

FALCUTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA PARA LA
PRODUCCIÓN DE MINERALES DE CONSTRUCCION PARA UN
PLAN NACIONAL DE VIVIENDAS, PROPUESTO POR LA CVC
CON BASE A LA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA DE 200.000 POR
AÑO”.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
Presentado ante la
UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
Como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR

GABRIELA ALEJANDRA PENAGOS TAPIAS

GERARDINE ESTEFANY ZAMBRANO CORRALES

PROFESOR GUIA

ING. EDUARDO MADRIGAL

FECHA

7 DE JULIO DEL 2017

FALCUTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**“REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA PARA LA
PRODUCCIÓN DE MINERALES DE CONSTRUCCION PARA UN
PLAN NACIONAL DE VIVIENDAS, PROPUESTO POR LA CVC
CON BASE A LA TIPOLOGÍA DE VIVIENDA DE 200.000 POR
AÑO”.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
Presentado ante la
UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
Como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR

GABRIELA ALEJANDRA PENAGOS TAPIAS

GERARDINE ESTEFANY ZAMBRANO CORRALES

PROFESOR GUIA

ING. EDUARDO MADRIGAL

FECHA

7 DE JULIO DEL 201

Agradecimientos Gabriela Penagos

A mi madre Maria Tapias por ser mi pilar a lo largo de mi vida, en su memoria la culminación de esta meta.

A mi padre Miguel Penagos por su compañía y apoyo a lo largo de mi vida.

A mi abuela Yolanda Vence por su comprensión y amor incondicional siempre.

A mi hermano Miguel Penagos por ser mi motivación a ser cada día mejor.

A Miguel Gonzalez, mas que mi novio mi amigo y mi cómplice, por su apoyo incondicional.

A mi tía Sixta Tapias por su amor sincero e incondicional, nuestras largas conversaciones que me ayudaron a ser quien soy hoy en día.

Al resto de mi familia por su comprensión y apoyo a lo largo de mi carrera.

A Lisseth Suárez y toda la oficina de cooperación económica estudiantil por brindarme una beca que me permitiera culminar mis estudios.

Al Ing. Alonso VeraLupi por sus sabias palabras de aliento y su colaboración en la realización de este logro.

A nuestro tutor el Ing. Eduardo Madrigal por prepararnos no solo para un TEG sino para la vida.

A la Universidad Católica Andrés Bello, mi alama mater, por formarme como un futuro profesional integral.

A Dios por darme fortaleza para superar cada uno de los obstáculos de mi vida y culminar esta meta.

Agradecimientos Gerardine Zambrano

Primeramente doy Gracias a Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, por brindarme una vida llena de alegrías y aprendizaje, permitiéndome vivir una muy grata experiencia en mi etapa universitaria.

Agradecer en segundo lugar a mis padres. A mi Papi por cada palabra de aliento que me llenaba de fuerzas y esperanzas y a mi Mami por todos sus consejos para comer bien, sobre todo “los palos de espinacas y berros” para que mi cerebro funcionara bien, y a mi hermano por brindarme tanta ternura y sonrisas. Mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Agradezco a mi novio guapo, Anthony Cárdenas por apoyarme y acompañarme en cada triunfo o caída durante el ciclo universitario y porque siempre con mucha paciencia y amor me ayudaste a solucionar lo imposible. El representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio, eres mi gran apoyo cielo. Te Amo.

Agradecer Enormemente a mi Familia en general por ser parte de este logro, ya que todos con su granito de arena me ayudaron a llegar a la cima, en ello incluyo a mis suegros, mis tías y las tías Yaurilly y Jenny por ser tan especiales conmigo. Los quiero a todos.

Agradecer a mis amigos y compañeros por todas esas luchas y trasnochos que vivimos juntos, porque ingeniería Civil no se estudia solo, quisiera mencionarlos a todos pero no me alcanzaran las hojas, desde el comienzo Jorge .S, Javier .O, Ivania .D y Mama, Carlos .D, Jesús .T, Karina .M, Viviana .P, Brayhann .R, Gabriela .B, Karla .M por enorme apoyo y mi hermana de Vida Génesis Rojas.

Agradecer además a mi Tutor Eduardo Madrigal por los conocimientos y valores a emprender este Trabajo Especial de Grado, tan significativo, y agradecer estos honores también a profesores de la UCAB y profesionales por brindarnos su razonamiento en el área, incluyendo a Ricardo. R, Guillermo. B, Fausto. G, Hermogenes, Veralupi, Gerardo Zambrano por llevarnos y acompañarnos a todas las visitas realizadas, GRACIAS.

INDICE

SINOPSIS	1
INTRODUCCIÓN	2
Capítulo 1	4
PROBLEMA.....	4
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Antecedentes	5
1.3. Alcance	6
1.4. Ventajas:	7
1.5. Objetivo general.....	7
1.6. Objetivos específicos	7
1.7. Justificación	7
Capítulo 2	9
MARCO TEORICO	9
2.1. AGREGADOS.....	9
2.1.1. Agregados livianos.....	10
2.1.2. Agregado natural.....	10
2.1.3. Triturado	10
2.1.4. Dureza.....	10
2.1.5. Contenido de carbonato	11
2.1.6. Densidad específica	11
2.2. ARENA.....	11
2.2.1. Arena fina	11
2.2.2. Arena media	12
2.2.3. Arena gruesa	12
2.2.4. Composición química	12
2.2.5. Contenido de carbonato	12
2.2.6. Densidad específica	12
2.2.1. Caliza	13
2.2.1.1. Dureza.....	13
2.2.1.2. Contenido de carbonato	13
2.3. CLINKER	14
2.3.1. Composición química	14
2.4. CEMENTO.....	16

2.4.1. Composición mineralógica	16
2.4.2. Composición química.	17
2.4.1. Densidad específica	17
2.4.2. Clasificación. Tipos de cementos.....	18
2.4.3. Ensayos químicos y físicos que debe cumplir el cemento	18
2.5. Bloques de Alfarería	19
2.5.1. Definición de la Arcilla.....	20
2.5.2. Normas COVENIN a consultar.....	20
2.5.3. Dimensiones.....	21
2.5.4. Composición química	21
2.5.5. Densidad específica	21
2.6. INGENIERIA DE COSTOS EN LA MAQUINARIA DE EXTRACCIÓN	22
2.6.1. Costo de posesión	22
2.6.2. Depreciación	22
2.6.3. Costo de inversión.....	23
2.6.4. Costo de operación.....	23
2.6.5. Reparaciones	24
2.6.6. Combustible	24
2.6.7. Lubricantes, grasas y filtros	24
2.6.8. Neumáticos	24
2.6.9. Partes de desgaste	25
2.6.10. Curva de costos horarios de una maquina en el tiempo	25
2.7. PLANTAS DE PROCESAMIENTO.....	26
2.7.1. Canteras	27
2.7.1.1. Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.....	28
2.7.2. Planta de Cemento	31
Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.....	31
2.7.3. Arenera por extracción en rio.....	34
2.7.3.1. Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.....	34
2.7.4. Alfarería	35
2.7.4.1. Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.....	35
2.8. MAQUINARIA DE EXTRACCION	37
2.8.1. Excavadora.....	37
2.8.2. Tractor sobre Oruga	38
2.8.3. Motoniveladora	39

