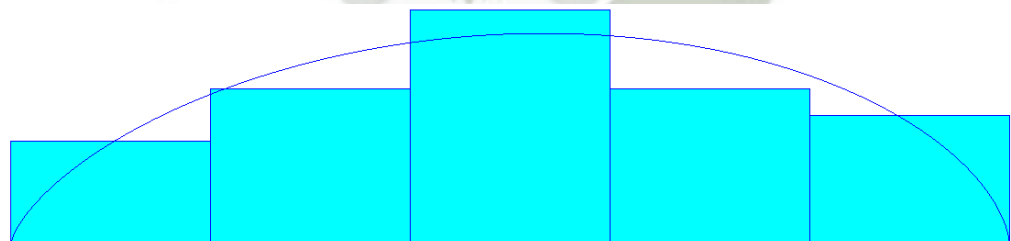
Distribution Summary
Distribution:      Beta
Expression:      10 + 4 * BETA(3.17, 2.5)
Square Error:    0.000971

Chi Square Test
Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 0.0644
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.126
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary
Number of Data Points = 32
Min Data Value = 10.3
Max Data Value = 13.8
    
```

- X3: Tiempo de ida de la excavadora 349DL.



```

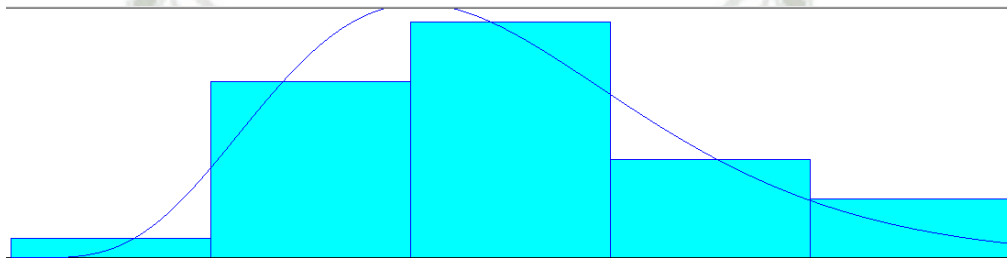
Distribution Summary
Distribution: Beta
Expression: 87.5 + 5.48 * BETA(1.66, 1.58)
Square Error: 0.004888

Chi Square Test
Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 0.488
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0825
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary
Number of Data Points = 30
Min Data Value = 88
Max Data Value = 92.7
    
```

- X4: Tiempo de descargado del cucharón de la excavadora 349DL.



```

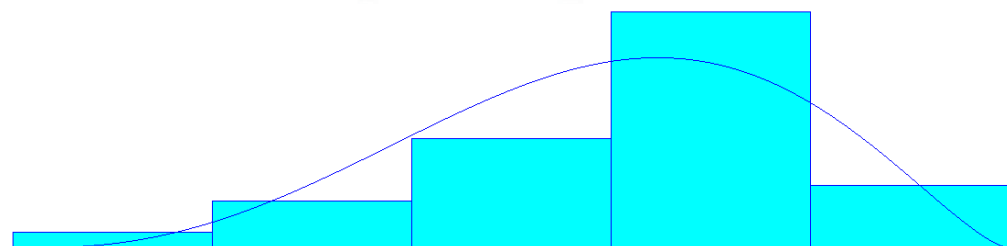
Distribution Summary
Distribution: Gamma
Expression: 10.3 + GAMM(0.323, 6.13)
Square Error: 0.003690

Chi Square Test
Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 0.309
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.103
Corresponding p-value > 0.15

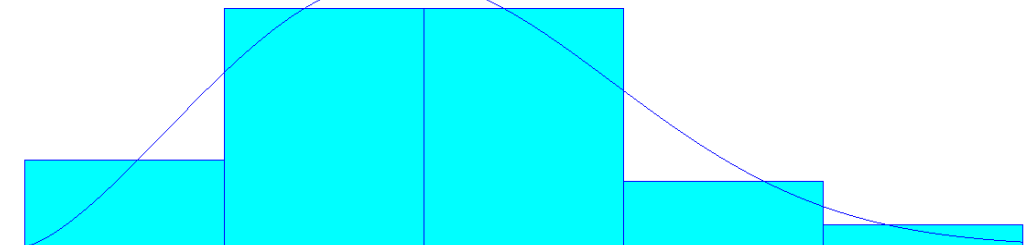
Data Summary
Number of Data Points = 30
Min Data Value = 10.7
Max Data Value = 14.1
    
```

- X5: Tiempo de regreso de la excavadora 349DL.



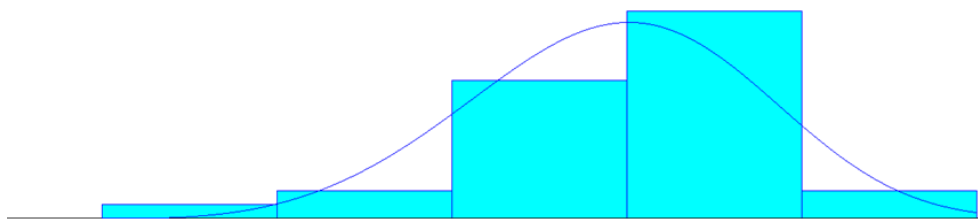
Distribution Summary	
Distribution:	Beta
Expression:	$50.1 + 7.71 * \text{BETA}(3.74, 2.5)$
Square Error:	0.026167
Chi Square Test	
Number of intervals	= 2
Degrees of freedom	= -1
Test Statistic	= 2.66
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.144
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 50.7
Max Data Value	= 57.1

- X7: Tiempo de Zarandeo.



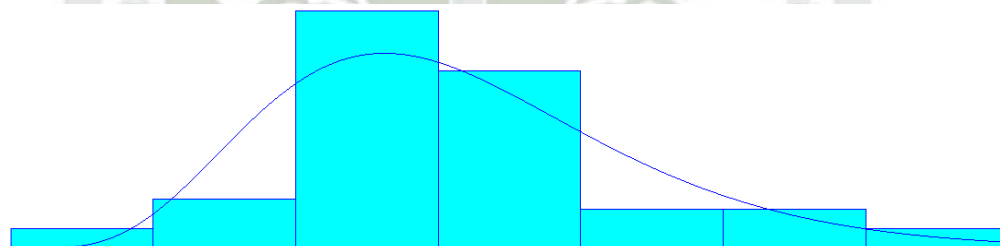
Distribution Summary	
Distribution:	Weibull
Expression:	$27.2 + \text{WEIB}(3.62, 2.4)$
Square Error:	0.002514
Chi Square Test	
Number of intervals	= 3
Degrees of freedom	= 0
Test Statistic	= 0.27
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.166
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 27.8
Max Data Value	= 34.2

- X9: Tiempo de carguío del cargador frontal CAT 966H.



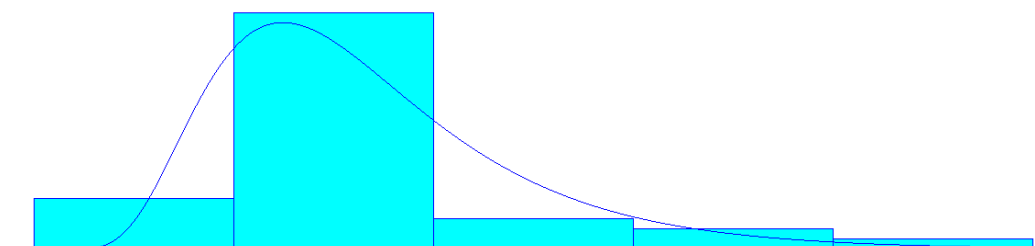
Distribution Summary	
Distribution:	Weibull
Expression:	$31.2 + WEIB(4.22, 4.02)$
Square Error:	0.021685
Chi Square Test	
Number of intervals	= 2
Degrees of freedom	= -1
Test Statistic	= 2.1
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.21
Corresponding p-value	= 0.127
Data Summary	
Number of Data Points	= 30
Min Data Value	= 31.7
Max Data Value	= 37.1

- X10: Tiempo de ida de cargador frontal CAT 966H.



Distribution Summary	
Distribution:	Erlang
Expression:	$11.2 + ERLA(0.312, 6)$
Square Error:	0.022735
Chi Square Test	
Number of intervals	= 4
Degrees of freedom	= 1
Test Statistic	= 6.05
Corresponding p-value	= 0.0155
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.127
Corresponding p-value	> 0.15
Data Summary	
Number of Data Points	= 59
Min Data Value	= 11.6
Max Data Value	= 15.1

- X11: Tiempo de descarga de cargador frontal CAT 966H.