2.8.4. Camiones articulados	40
2.8.5. Cargador Frontal	41
2.8.6. Camiones Roqueros	42
2.8.7. Retroexcavadora con aplicación de martillo hidráulico	43
2.8.8. Estimación de los rendimientos de la maquinaria	43
2.8.8.1. Tipo de maquina	44
2.8.8.2. Recorrido y características del terreno	44
2.8.8.3. Cantidad de obra y tipo de material	45
2.8.8.4. Capacidad operativa de la maquina.....	45
2.8.8.5. Disponibilidad de la maquina.....	46
2.8.8.6. Factor humano	47
2.8.8.7. Operador	47
2.8.8.8. Condiciones de trabajo.....	48
2.8.8.9. Características de la maquina.....	48
2.8.9. Plazo de entrega de la obra	49
2.9. MARCO LEGAL.....	50
2.9.1. Art. 12 de la constitución actual aprobada en el año 1999.....	51
2.9.2. Empresa mixta	51
2.9.3. ENCOVI	52
2.9.4. Situación Actual con las Plantas Procesadoras de agregados en el País.	54
2.9.5. Deterioro de instalaciones, Maquinarias y Equipos	56
Capítulo 3	57
MARCO METODOLÓGICO.....	57
3.1. Nivel de la investigación.....	57
3.2. Diseño de la investigación	57
3.3. Sistema de variables.....	58
3.4. Población y Rectificación de datos.	58
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	59
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	60
3.7. Fases de ejecución	61
Capítulo 4	62
RESULTADOS	62
4.1. Producción de Plantas existentes a nivel sectorial de Venezuela.....	62
4.2. Diseño de la cuadrilla de maquinaria de extracción:.....	67
4.2.1. Paso # 1:.....	67

4.2.2. Paso # 2:	68
4.2.3. Paso # 3:	68
4.2.4. Paso # 4:	68
4.2.5. Paso # 5:	69
4.2.6. Paso # 6:	69
4.2.7. Paso # 7:	71
4.2.8. Paso # 8:	71
4.3. Demanda de minerales de construcción para el plan de viviendas.	73
4.4. Cantidad de Maquinaria requerida	78
4.5. Maquinaria total requerida	80
4.6. Curvas de Costo - Horario	81
4.7. Resultados de la Investigación	85
4.7.1. Indicador de Maquinaria.	85
4.7.2. Indicador de Viviendas.	87
Capítulo 5	91
5.1. Conclusiones.	91
5.2. Recomendaciones	92
5.3. Bibliografía	93
5.4. Anexos	95
5.4.1. Entrevista Corporación socialista de cemento	95
5.5. Comprobación del rendimiento y producción de las cuadrillas	104
5.5.1. Cantera	104
5.5.1.1. Definición de flete	104
5.5.1.2. Definición de curso	104
5.5.1.3. Análisis de producción	105
5.5.1.4. Eficiencia del flete	105
5.5.2. Arenera	106
5.5.2.1. Definición del flete	106
5.5.2.2. Definición de curso	106
5.5.2.3. Análisis de producción	107
5.5.2.4. Eficiencia del flete	107
5.5.3. Cementera	108
5.5.3.1. Definición de flete	108
5.5.3.2. Definición de curso	108
5.5.3.3. Análisis de producción	109

5.5.3.4. Eficiencia del flete	109
5.5.4. Alfarería	110
5.5.4.1. Definición de flete.....	110
5.5.4.2. Definición de curso	110
5.5.4.3. Análisis de producción.....	111
5.5.4.4. Eficiencia del flete	111
5.5.5. Visita a cantera CONLUVAR, estado Vargas 06-04-2017.....	112
5.5.1. Visita a corporación socialista de cemento, estado Carabobo 01-06-2017.	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de carbonato. Manual de concreto estructural	11
Tabla 2. Tipos de Cementos.....	18
Tabla 3. Norma COVENIN 2-78: Boques de arcilla para paredes. Edificaciones	21
Tabla 4. Tamaño de distribución	31
Tabla 5. Características de la Excavadora	37
Tabla 6. Características del Tractor Sobre Oruga	38
Tabla 7. Características de la Motoniveladora.....	39
Tabla 8. Características de los Camiones Articulado.....	40
Tabla 9. Características de los Cargador Frontal	41
Tabla 10. Características de los Camiones Roqueros	42
Tabla 11. Características de la Retroexcavadora con Martillo Hidraulico.....	43
Tabla 12. Variables de la investigación. (Fuente Propia)	58
Tabla 13. Canteras promedio. (Fuente Propia)	62
Tabla 14. Plantas Promedio de Arena. (Fuente Propia).....	63
Tabla 15. Plantas promedio de cemento. (Fuente Propia).....	64
Tabla 16. Alfarerías promedio. (Fuente Propia)	65
Tabla 17. Producción de Plantas	66
Tabla 18. Máquinas de Transporte.....	67
Tabla 19. Maquinaria de Carga.....	68
Tabla 20. Maquinaria de Apoyo	68
Tabla 21. Recorrido	68
Tabla 22. Característica del suelo	69
Tabla 23. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Arenera.....	69
Tabla 24. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Alfarería	70
Tabla 25. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Cantera	70
Tabla 26. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Cantera de caliza para Cemento	70
Tabla 27. Definición de la jornada.....	71
Tabla 28. Extracción que realiza la cuadrilla diseñada	71
Tabla 29. Escenarios de camiones para una cantera.	72
Tabla 30. Escenarios de camiones para una alfarería.	72
Tabla 31. Escenario de camiones para una arenera.....	72
Tabla 32. Escenario de camiones para una planta de caliza para cemento.	72
Tabla 33. Parámetros de hogar semilla	77

Tabla 34. Parámetros de tipo túnel.....	77
Tabla 35. Demanda de arcilla	77
Tabla 36. Requerimientos de minerales	77
Tabla 37. Demanda de minerales para el Plan Nacional De Viviendas.	78
Tabla 38. Maquinaria de extracción para cantera	78
Tabla 39. Maquinaria de extracción para arenera.	79
Tabla 40. Maquinaria de extracción de Caliza para Cemento.....	79
Tabla 41. Maquinaria de extracción para alfarería.....	79
Tabla 42. Maquinaria total requerida	80
Tabla 43. Indicador de inversión en maquinaria de extracción por cada 10.000 viviendas.	86
Tabla 44. Indiciador de viviendas para canteras	87
Tabla 45. Indicador de viviendas para areneras	88
Tabla 46. Indicador de viviendas para caliza para cemento.....	89
Tabla 47. Indicador de viviendas para alfarerías	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Yacimiento de Carbonato de Calcio	14
Figura 2. Componentes principales del clinker	15
Figura 3. Clinker	15
Figura 4. Composición mineralógica del cemento.....	17
Figura 5. Bloque de alfarería	20
Figura 6. Costo de mantenimiento	25
Figura 7. Proceso de una cantera	28
Figura 8. Planta de procesamiento de piedra y arena.....	29
Figura 9. Esquema de ciclo de desarrollo del Cemento desde el yacimiento hasta su uso (Manual Metso).....	31
Figura 10. Esquema de procesamiento de la arcilla desde el yacimiento hasta la obtención del bloque. (Occi Arcilla, 2013).....	35
Figura 11. Excavadora (Manual de Catepillar).....	37
Figura 12. Tractor sobre oruga. (Manual de Catepillar)	38
Figura 13. Motoniveladora (Manual de Catepillar)	39
Figura 14. Camiones articulados. (Manual de Catepillar)	40
Figura 15. Cargador frontal. (Manual de Catepillar)	41
Figura 16. Camiones Roqueros. (Manual de Catepillar).....	42
Figura 17. Retroexcavadora con aplicación de martillo hidráulico. (Richard Marmani (2001).....	43
Figura 18. Estadística de condición de pobreza	52
Figura 19. Estadística de pobreza de ingreso	53
Figura 20. Porcentaje de la población que no tiene capacidad financiera para adquirir una vivienda nueva. Julio 2016. Fuente: Datanálisis. Encuesta Omnibus julio 2016.....	53
Figura 21. Distribución de plantas de cemento a nivel nacional.....	54
Figura 22. Producción total de empresas estatales.....	55
Figura 23. Comparación de la capacidad instalada vs producción.....	55
Figura 24. Análisis adecuado de una muestra.....	60
Figura 25. Sistema tipo túnel (Fuente: Cortesía Mesa Formwork USA)	75
Figura 26. Sistema MK2 (Fuente CIMBRAMEX)	76
Figura 27. Curva de costo horario para Camión articulado	81
Figura 28. Curva de costo horario para camión roquero.....	82
Figura 29. Curva de costo horario para excavadora.....	82
Figura 30. Curva de costo horario para tractor sobre oruga tipo D7.....	83
Figura 31. Curva de costo horario para tractor sobre orugas tipo D9	83
Figura 32. Curva de costo horario para cargador frontal sobre ruedas	84