```

Distribution Summary

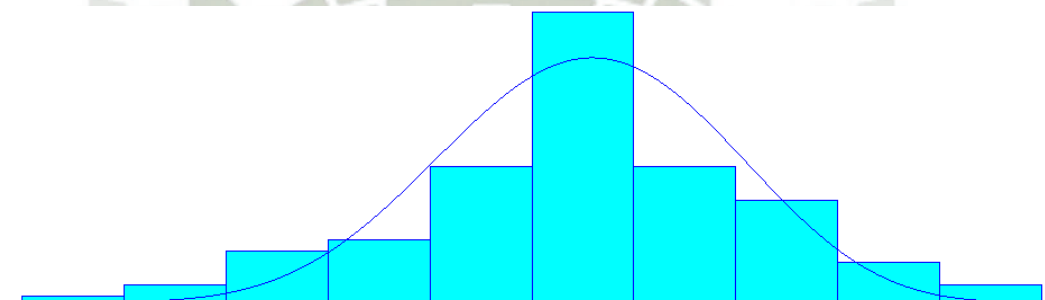
Distribution:  Lognormal
Expression:   9.16 + LOGN(1.26, 0.591)
Square Error: 0.029268

Chi Square Test
Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 4.31
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.131
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary
Number of Data Points = 34
Min Data Value = 9.48
Max Data Value = 12.6
    
```

- X12: Tiempo de regreso de cargador frontal CAT 966H.



```

Distribution Summary

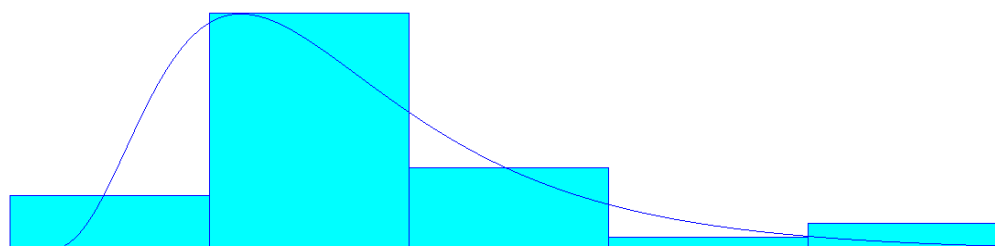
Distribution:  Beta
Expression:   5.47 + 5.01 * BETA(9.91, 8.32)
Square Error: 0.014829

Chi Square Test
Number of intervals = 5
Degrees of freedom = 2
Test Statistic = 9.51
Corresponding p-value = 0.00893

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.0829
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary
Number of Data Points = 151
Min Data Value = 5.89
Max Data Value = 10.1
    
```

- X13: Tiempo de carguío del Volquete.



```

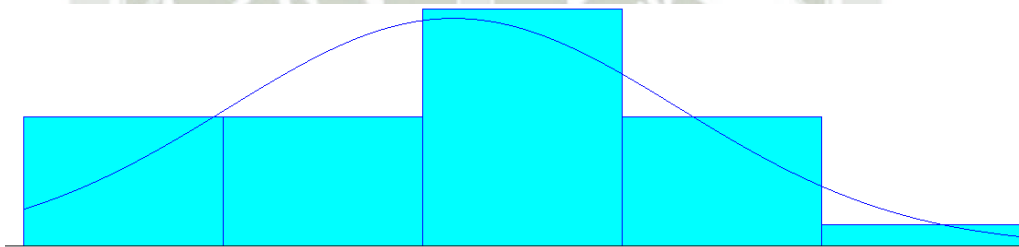
Distribution Summary
Distribution:  Lognormal
Expression:   9.65 + LOGN(0.987, 0.561)
Square Error: 0.016207

Chi Square Test
Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 1.3
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.11
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary
Number of Data Points = 30
Min Data Value = 9.89
Max Data Value = 12.2
    
```

- X14: Tiempo de ida del volquete a planta de concreto.



```

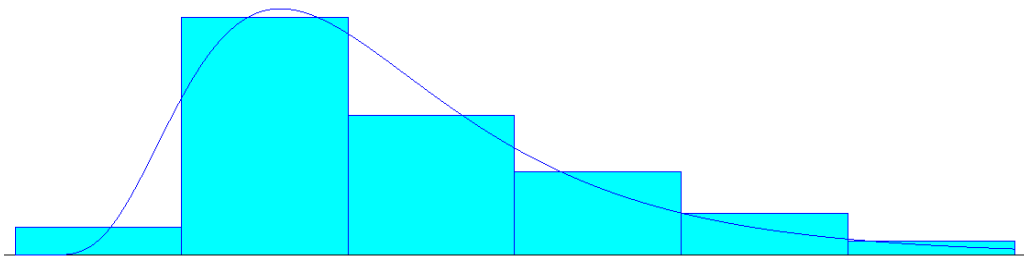
Distribution Summary
Distribution:  Normal
Expression:   NORM(12.3, 0.678)
Square Error: 0.016358

Chi Square Test
Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 0.283
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test
Test Statistic = 0.126
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary
Number of Data Points = 30
Min Data Value = 11
Max Data Value = 13.8
    
```

- X15: Tiempo de descarga del volquete en planta de concreto.



Distribution: Lognormal  
 Expression:  $9.16 + \text{LOGN}(1.43, 0.746)$   
 Square Error: 0.004182

Chi Square Test  
 Number of intervals = 3  
 Degrees of freedom = 0  
 Test Statistic = 1.09  
 Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test  
 Test Statistic = 0.094  
 Corresponding p-value > 0.15

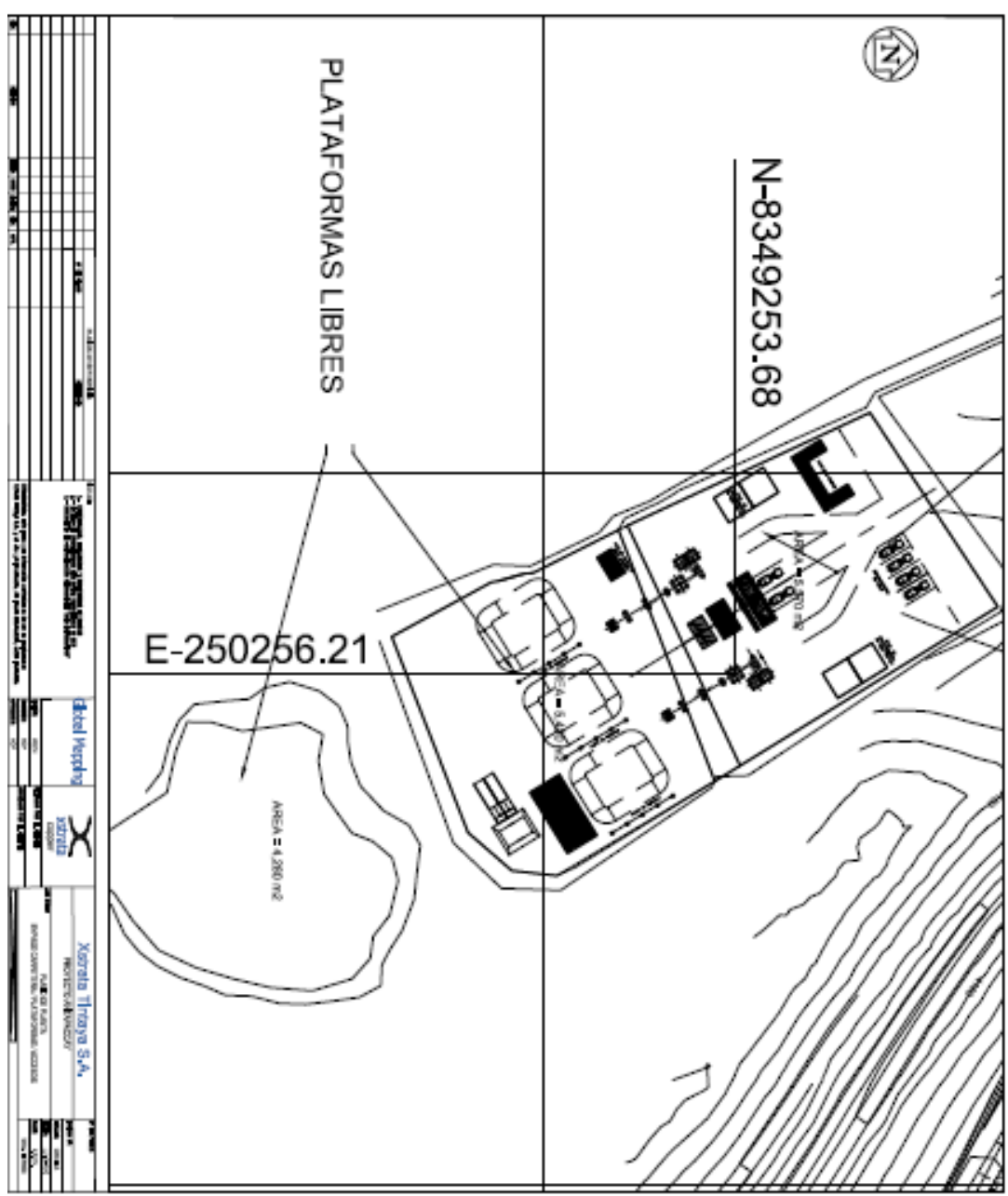
Data Summary

Number of Data Points = 39  
 Min Data Value = 9.48  
 Max Data Value = 12.6  
 Sample Mean = 10.6  
 Sample Std Dev = 0.692

ANEXO Nº 2

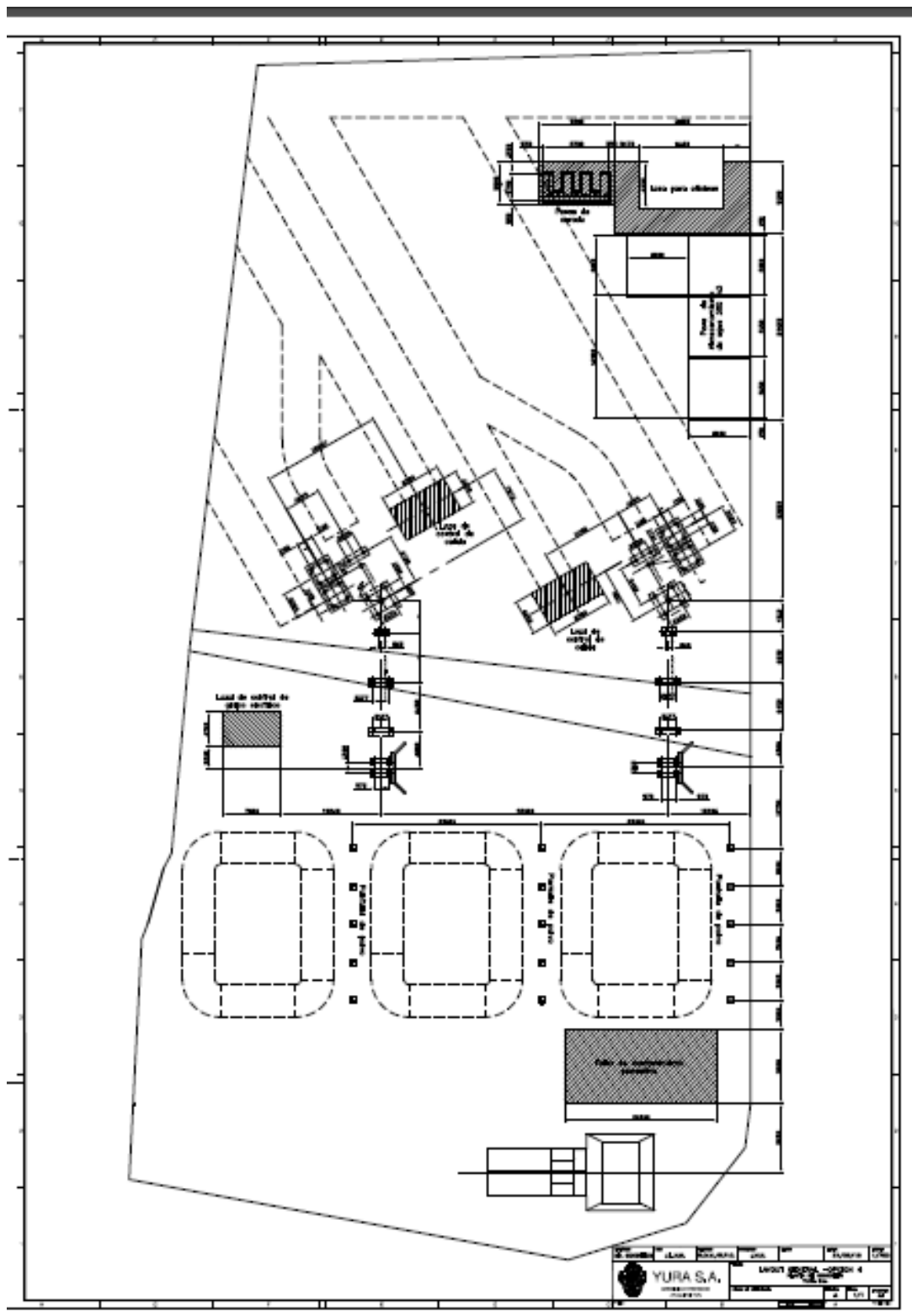
PLANOS

PLANO DE UBICACIÓN DE PLANTA





### PLANO UBICACIÓN DE BASES





### POZA DE CURADO

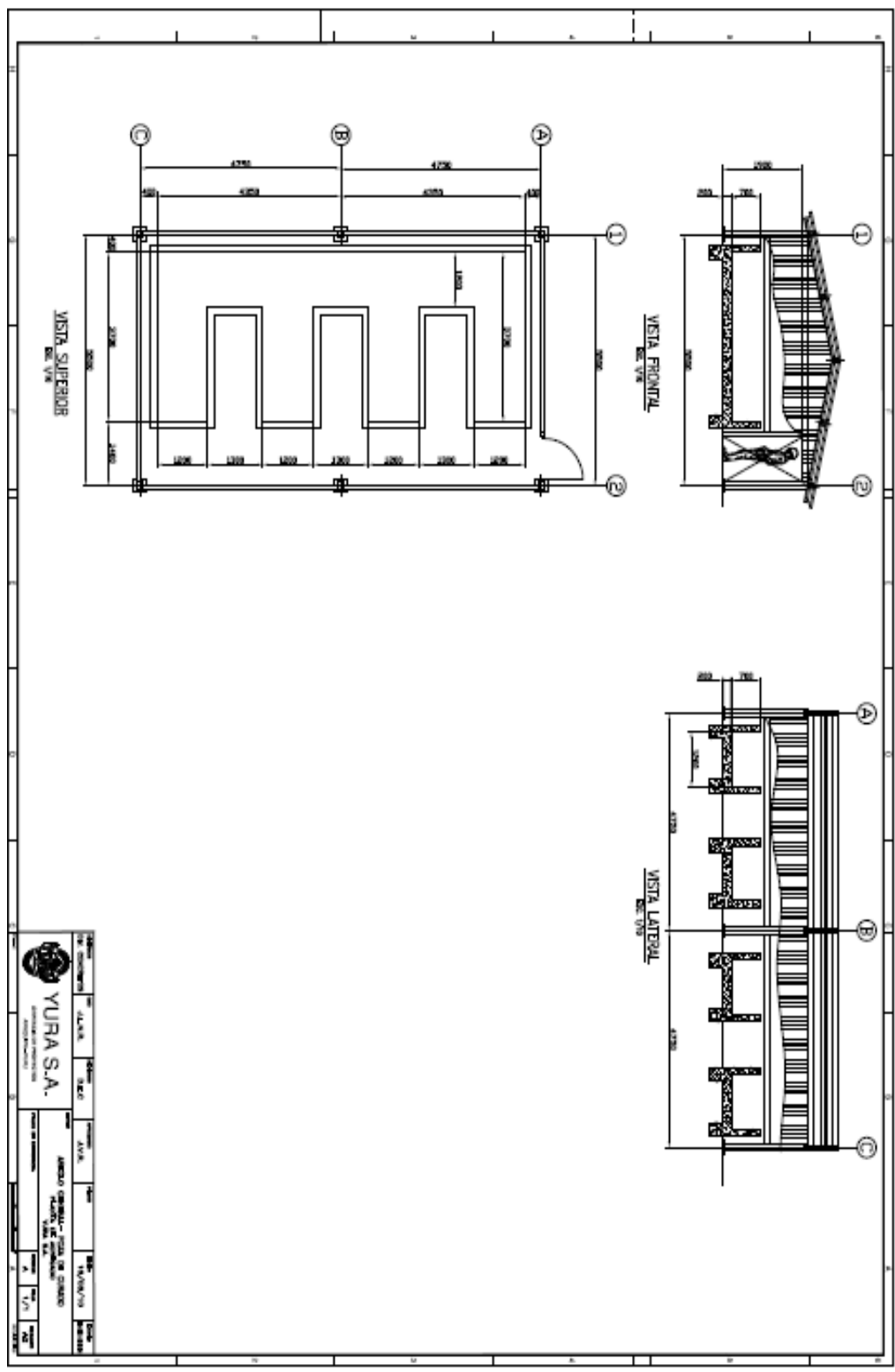
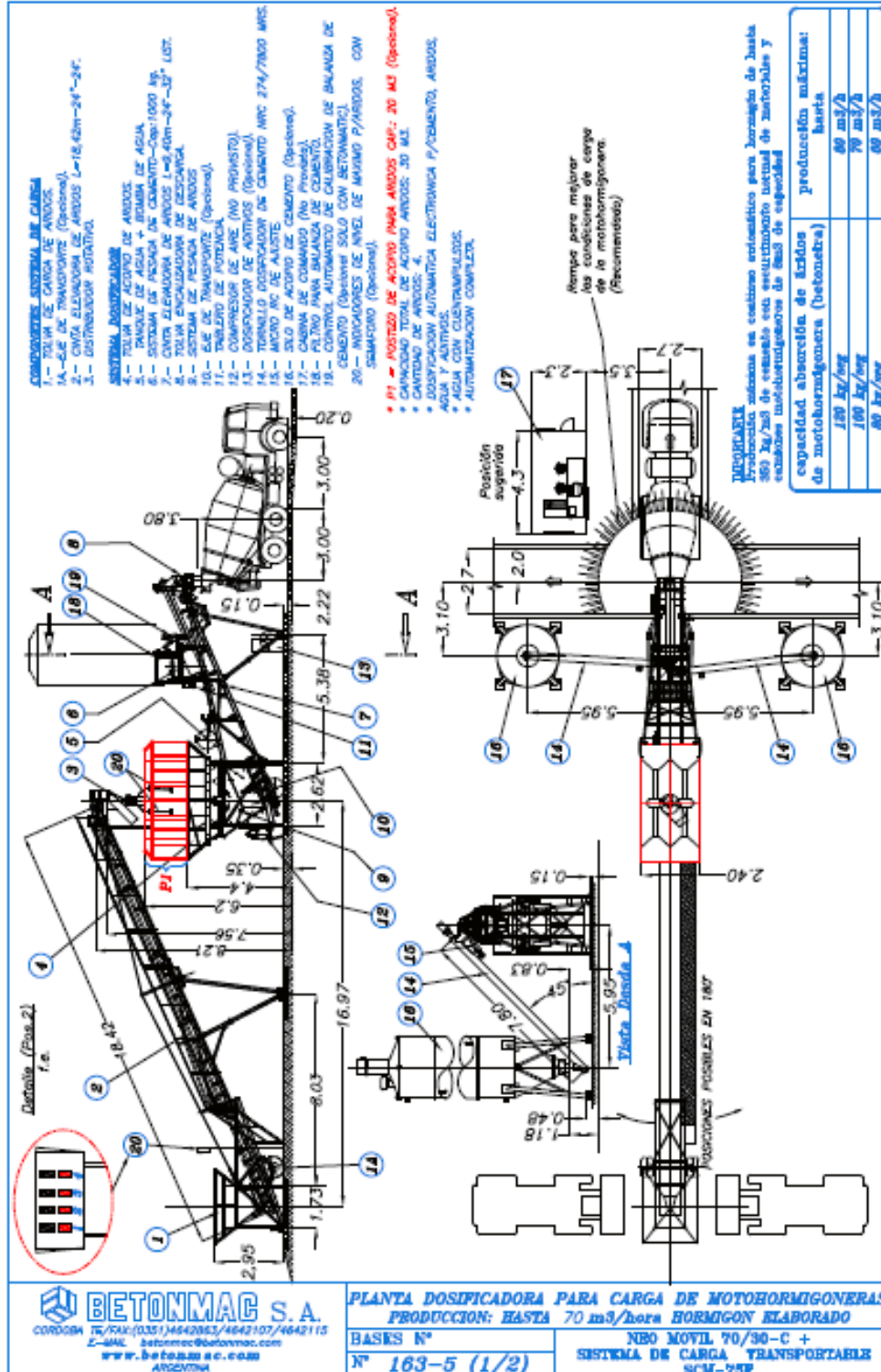


DIAGRAMA PLANTA DOSIFICADORA DE MOTOHORMIGONERAS

ESC. 1:200

16-11-10 (REV. 07-03-11) Diag. N°: 163-5 (1/2)



DIMENSIONES DE TRANSPORTE

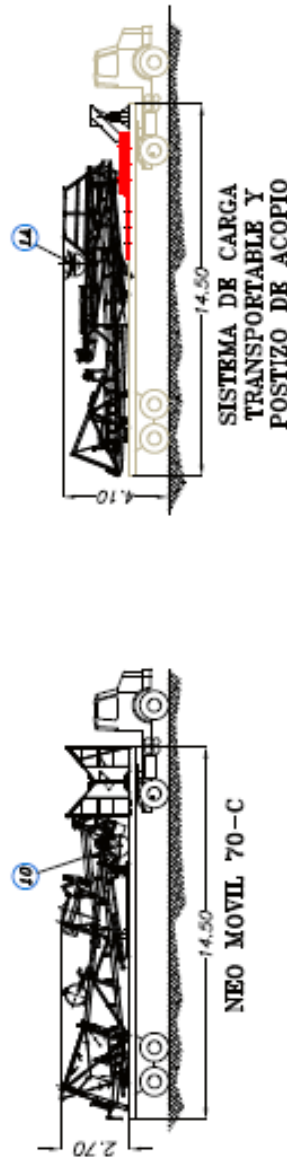
ESC. 1:200

Diag. N°: 163-5 (2/2)

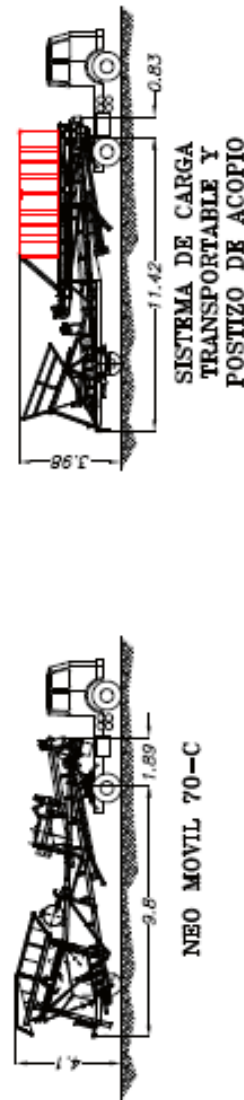
16-11-10 (REV. 07-03-11)

DIMENSIONES DE TRANSPORTE

TRANSPORTE SOBRE CAMION SEMIRREMOLQUE



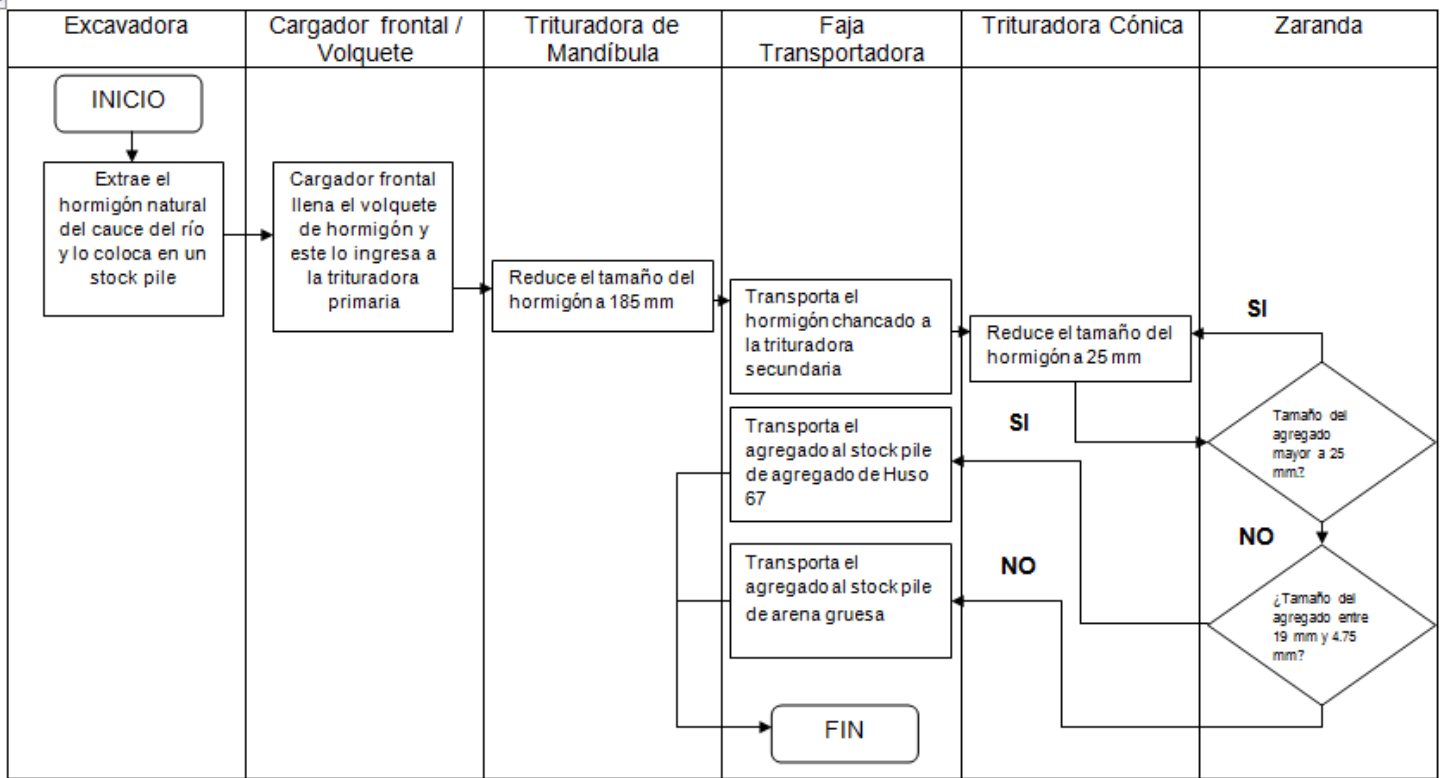
TRANSPORTE CON CAMION TRACTOR



**BETONMAC S.A.**  
CORDOBA TEL/FAX: (0351) 4642062/4642107/4642115  
E-MAIL: betonmac@betonmac.com  
www.betonmac.com  
ARCOVOTINA

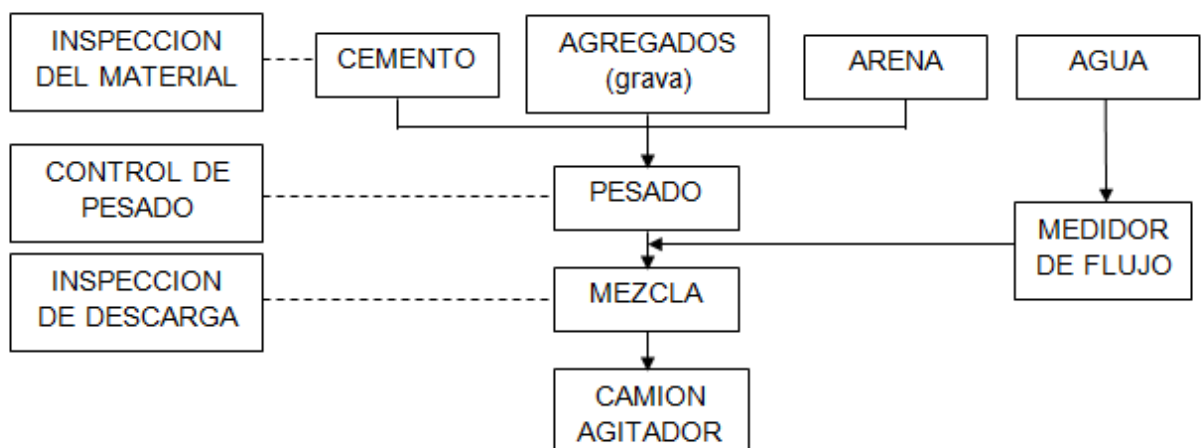
PLANTA DOSIFICADORA PARA CARGA DE MOTOHORMIGONERAS  
PRODUCCION: HASTA 70 m<sup>3</sup>/hora HORMIGON ELABORADO  
BASES N° NEO MOVIL 70/90-C +  
N° 163-5 (2/2) SISTEMA DE CARGA TRANSPORTABLE  
SCM-75P

**Diagrama de Flujo del Proceso Productivo de Agregados**





Elaboración Propia

**Diagrama de Flujo del Proceso Productivo de Concreto Premezclado**



Elaboración Propia.

	Diagrama de proceso	Descripción	Foto										