Figura 33. Curva de costo horario para motoniveladora	84
Figura 34. Curva de costo horario para retroexcavador	85
Figura 35. Definición de flete para cantera	104
Figura 36. Definición de curso para cantera	104
Figura 37. Análisis de producción para cantera	105
Figura 38. Eficiencia de flete para cantera.....	105
Figura 39. Definición del flete para arenera.....	106
Figura 40. Definición de curso para arenera	106
Figura 41. Análisis de producción para arenera.....	107
Figura 42. Eficiencia del flete para arenera	107
Figura 43. Definición de flete para cementera	108
Figura 44. Definición de curso para cementera	108
Figura 45. Análisis de producción para cementera	109
Figura 46. Eficiencia de flete para cementera	109
Figura 47. Definición de flete para alfarería	110
Figura 48. Definición de curso para alfarería	110
Figura 49. Análisis de producción para alfarería	111
Figura 50. Eficiencia de flete para alfarería	111

SINOPSIS

Para ejecutar un Plan Nacional de viviendas, es necesario saber con qué Maquinaria de Extracción se obtendrán los minerales y posteriormente establecer las plantas de procesamiento en un nivel adecuado para llevar acabo dicho proyecto.

Los fundamentos para llevarlo a cabo son los siguientes: las dimensiones de la vivienda según el grupo familiar, la topografía sobre la cual se van a ejecutar los desarrollos urbanísticos y los materiales requeridos. Dentro de esta última categoría, la maquinaria es un requisito imprescindible para garantizar la producción diaria de minerales y agregados, tomando en cuenta los rendimientos de cada máquina y de esa manera mantener los costos reales.

El presente Trabajo Especial de Grado se enfoca en la definición de Maquinaria de Extracción para producir los minerales de: arena, piedra picada, Bloques de arcilla y caliza para cemento requeridos en la construcción y urbanismos del Plan de 200.000 viviendas / año, especificando la vida útil de la maquinaria y su rendimiento, de manera que el costo junto con la producción se mantengan en el tiempo.

Inicialmente se definieron Plantas Modelo de cada tipo de mineral, con especificaciones necesarias para cumplir con la demanda requerida y luego se diseñó la cuadrilla de Maquinaria de Extracción de cada planta, para establecer el número total de maquinaria de extracción.

Finalmente se establecen indicadores que permite determinar la relación entre el número de viviendas y la inversión necesaria en maquinaria para cubrir la demanda.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela el sector de la construcción se ha desarrollado gracias al empleo de la maquinaria pesada y herramientas fabricadas en países desarrollados, por lo que se ve en la necesidad de importar los equipos y repuestos. Años atrás era atractivo para los empresarios invertir en equipos de maquinaria pesada, ya que la producción del equipo le retribuía la inversión.

A partir del año 1983, las empresas cuyo principal activo era la maquinaria pesada, comienza a verse afectadas, debido a la devaluación de la moneda, ya que los precios unitarios que cobran las empresas no cubren los costos operativos de los equipos y mucho menos permiten la creación de fondos para el reemplazo de los mismos.

Por tal motivo se ha seguido investigando al respecto, buscando mejoras y metodologías; sobre todo dentro del sector minero debido a que actualmente se tiene escasa maquinaria de extracción, personal profesional, operadores y personal de mantenimiento. Para ello se realiza este Trabajo Especial de Grado en conjunto con la Cámara Venezolana de la Construcción (C.V.C), con propuestas de ejecutar un Plan Nacional de Viviendas destinado a mejoras en el país pero internamente se requiere de nuevas importaciones de Maquinarias de Extracción de agregados y minerales por la obsolescencia que presenta el parque de maquinaria en el país.

Al momento de ejecución de la obra se desarrollarán como promedio 500 viviendas por proyecto, hará falta proyectar, tramitar y construir 400 proyectos administrativos por año. Serán 200.000 Viviendas destinadas: 100.000 a cubrir el riesgo habitacional y 100.000 al crecimiento vegetativo de la población. Además se tiene que contar con profesionales y expertos en la elaboración de los proyectos, ofertas, decisiones gerenciales. Garantizando que las metas físicas y financieras de las obras se logren simultáneamente. Todo sano proceso de gerencia, requiere de una organización lo suficientemente flexible que permita asumir las variaciones necesarias sin afectar la meta propuesta.

Los objetivos que se quieren alcanzar con la realización del presente Trabajo Especial de Grado es proyectar las herramientas necesarias para desarrollar la producción de los minerales que demanda el Plan de 200.000 viviendas/año, y dentro del diseño de la Maquinaria de Extracción se garantizara la máxima eficiencia dentro de su capacidad, ya que la maquinaria de procesamiento es eficiente cuando recibe la cantidad adecuada de material extraído.

Capítulo 1

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El déficit habitacional es uno de los problemas más importantes que se debe solucionar en Venezuela, hoy en día existe un déficit de más de dos millones de unidades de viviendas, no significa que se tienen diez millones de venezolanos viviendo a la intemperie o debajo de los puentes, significa que viven en viviendas insalubres, ubicadas en zonas inestables, en zonas carentes de servicios básicos, viven arrimados con familiares o en anexos de otras viviendas.

Algunos desean una vivienda mejor o están por formar una nueva familia, por consiguiente este déficit debe ser discriminado en tipos y tamaños de vivienda, de acuerdo al nivel socioeconómico de las familias.

En las acostumbradas declaraciones sobre el tema del déficit habitacional, se parte de que siempre se coloca como requerimientos básicos la necesidad de los insumos primarios para su construcción, dentro los cuales no se habla del primer insumo requerido: **la parcela con servicios.**

La construcción de una vivienda consta de varias etapas, cada una tiene especificaciones de gran importancia. El Trabajo Especial de Grado enfocara los requerimientos de Maquinaria de Extracción necesaria para la producción de: arena, piedra picada, caliza para cemento y bloques de arcilla. Inicialmente se define la cuadrilla de maquinaria de extracción necesaria para producir los minerales, basándose en las Plantas Modelo para cada tipo de mineral de construcción.

Conocida la tipología de vivienda se conoce los requerimientos de minerales para las viviendas y los urbanismos, con esta información y los modelos analizados se conocerán las cantidades de maquinaria requerida.

1.2. Antecedentes

Los antecedentes incluyen toda la información previa disponible relacionada con la Sostenibilidad como concepto general, la importancia de los agregados pétreos, el marco normativo que regula esta actividad, algunos aspectos problemáticos de la Minería.

- **MARIA ISABEL RAMIREZ ROJAS. “SOSTENIBILIDAD DE LA EXPLOTACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN EL VALLE DE ABURRA”.** Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2008.
 - Este Trabajo Especial de Grado formó parte de la investigación de los procesos de explotación de minerales.
- **ROBERTO VARGAS S. “LA MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO DE TIERRA (DESCRIPCIÓN Y RENDIMIENTO)”.** INTITUTO TECNOLOGICO DE LA CONSTRUCCION. DICIEMBRE 1999.
 - Este Trabajo Especial de Grado formó parte de la investigación de la maquinaria de explotación de minerales.
- **BONILLA GUILLERMO. “ACTUALIZACION Y REGIONALIZACION DE LOS COEFICIENTES DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO FRESCO PARA EL ESTADO ARAGUA”** ” UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO, MAYO 2004.
 - Este Trabajo Especial de Grado formó parte de la investigación de las condiciones que debe cumplir cada mineral para ser trabajado.
- **Br. JOSE RUBEM LIMARDO DE PARAMO. “MEJORAMIENTO EN LA CALIDAD DE MEZCLAS Y COLOCACION DE CONCRETO EN 2 OBRAS CIVILES”.** UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR. SEPTIEMBRE 2010.
 - Este Trabajo Especial de Grado formó parte de la investigación de las condiciones que debe cumplir cada mineral para ser trabajado.

1.3. Alcance

El problema en estudio se ha acotado analizando las capacidades de producción de las plantas de minerales en algunas regiones del país, para tomar un valor de producción de diseño más adecuado para las Plantas Modelo y definir la maquinaria de extracción total requerida.

Para desarrollar este tema se debe conocer el comportamiento y rendimiento de la maquinaria a establecer. Inicialmente se realiza una logística de la búsqueda de información para conocer las capacidades de diseño de las plantas de diferentes regiones del país, debido a que actualmente tienen un bajo rendimiento por diversos escenarios, uno de ellos corresponde a la obsolescencia de los equipos de extracción de minerales.

Cuando se usa el termino obsolescencia, se refiere a que el tiempo de disponibilidad de la maquina es muy bajo y por ende su rendimiento es menor de lo estimado.

Este **déficit habitacional** debe ser discriminado en **tipos** y **tamaños** de vivienda, de acuerdo al nivel socioeconómico de las familias, en consecuencia es una de la limitante del Trabajo Especial de Grado. El plan nacional de viviendas de la Cámara Venezolana de la Construcción (C.V.C) tiene definido tres (3) Tipologías de vivienda, las cuales son: Hogar semilla, Tipo túnel, MK2. Basado en estudios y otras investigaciones en conjunto, aseguran que estas viviendas son las más adecuadas para que el Plan Nacional de Viviendas crezca con el crecimiento vegetativo de la población.

Por ello se genera esta incógnita de definir cuantas maquinarias hacen falta para poder acometer el plan propuesto por la C.V.C. En este aspecto se ha llamado la atención al sector construcción y a los entes contratantes, sobre la incapacidad que tiene la maquinaria pesada existente de dar la respuesta necesaria y oportuna.

1.4. Ventajas:

- i. Establecer indicadores que relacionen la maquinaria necesaria con los minerales requeridos para diferentes tipos de viviendas.
- ii. Dicho indicador es independiente del lugar donde se encuentren ubicadas las viviendas, es decir el análisis puede ser útil para el desarrollo de proyectos que impliquen construcción de viviendas de cada tipo establecido.

1.5. Objetivo general

Determinar la Maquinaria de Extracción necesaria para producir los minerales de arena, piedra picada, caliza para cemento y bloques de arcilla para el cemento que suplan los requerimientos del Plan Nacional De Viviendas, que propone construir 200.000 viviendas por año.

1.6. Objetivos específicos

- i. Evaluar las capacidades de las Plantas existentes para producir arena, piedra picada, caliza para cemento y bloques de arcilla destinados a la construcción de 200.000 Viviendas/Año.
- ii. Definir las cuadrillas de Maquinaria de Extracción necesarias para producir Piedra, Arena, caliza para cemento y bloques de arcilla en cada Planta Modelo.
- iii. Establecer la cantidad total de Maquinaria de Extracción requerida, para construcción de 200.000 Viviendas/Año.

1.7. Justificación

La metodología aplicada se enfoca principalmente en los requerimientos de maquinaria de extracción de minerales de arena, piedra, caliza para cemento y bloques de arcilla, las ideas expuestas ha sido proveniente de la Cámara de Venezolana de la Construcción (C.V.C),

como gremio representante del Sector Construcción, se ha decidido en conjunto, desarrollar una línea de investigación para ejecutar proyectos sustentables en la construcción de urbanismos completos a nivel nacional.

La razón de ser de este estudio es que siempre se ha insistido en construir vivienda y hábitat, es decir no se debería construir viviendas sin su debido equipamiento, ya que serán dotados a futuros residentes con sus servicios elementales, como lo son la educación, salud, deportes, parques, comercio.

Esta investigación beneficia a la población y avance del país, ya que se desarrollaran urbanismos a lo largo del tiempo, de mejor calidad que tendrán todos los servicios. Aportando además indicadores que permitan establecer cantidades de maquinarias y viviendas por plantas en operación para construir los urbanismos, independientemente del lugar donde se destine.

Capítulo 2

MARCO TEORICO

2.1. AGREGADOS

La palabra agregados se refiere a cualquier combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado. Son generalmente encontrados en ríos y valles, donde han sido depositados por la corrientes de agua o yacimientos de rocas ígneas o metamórficas con condiciones especiales de calidad.

En general los agregados pétreos se clasifican en 4 grandes grupos: Depósitos aluviales, materiales de arrastre, las calizas, los ígneos y metamórficos. Los agregados son usados principalmente en la fabricación de mezclas de concreto, asfalto, mortero, como bases y sub-bases en la construcción de vías, drenajes o para vías de ferrocarril. Los agregados son productos minerales imprescindibles para la sociedad, en general son materiales de bajo costo, abundantes en la naturaleza, por lo que deben estar situados cerca a los centros de consumo, teniendo en cuenta su alta sensibilidad a los costos de transporte.

En cuanto a las etapas que se llevan a cabo para la extracción de estos materiales, estas inician con la exploración en donde se localiza el depósito que puede abastecer al mercado a un precio competitivo. Posteriormente se realiza la extracción de los agregados, utilizando maquinaria pesada, los cuales son llevados a la planta de beneficio para su lavado, trituración y clasificación, quedando así listos para el envío a los centros de consumo. Paralelo al desarrollo de la actividad minera, se llevan a cabo los procesos de rehabilitación y recuperación morfológica y ambiental del suelo, para finalmente darle a este otros usos como la agricultura, la ganadería, la recreación, urbanización o cualquier otro uso industrial. (Asogravas, 2007).

2.1.1. Agregados livianos

Este tipo de agregados se procura para fabricar, concretos ligeros o de baja densidad que generalmente no requieren una alta resistencia, para lo cual se necesita que estos agregados sean de peso unitario relativamente más bajo que el de las gravas y arenas naturales, aunque los hay de tipo natural como es el caso de la piedra pómez, y su obtención es generalmente de tipo artificial. (Molina Alejandro, 2006)

2.1.2. Agregado natural

El agregado natural por su proceso de producción geológica, es decir, resultado de arrastre o transporte, tiende a redondearse, lo cual lo hace más manejable al perder sus aristas, sobre todo cuando su proceso es manual, esta facilidad de manejo es muy notoria, es importante mencionar que un agregado alargado con aristas o caras prolongadas, tiende a hacer menos resistente y provocar un desvío de fuerzas en sentido. (Molina Alejandro, 2006)

2.1.3. Triturado

Estas gravas son producto de la molienda o trituración de rocas, ya sea que estas provengan de un banco o que provengan de material de desecho en la producción de grava-arena. La forma de sus partículas es angulosa y su textura rugosa, lo cual dificulta notablemente su manejo. (Molina Alejandro, 2006)

2.1.4. Dureza

La dureza de las partículas del agregado influye en la resistencia del concreto, si el material está compuesto por una cantidad apreciable de partículas blandas, la resistencia del concreto se verá afectada desfavorablemente. Se determinan con la Norma COVENIN 265:1998 Agregado grueso. Determinación de la dureza al rayado, el cual consistente en someter cada partícula del agregado grueso, de acuerdo con la cantidad mínima de la muestra especificada, a un rayado con una aguja de bronce de 1.59mm aplicando una fuerza de 1Kg.