1	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 15%;"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Ensayo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Agua, Aditivo, Cemento</td> <td>Certificado de Calidad del Proveedor</td> </tr> <tr> <td>Agregados</td> <td>Análisis Granulométrico y de Fines / Malla 200 / Humedad / P. Específicos / P. Absorción / P. Unitario ASTM C-33</td> </tr> </tbody> </table> <div style="width: 60%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planta <del>Concrete</del></li> <li>✓ Cargador Frontal</li> <li>✓ Silos</li> </ul> </div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 15%;"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Ensayo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto premezclado</td> <td>Temperatura / Asentamiento / Contenido de Aire / Curado / Densidad / Resistencia/ ASTM C-94</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>✓ Agua</p> <p>✓ Aditivo</p> <p>✓ Agregado</p> <p>✓ Cemento</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>✓ Jefe Planta</p> <p>✓ Operador de Planta</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>Producción de concreto Premezclado</b></p> <p>Concreto premezclado</p> </div>	Material	Ensayo	Agua, Aditivo, Cemento	Certificado de Calidad del Proveedor	Agregados	Análisis Granulométrico y de Fines / Malla 200 / Humedad / P. Específicos / P. Absorción / P. Unitario ASTM C-33	Material	Ensayo	Concreto premezclado	Temperatura / Asentamiento / Contenido de Aire / Curado / Densidad / Resistencia/ ASTM C-94	<p>El proceso de producción de concreto premezclado se realiza bajo condiciones controladas, de manera tal que se asegura que el concreto cumpla con los estándares mundiales de la calidad (ASTMC94) y se asegura la alta calidad del producto.</p>	
Material	Ensayo												
Agua, Aditivo, Cemento	Certificado de Calidad del Proveedor												
Agregados	Análisis Granulométrico y de Fines / Malla 200 / Humedad / P. Específicos / P. Absorción / P. Unitario ASTM C-33												
Material	Ensayo												
Concreto premezclado	Temperatura / Asentamiento / Contenido de Aire / Curado / Densidad / Resistencia/ ASTM C-94												