Las partículas se consideran blandas si durante el rayado se forma en ellas una ranura sin desprendimiento de metal de la aguja o si se separan partículas de la masa rocosa. La

cantidad de partículas blandas presentes en el agregado grueso debe ser como máximo 5.0%. (Molina Alejandro, 2006)

2.1.5. Contenido de carbonato

La grava triturada apta debe cumplir con las siguientes condiciones:

Sustancias nocivas	Agregado grueso (%)
Carbón y lignito	
Donde es importante el aspecto superficial	0.5
los demás concretos	1

Tabla 1. Contenido de carbonato. Manual de concreto estructural

2.1.6. Densidad específica

La densidad o masa específica de un cuerpo homogéneo es la masa por unidad de volumen de ese cuerpo. Si en lugar de tomar la masa de un cuerpo se toma su peso, se tiene lo que se conoce como peso específico. Según la norma COVENIN 1753:2006 “PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL” apéndice H, sección 3.3 se debe tener una densidad específica de 1700 kg /m³.

2.2. ARENA

La arena es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituración de las mismas, cuyo tamaño es inferior a los 5 mm. 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. (Revista ARQHYS)

2.2.1. Arena fina

Es la que sus granos pasan por un tamiz de mallas de 1mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25mm. (Revista ARQHYS)

2.2.2. Arena media

Es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 2.5mm de diámetro y son retenidos por otro de 1mm. (Revista ARQHYS)

2.2.3. Arena gruesa

Es la que sus granos pasan por un tamiz de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm. (Revista ARQHYS)

2.2.4. Composición química

Los agregados con alto contenido de sílice pueden producir reacciones negativas, en el concreto, al interactuar con sustancias alcalinas (Na_2O y K_2O) en un concreto. Estas reacciones pueden ser lentas o espaciosas, y consisten en la generación de hidróxidos de elementos alcalinos cuando éstos entran en contacto con el agua, posteriormente al combinarse con sílice hidratada generando un gel de silicato de sodio hidratado que conlleva un aumento de volumen de hasta el 50 %.(Bennett, R.H. y Hulbert, M.H. 1896)

2.2.5. Contenido de carbonato

La importancia de la determinación de los carbonatos del suelo está relacionada con la influencia que estos ejercen sobre el pH del suelo, un suelo con abundantes carbonatos tendrá un pH neutro o ligeramente alcalino mientras que un suelo sin carbonatos tendrá un pH ácido. Las arenas finas con muy baja incorporación de materia orgánica, contienen un bajo contenido de carbonato. (Miguel A. Taboada y Carina R. Álvarez. Junio 2008).

2.2.6. Densidad específica

1753:2006 “PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL” apéndice H, sección 3.3. La arena debe tener una Densidad específica de 1600 Kg/m³.

2.2.1. Caliza

Es uno de los minerales rocosos que se extraen de los yacimientos calcáreos sedimentarios compuestos mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), además de otras sustancias que influyen en su resistencia y coloración, lo que ayuda a su identificación.

2.2.1.1. Dureza

La coloración de las calizas ricas en calcio y las calizas dolomíticas son blancas cuando son puras, pero cambia de color entre el gris y el negro a consecuencia de las impurezas carbonosas que contienen.

La resistencia de la caliza es una propiedad importante a la compresión, al aplastamiento que oscila entre 98.4 y 583.5 kg/cm^2 , la resistencia a la tracción no es tan importante y es más difícil de determinar, su variación es de 26 a 63 kg/cm^2 .

La textura y la dureza de los minerales que acompañan a la caliza afectan a la dureza de la roca, siendo la dureza de la caliza de 2 a 3 en la escala relativa de dureza de **Friedrich Mohs (1773- 1839)**, esta es una propiedad importante en la roca de cantera, por lo general, las calizas se trabajan con bastante facilidad si no contienen minerales silíceos.

2.2.1.2. Contenido de carbonato

La caliza es una roca compuesta por lo menos del 50% de carbonato de calcio (CaCO_3), con porcentajes variables de impurezas, en su interpretación más amplia, el término incluye cualquier material calcáreo que contenga carbonato de calcio como mármol, creta, travertinos, coral y marga. Cada uno de los cuales poseen propiedades físicas distintas, sin embargo, generalmente se considera que la caliza es una roca calcárea estratificada compuesta principalmente de mineral calcita, que por calcinación da la cal viva.



Figura 1. Yacimiento de Carbonato de Calcio

2.3. CLINKER

El Clinker puede definirse como el producto granulado, obtenido por tratamiento térmico hasta reblandecimiento o fusión parcial y sintonización de mezclas adecuadas de calizas y arcillas y, eventualmente, de arenas y minerales de hierro. El Clinker es la conversión a elevadas temperaturas de mezclas de minerales naturales en una nueva escala de minerales con propiedades hidráulicas obtenidas generalmente entre 1250°C y 1450 °C de temperatura. (Simón Goldemhorn)

2.3.1. Composición química

Los cambios químicos que tienen lugar son muy complejos y no del todo comprendidos aún. Parece probable que cuando la arcilla, que es un silicato de aluminio, es calentada, primero se deshidrata al tiempo que el carbonato de calcio del yeso o de la caliza pierde bióxido de carbono para dar cal viva, exactamente igual a lo que ocurre en un horno de cal.

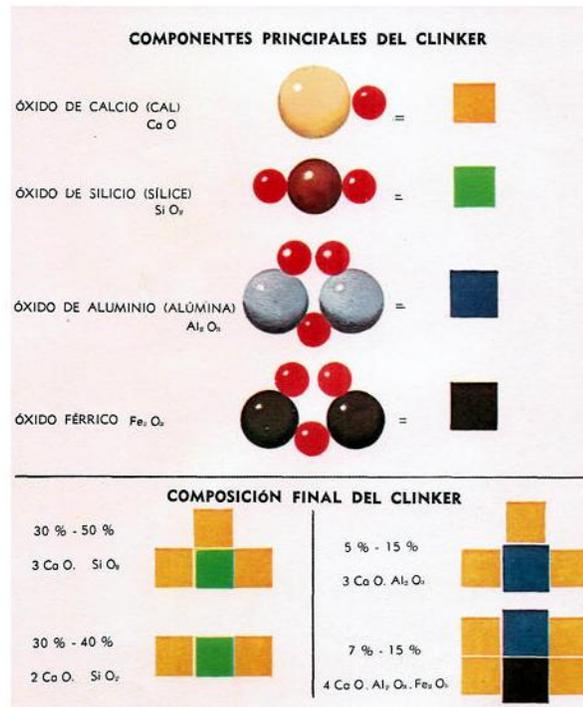


Figura 2. Componentes principales del clinker
 (Simón Goldemhorn)

A medida que estas sustancias se aproximan al extremo del horno se ponen al rojo blanco y entran en nuevas combinaciones químicas que dan por resultado el Clinker, sustancia vitrificada que contiene óxidos de calcio, aluminio y silicio que se unen en compuestos tales como el silicato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) y aluminato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$). (Simón Goldemhorn)



Figura 3. Clinker

Fuente: (Simón Goldemhorn)

2.4. CEMENTO

El cemento es el componente activo del concreto e influye en todas las características de este material. Sin embargo, el cemento constituye aproximadamente sólo un 10 a un 20% del peso del concreto, siendo el 80 a 90% de materiales restantes el que condiciona la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del concreto. (Manual de Concreto estructural)

Los cementos naturales son los obtenidos por la calcinación de rocas calizas arcillosas. Fueron descubiertos por J. Parker en 1796 conociéndolos también como cementos romanos ya que podían endurecer debajo del agua análogamente a los aglomerantes empleados por los romanos en sus construcciones.