2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 15%;"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Ensayo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Fresco</td> <td>Muestra mínima 2 porciones Mínimo 15 minutos Mínimo 28 litros (resistencia)</td> </tr> </tbody> </table> <div style="width: 60%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recipiente no absorbente de capacidad &gt; 28 litros</li> <li>✓ Palas</li> <li>✓ Cucharones</li> <li>✓ Tamices estándar</li> </ul> </div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 15%;"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Ensayo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto fresco</td> <td>1. Determinación de la temperatura NTP 229.124 ASTM C 1064. 2. Asentamiento con el cono de Abrams NTP 229.025 ASTM C 143. 3. Peso unitario y rendimiento NTP 229.046 ASTM C 138. 4. Contenido de aire Método Presión NTP 229.082 ASTM C 231 y Método Volumétrico NTP 229.081 ASTM C 172. 5. Elaboración de probetas en obra.</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>Concreto premezclado</p> <p><b>Muestreo de Concreto Fresco</b></p> <p>Concreto fresco</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>✓ Técnico de Calidad</p> <p>✓ Operador de Planta</p> </div>	Material	Ensayo	Concreto Fresco	Muestra mínima 2 porciones Mínimo 15 minutos Mínimo 28 litros (resistencia)	Material	Ensayo	Concreto fresco	1. Determinación de la temperatura NTP 229.124 ASTM C 1064. 2. Asentamiento con el cono de Abrams NTP 229.025 ASTM C 143. 3. Peso unitario y rendimiento NTP 229.046 ASTM C 138. 4. Contenido de aire Método Presión NTP 229.082 ASTM C 231 y Método Volumétrico NTP 229.081 ASTM C 172. 5. Elaboración de probetas en obra.	<p>Para realizar el muestreo del concreto fresco producido se debe humedecer los equipos, ya que es de alta importancia, para realizar los respectivos ensayos, para verificar la calidad del producto elaborado y del cumplimiento de acuerdo a la normatividad en la elaboración del concreto premezclado.</p>	
Material	Ensayo										
Concreto Fresco	Muestra mínima 2 porciones Mínimo 15 minutos Mínimo 28 litros (resistencia)										
Material	Ensayo										
Concreto fresco	1. Determinación de la temperatura NTP 229.124 ASTM C 1064. 2. Asentamiento con el cono de Abrams NTP 229.025 ASTM C 143. 3. Peso unitario y rendimiento NTP 229.046 ASTM C 138. 4. Contenido de aire Método Presión NTP 229.082 ASTM C 231 y Método Volumétrico NTP 229.081 ASTM C 172. 5. Elaboración de probetas en obra.										

2.1

Material	Ensayo
Concreto Fresco	Muestra mínima 2 porciones Máximo 15 minutos Mínimo 28 libras (resistencia)

- ✓ Recipiente no absorbente de capacidad > 28 litros
- ✓ Palas
- ✓ Termómetro para concreto

Material	Ensayo
Concreto fresco	1. Determinación de la temperatura NTP 229.184 ASTM C 1064

- ✓ Técnico de Calidad
- ✓ Operador de Planta

Al momento de remover el concreto con una pala y al obtener la homogeneidad del mismo se procede a insertar el termómetro. Asimismo, este debe ser recubierto toda la parte metálica para obtener una medida real de la temperatura del concreto elaborado. Para realizar este procedimiento se tiene 5 minutos después de obtener la muestra de concreto en el recipiente no absorbente. Las temperaturas extremas < a 7 y > 32°C tienden a presentar problemas.

2.2

Material	Ensayo
Concreto Fresco	Muestra mínima 2 porciones Máximo 15 minutos Mínimo 28 libras (resistencia)

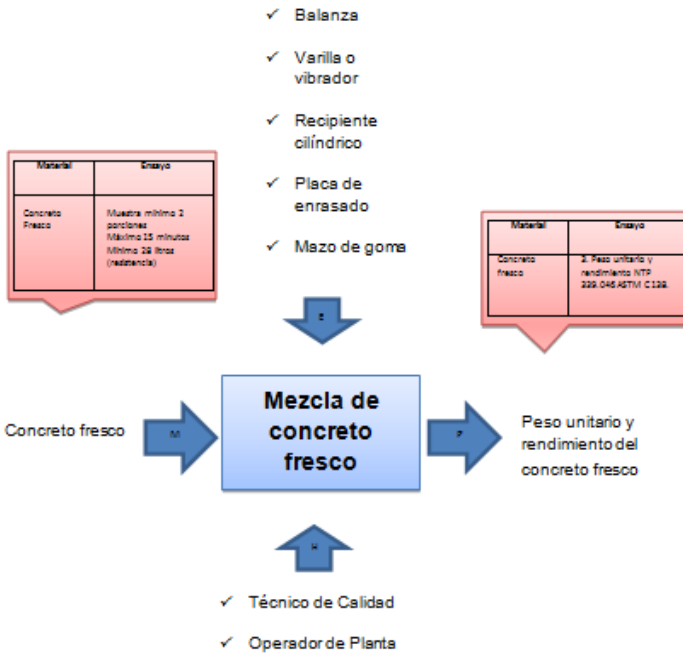
- ✓ Cono de Abrams
- ✓ Barra compactadora
- ✓ Flexómetro
- ✓ Cucharones

Material	Ensayo
Concreto fresco	2. Asentamiento con el cono de Abrams NTP 229.025 ASTM C 143

- ✓ Técnico de Calidad
- ✓ Operador de Planta

En este procedimiento se procede a subdividir el cono de Abrams en tres partes se echa el concreto en la primera capa dando 20 chuceadas con la barra compactadora y asimismo en las tres capas. En la tercera capa se procede a enrasar con la barra compactadora a posición horizontal, esto debe durar hasta 2 minutos. Se procede a levantar el cono y se mide con el flexómetro desde 1/2" hasta 9" de acuerdo al requerimiento del cliente.

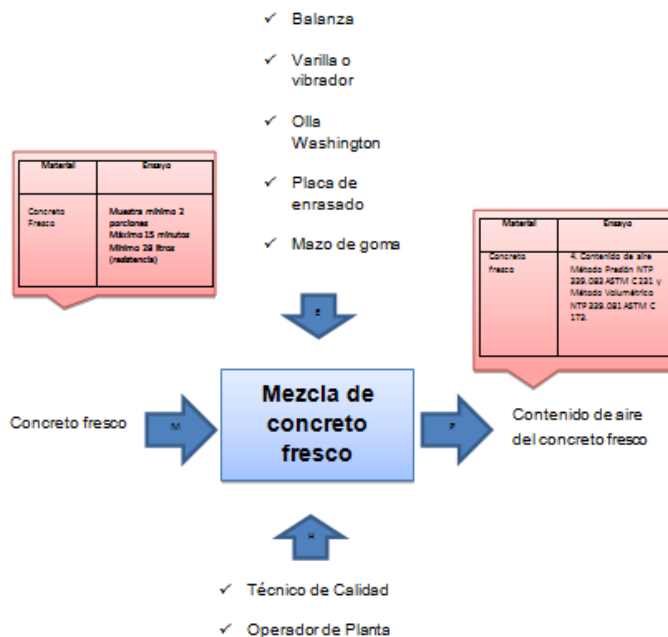
2.3



En este procedimiento se debe conocer el volumen del recipiente. Se debe determinar el peso del recipiente vacío en Kg. Y humedecerlo. Seguidamente llenar y compactar en tres capas de igual volumen, en la tercera capa sobrellenar el recipiente. Enrasar la superficie del concreto y dar un acabado suave con la placa de enrasado. Limpiar completamente el exterior del recipiente y determinar el peso del recipiente lleno de concreto. El peso unitario está entre 2240 y 2460 Kg/m<sup>3</sup>.