Se define como cementos los conglomerantes hidráulicos que, convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables tanto al aire como bajo agua. El cemento es el material de construcción más utilizado en el mundo porque aporta propiedades útiles y deseables, tales como resistencia a la compresión, durabilidad y estética para una diversidad de aplicaciones de construcción.

2.4.1. Composición mineralógica

Para la fabricación de los distintos tipos de Cementos se usa principalmente el Clinker se puede dividir las siguientes categorías: la principal que está constituido por carbonatos, Aluminosilicatos, Silicatos de Calcio; la suplementaria que está constituida por materiales correctores; y aditivos especiales como es pesadores de papilla, activadores granulación, mineralizadores. (Simón Goldemhorn)



Figura 4. Composición mineralógica del cemento

2.4.2. Composición química.

El cemento se compone de Cal + Arcilla (sílice y alúmina), elementos que varían dentro de los siguientes límites:

1. 58 a 66 % de óxido de calcio (CaO), producto de cocción de piedras calizas que se presentan en la naturaleza en estado de carbonato de calcio (CaCO_3)
2. 19 a 26 % de sílice (óxido silícico SiO_2).
3. 3 a 6% de Alúmina (Al_2O_3)
4. 4 a 7 % de óxido de hierro (Fe_2O_3) que se agrega como fundente.

Además contiene, como máximo, 2 % de anhídrido sulfúrico, de 1 a 3% de magnesio y hasta 3 % de álcalis. (Simón Goldemhorn)

2.4.1. Densidad específica

Según la norma 1753:2006 “PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL” apéndice H, sección 3.3. Cemento Debe tener una Densidad específica de 1400 kg/m³.

2.4.2. Clasificación. Tipos de cementos

Dentro de los límites generales de composición con los cuales se obtiene el Clinker, se pueden establecer algunas variantes, las cuales dan lugar a productos de características algo diferentes entre sí, que constituyen los distintos tipos de cementos.

En los límites de composición indicados, y combinando las proporciones de las materias primas de manera que el Clinker resultante tenga una composición alta o baja de determinados componentes. Por este procedimiento y en combinación parcial con la finura de molienda, se puede establecer cierta variedad de tipos de cementos.

La Norma Venezolana COVENIN 28 “Cemento Portland. Especificaciones” y la norteamericana ASTM C150, consideran cinco tipos de cemento Portland, cuyas características se presentan en la Tabla a continuación. (Manual de concreto estructural)

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND, SEGÚN COVENIN 28:1993 Y ASTM C150					
TIPO	CARACTERÍSTICAS	LÍMITES DE LA COMPOSICIÓN USUAL PROMEDIO %			
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ FA
I	Uso general	40-55	25-30	8-15	5-10
II	Resistente a los sulfatos y bajo calor de hidratación	40-50	25-35	8	10-15
III	Altas resistencias iniciales	50-63	15-20	3-15	8-12
IV	Muy bajo calor de hidratación	25-35	40-50	< 7	10-15
V	Muy alta resistencia a los sulfatos	32-42	38-48	< 5	10

Tabla 2. Tipos de Cementos

El cemento de uso más extendido es el que corresponde al Tipo I. En Venezuela la mayor parte de la producción es de cemento Portland de ese tipo, siendo mucho menor la producción del Tipo II, y sólo ocasional la del Tipo III. (Manual de concreto estructural)

2.4.3. Ensayos químicos y físicos que debe cumplir el cemento

El control de calidad, se encuentra presente en todas las etapas del proceso, se realizan diversos procedimientos que permiten un preciso y rápido análisis de las muestras que son tomadas en los diferentes puntos del proceso, desde la cantera hasta el envase.

Los ensayos físicos y químicos que se realizan en los laboratorios están regidos por las NORMAS COVENIN para la industria del cemento.

Diversos métodos de ensayos que se realizan para la obtención de la composición química y propiedades físicas requeridas para los distintos tipos de cementos están especificados de acuerdo con los siguientes métodos de ensayo que se muestran a continuación:

- ✓ COVENIN 109:1990: Cementos hidráulicos. Métodos de ensayo para análisis químicos.
- ✓ COVENIN 483:1992 Cemento y sus constituyentes. Definiciones.
- ✓ COVENIN 484:1993 Cemento Portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8 mm de lado.
- ✓ COVENIN 487:1993 Cemento Portland. Determinación de la finura por medio del aparato Blaine de permeabilidad.
- ✓ COVENIN 491:1994 Cemento Portland. Determinación de la expansión en autoclave.
- ✓ COVENIN 493:1992 Cemento Portland. Determinación del tiempo de fraguado por la aguja de Vicat.
- ✓ COVENIN 495:1992 Cemento Portland. Determinación del calor de hidratación.
- ✓ COVENIN 496:1987 Cemento Portland. Determinación del contenido de aire en morteros

Cualquier tipo de cemento tiene que estar en conformidad con las normas de calidad individuales de cada cemento. Las normas (especificaciones estándar), incluyen normalmente las especificaciones químicas para el cemento.

2.5. Bloques de Alfarería

Es un bloque de arcilla aligerada que debido a su diseño geométrico y numerosas celdillas, así como la inclusión de macro poros, le confiere muy altas prestaciones en cuanto a aislamiento térmico acústico, inercia térmica, de resistencia, etc. (Libia Gutiérrez De López. 2003).



Figura 5. Bloque de alfarería

2.5.1. Definición de la Arcilla

Son agregados de partículas microscópicas o sub-microscópicas derivados de la descomposición química que sufren las rocas. Son suelos plásticos dentro de límites extensos en contenido de humedad y cuando están secos son duros, pero vueltos a amasar con agua adquieren su plasticidad; tienen una permeabilidad muy baja.

La característica específica de la arcilla es la resistencia cohesiva que aumenta al disminuir la humedad. Siendo difícil de compactar en estado húmedo, e imposible de drenar por métodos ordinarios, cuando es compactada es resistente a la erosión y a la turificación. Está sometida a la expansión y retracción con los cambios de la humedad. Sus propiedades dependen no sólo del tamaño y forma de las partículas sino también de su composición mineral y del medio químico o de la capacidad de intercambio iónico. (Libia Gutiérrez De López, 2003)

2.5.2. Normas COVENIN a consultar

- COVENIN 671: Productos de Arcilla. Definiciones en elaboración
- COVENIN 23 (R) Producto de Arcilla. Método de Ensayo.

2.5.3. Dimensiones

Los bloques de arcilla para paredes deben ser elaborados de las siguientes dimensiones: (cm)

8 × 20 × 30
10 × 20 × 30
12 × 20 × 30
15 × 20 × 30
20 × 20 × 30
8 × 25 × 30
10 × 25 × 30
12 × 25 × 30
15 × 25 × 30
20 × 25 × 30

Tabla 3. Norma COVENIN 2-78: Boques de arcilla para paredes. Edificaciones

2.5.4. Composición química

Los minerales arcillosos son especialmente silicatos de aluminio, hierro o magnesio, algunos también contienen álcalis y/o tierras alcalinas, con componentes esenciales. Estos minerales son en su mayoría cristalinos y los átomos que los componen están dispuestos en modelos geométricos definidos. La mayoría de los materiales arcillosos tienen estructuras laminares o en capas. (Libia Gutiérrez De López, 2003).

2.5.5. Densidad específica

Según la norma COVENIN 2-78 “BLOQUES DE ARCILLA PARA PAREDES, ESPECIFICACIONES” se utilizará una densidad específica de 1800 kg/m³.