2.4



Es el de mayor uso y sirve para determinar el contenido de aire de concretos con agregados densos y relativamente densos ocupa del 1 al 3% del volumen de la mezcla. Está en función de las proporciones, las características físicas de los agregados y del método de compactación. En algunas condiciones se incorpora aire adicional para mejorar la durabilidad. La inclusión de aire es necesaria en concreto que estará expuesto a ciclos de congelación y deshielo o a químicos descongelantes.



3

Material	Ensayo
Concreto fresco	Muestra mínima 2 porciones Máximo 15 minutos Mínimo 28 días (resistencia)

- ✓ Moldes cilíndricos
- ✓ Vanilla
- ✓ Mazo de goma
- ✓ Pala
- ✓ Plancha de albañil
- ✓ Regla para enrasar
- ✓ Carretilla para muestreo y remezclado
- ✓ Aceite mineral desmoldante


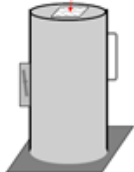
Concreto fresco → Mezcla de concreto fresco → Elaboración de probetas con concreto fresco

Material	Ensayo
Concreto fresco	5. Elaboración de probetas en obra

✓ Técnico de Calidad  
 ✓ Operador de Planta

Colocar los moldes en una superficie nivelada, libre de vibraciones, tránsito vehicular o peatonal, y evitando la exposición directa al sol. Los moldes deben estar limpios y cubiertos con aceite mineral (desmoldante). Humedecer todas las herramientas. Llenar y compactar simultáneamente en todos los moldes en tres capas. Evitar segregación. Utilizar un cucharón pequeño (1/2 l). Distribuir el material uniformemente alrededor del perímetro del molde

Llenar y compactar en tres capas iguales. Llenar en exceso la última capa 25 golpes con la varilla penetrar 2.5 cm (1") en la capa anterior 10 a 15 golpes laterales con el mazo de goma. Enrasar la superficie Identificar los especímenes y proteger, para evitar la evaporación (Curado inicial).

4

Material	Ensayo
Concreto fresco y endurecido	Curado de probetas



- ✓ Caldero

Probetas con concreto → Curado → Probetas de concreto curadas