2.6. INGENIERIA DE COSTOS EN LA MAQUINARIA DE EXTRACCIÓN

Para el cálculo de los costos horarios de las maquinarias se recomienda el uso de la planilla que se obtiene usando la metodología del programa de cálculo de Costos Horarios, la cual se basa en los cuadros que aparecen en el manual de rendimientos publicado por la empresa Caterpillar y los datos del *Cost Reference Guide*. Este método de cálculo sustituye al aplicado anteriormente, cuando en Venezuela se tiene una paridad cambiaria fija y el cual se basaba en multiplicar el valor de adquisición de la maquina por un factor fijo, obteniéndose el costo diario de la misma. Esa metodología no hacia diferencia entre costo de posesión y operación, solo obtenía el costo diario. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.1. Costo de posesión

Como su nombre lo indica se refiere a los costos que se presentan por el sólo hecho de poseer la máquina. Este costo estará presente independientemente si la máquina se encuentra en operación o no, y representa la reserva de capital que el propietario debe realizar para que al término de un período de tiempo determinado pueda remplazarla por otra de tecnología y condiciones avanzadas, ya sea nueva o de menor tiempo de fabricación. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.2. Depreciación

Es el cargo regular representado por la amortización del capital invertido, este valor acumulado permite los pagos de cuotas a los bancos si se han adquirido créditos, o para acumular fondos y poder renovar los equipos. El valor de reposición de la máquina se obtiene dentro de la metodología utilizando una fórmula que nos dará el valor correspondiente para cada año, partiendo del valor de la maquina nueva. La depreciación se calcula dividiendo el valor de reposición menos el valor de salvamento entre las horas de vida útil de la maquina suministrada por el fabricante. Se entenderá como valor de salvamento a la cantidad recibida

después de desincorporar la maquina al fin de su vida útil, y este se estima en un 20% del valor de reposición. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.3. Costo de inversión

Es el costo en el que incurre el propietario por el dinero invertido en la máquina. Estas máquinas puede que estén totalmente canceladas (esto es distinto a decir depreciados) y por ende este costo se refiere a un costo de oportunidad y no se tiene depositado en un banco, por lo cual se debería aplicar la tasa pasiva. Ahora si esta máquina se desea comprar se debe solicitar un crédito bancario y se debe utilizar la tasa activa Este costo se calcula mediante la siguiente expresión:

$$CI = \frac{N + 1}{2N} \frac{\text{Valor de reposición} * \% \text{Tasa de interes}}{\text{Horas} - \text{Año}}$$

- N = número de años de vida útil de la máquina, dividiendo las horas de vida útil entre el número de horas laborables al año.
- Valor de reposición = valor de la máquina correspondiente al año en que se está estudiando.
- %Tasa de interés = si la inversión se realizó con recursos de la empresa será la tasa de interés pasiva al momento del cálculo y si fue realizada a través de un financiamiento será la tasa de interés activa.
- Horas – Años = 8 horas/día x 20 días mes = 160horas mes x 12 meses/año= 1920 horas/ año.

(Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.4. Costo de operación

Es el costo que se produce debido al trabajo de la maquinaria y abarca los elementos necesarios para el mismo, los cuales son: costo por reparaciones incluyendo la mano de obra y herramientas especiales, consumo de combustible, lubricantes, grasas y filtros, desgaste de los

cauchos y otras partes de desgaste que se encuentran en contacto con el suelo (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.5. Reparaciones

El costo por reparaciones es el más significativo dentro del costo de operación de la máquina. Este incluye todas las piezas, mano de obra, instrumentos y equipos utilizados en su realización. Las reparaciones pueden ser mayores o menores, las mayores son aquellas reparaciones que se realizan en el taller (Preventivo o correctivo) y mano de obra especializada, y las menores son aquellas reparaciones que pueden realizarse en el sitio y no necesitan de mano de obra tan especializada. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.6. Combustible

Representa el costo generado por el consumo propio de cada maquinaria de combustible, este se calcula multiplicando los litros hora de consumo dado por el fabricante y multiplicado por el valor del litro del combustible puesto en obra. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.7. Lubricantes, grasas y filtros

Internacionalmente este costo se estima y no se calcula, considerando este costo como un 75% del costo correspondiente a la factura del combustible. En el caso de Venezuela donde los combustibles están subsidiados y los aceites, grasas y filtros se cotizan a valores internacionales, debemos multiplicar a factura de combustible por 2000% y este porcentaje seguirá variando en acenso mientras se mantenga el combustible subsidiado y los lubricantes a valores internacionales. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.8. Neumáticos

Este costo nada más es cargado a máquinas de ruedas y no de oruga, se refiere a los costos incurridos por el desgaste de neumáticos durante el trabajo del equipo. La vida útil de los neumáticos dependerá de las condiciones de trabajo a las cuales opere el equipo. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.6.9. Partes de desgaste

Los costos involucrados en las partes de desgaste están constituidos por las tejas del tren de rodaje en el caso de las maquinarias de oruga y las demás piezas de desgaste rápido para toda maquinaria tales como cuchillas, puntas del desgarrador, dientes del cucharón, etc. Estas son todas las piezas que entran en contacto directo con el suelo en las actividades de corte y carga. Eduardo Madrigal Quevedo (1994).

2.6.10. Curva de costos horarios de una maquina en el tiempo

La determinación de los costos de paros se debe realizar por la empresa, la metodología propuesta es la de realizar análisis entre especialistas de las áreas involucradas. Una vez se tienen los datos de ambos costos, se grafican por separado y la suma de los mismos, la suma de ambos costos se llamara el “costo horario total”. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

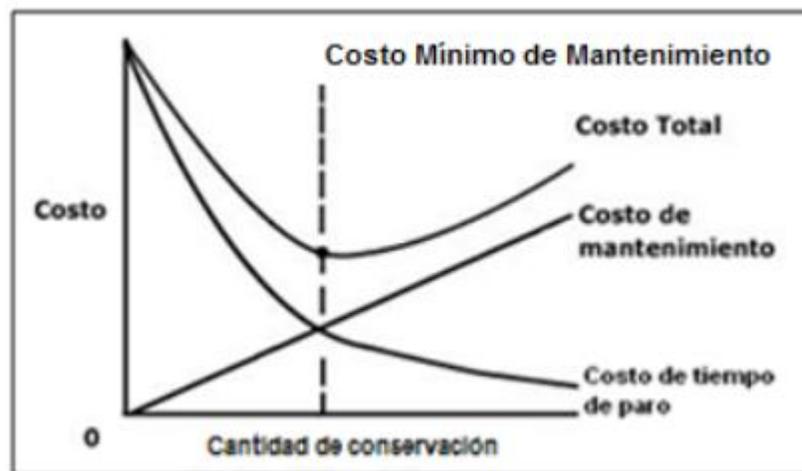


Figura 6. Costo de mantenimiento

Entonces el costo mínimo será el punto más bajo del costo total, que cumpla con la condición que trazando una línea perpendicular con el eje X pase por el punto de intersección entre la recta de los costos de mantenimiento y la curva de los costos de tiempo de paro. En conclusión cuando el costo de mantenimiento es igual al costo de tiempo de paro se obtiene el costo mínimo de mantenimiento.