Material	Ensayo
Concreto endurecido	Resistencia a compresión ASTM C39

✓ Jefe de planta  
 ✓ Técnico de calidad

Las probetas que evalúan la calidad del concreto se desmoldan antes de las 48 h después de moldeadas. Máximo en 30 min después de desmoldar, colocar las probetas en una solución de agua de cal 3 g/l. El propósito del curado húmedo es para maximizar la hidratación del cemento. Si se envía probetas a un laboratorio lejano estas no deben ser transportadas por más de 4 h. Los cilindros deben ser amortiguados durante el transporte y manipulados con cuidado en todo momento, pueden perder 7% de la resistencia.

5

Material	Ensayo
Concreto endurecido	A la Compresión

✓ Prensa para ensayo de resistencia a la compresión

↓ E ↓

Material	Ensayo
Concreto endurecido	Resistencia a compresión NTP 339 034 ASTM C-39



✓ Probetas con concreto endurecido → M → **Resistencia a la compresión** → P → Probetas de concreto ensayadas

↑ H ↑

✓ Jefe de planta  
✓ Técnico de calidad

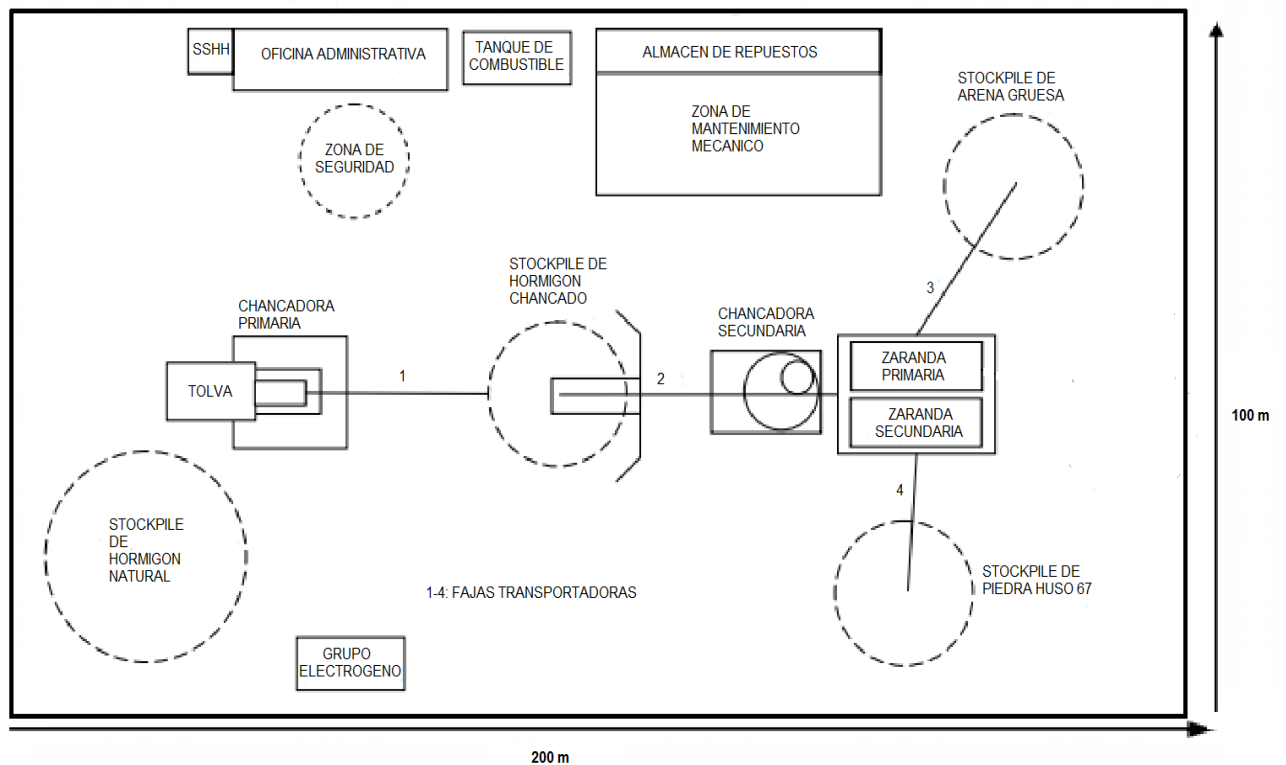
Es la medida más común de desempeño que usan los ingenieros para diseñar cualquier estructura. Los resultados de pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para evaluar el cumplimiento del concreto suministrado con la resistencia especificada  $f_c$ .

Por definición un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de dos probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, ensayados a los 28 días. Para conseguir una distribución uniforme de la carga: Se refrentan con mortero de azufre o con tapas de almohadillas de neopreno. Limpiar las superficies de los bloques superior e inferior y ambos lados de la probeta. Centrar las probetas en la máquina de ensayo. Aplicar la carga en forma continua y constante. En el rango de 14 a 34 MPa/s durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de falla.



### DIAGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE AGREGADOS

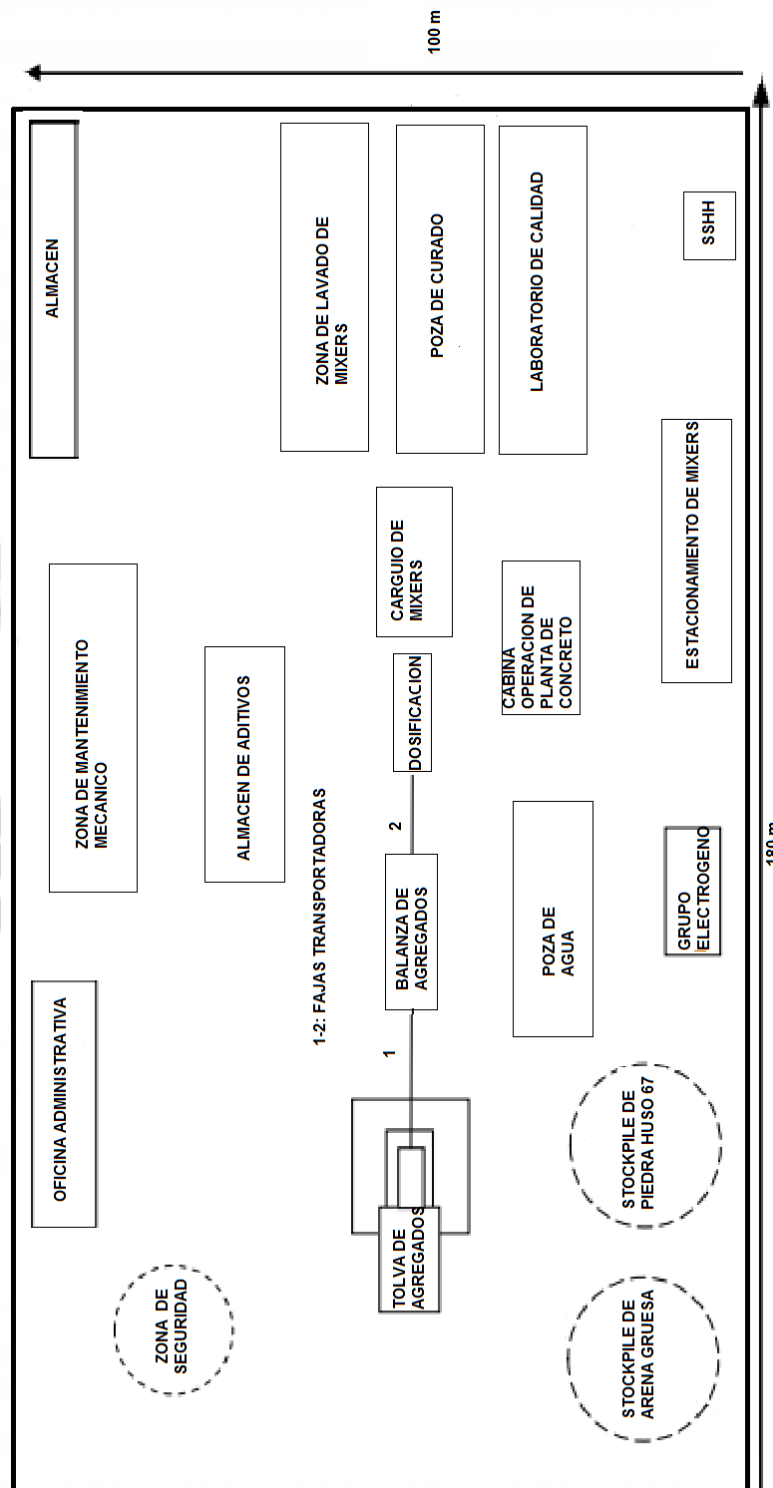


200 m

100 m

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE CONCRETO



Fuente: Elaboración Propia