Teniendo como fundamento esto, se establece el nivel de costos de mantenimiento, que es la relación entre el costo de mantenimiento y el costo de tiempo de paro, cuando esta razón toma el valor de 1 quiere decir que se encuentra en el punto de equilibrio. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

$$\text{Nivel de Conservación} = \frac{\text{Costo de tiempo de paro}}{\text{Costo de mantenimiento}}$$

El punto que se obtiene como costo mínimo, debe traducirse a la vida real como una zona óptima de costos. Es de especial cuidado no caer en la trampa de realizar muchos mantenimientos preventivos que conllevaran al incremento de costos hasta llegar al punto de hiper-conservación, punto en el cual se realizan un gran número de actividades de mantenimiento que los equipos comienzan a fallar por exceso de intervención y a representar grandes inversiones en costos por mantenimiento. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.7. PLANTAS DE PROCESAMIENTO

Una planta de procesamiento es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o agregados. Las mismas suelen ser explotaciones de pequeño tamaño, aunque el conjunto de ellas representa, probablemente, el mayor volumen de la minería mundial. La podríamos definir como una mina, pero a diferencia de éstas, no está bajo tierra, es decir, una cantera es una mina no subterránea. En este sentido, por lo general se encuentran en lugares en donde hay abundantes rocas o formaciones rocosas, por ejemplo cerros o sierras. (W. Bender; F. Handle. 1982). A nivel mundial se utiliza la extracción minera de rocas para llevar adelante proyectos de construcción y es por esto que las plantas de procesamiento están en todas partes.

Las plantas de procesamiento cuentan con maquinarias fijas y diseñadas para procesar minerales con ciertas especificaciones granulométricas, con el fin de extraer el material de

construcción el cual es una materia prima o, con más frecuencia, un producto elaborado empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil.

Desde sus comienzos, el ser humano ha modificado su entorno para adaptarlo a sus necesidades. Para ello ha hecho uso de todo tipo de materiales naturales que, con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología, se han ido transformando en distintos productos mediante procesos de manufactura de creciente sofisticación. Los materiales naturales sin procesar (piedra, madera, arcilla, metal, agua) se denominan materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (yeso, cemento, acero, vidrio, ladrillo) se denominan *materiales de construcción*. (W. Bender; F. Handle. 1982).

Los materiales de construcción se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de materias primas abundantes y de bajo costo. Por ello, la mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra. Además, es conveniente que los procesos de manufactura requeridos consuman poca energía y no sean excesivamente elaborados.

A continuación se define el proceso y maquinarias de procesamiento fijas de las plantas modelos, haciendo una breve referencia, ya que el enfoque del Trabajo Especial De Grado en el diseño de la maquinaria de extracción.

2.7.1. Canteras

Las canteras son las explotaciones a cielo abierto de masas geológicas o yacimientos de donde se extraen las piedras, puede ser confundida en ocasiones como una mina, la diferencia consiste en el tipo de material extraído.

Las técnicas para extraer piedras se da mediante excavaciones de bancos naturales utilizando maquinas industriales o explosivos, estudiando primero el lugar a explorar. Cuando los yacimientos se localizan con poca profundidad la explotación se hace al descubierto o cielo abierto, a diferencia de lugares profundos donde se hace subterránea.

Existen canteras de materiales inertes para conglomerados de cemento, de materiales para ladrillos (arcilla) o cementos (calizas), de mármoles y piedras ornamentales así como canteras para construcciones de carreteras (tierra, grava). (Sánchez Roberto, 2012)

2.7.1.1. Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.

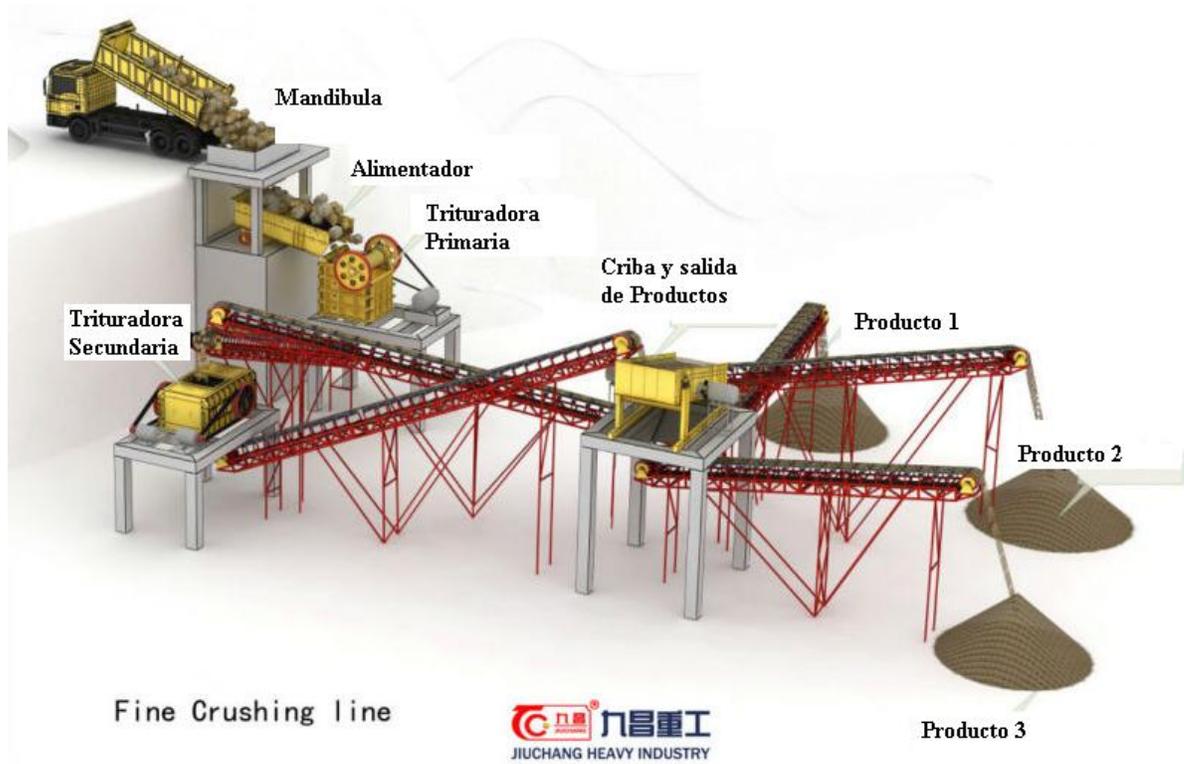


Figura 7. Proceso de una cantera

1. Remover Estériles: Ésta es una de las operaciones que toma el mayor tiempo de ejecución y planeación dentro de la explotación minera de la cantera debido a que previo a comenzar con los elementos, se debe definir cuál va a ser la zona a explotar según las características del material de la roca de la zona y la planeación de la producción.
2. Explotar y fracturar cara de la roca: Luego de tener el terreno (zona de explotación) dispuesta para la explotación minera, se fractura el suelo lo máximo posible con la retroexcavadora con martillo para luego explotarlo.

3. Repicar roca: Con procesos hidráulicos se repica la roca hasta reducir su tamaño a medio, (es un tamaño grande pero que permite la trituración primaria evitando el daño de la máquina y que la retroexcavadora lo mueva hacia ella).
4. Cargar a primaria: En esta operación, la retroexcavadora con balde roquero no sólo recoge la roca tamaño medio sino que a su vez, la deposita en el impactor de martillo para ser triturada.



Figura 8. Planta de procesamiento de piedra y arena

5. Trituración primaria: Consiste en disminuir considerablemente el tamaño de la roca que se encuentra, para lograr la trituración final en tolva y criba de base.
 - ✓ Triturar roca tamaño reducido: El impactor de martillos, tritura las rocas tamaño medio y más pequeño.
 - ✓ Salida de roca triturada por banda transportadora a banda rígida: La roca triturada sale para ser transportadas a trituración secundaria.
6. Descargar a secundaria: La volqueta rígida recibe, transporta y descarga el material triturado a trituración secundaria.

7. Tolva y criba de base: La tolva recibe la roca según características del producto programado en la orden de producción y la criba transporta la roca seleccionada hacia el impactor.
- ✓ Abastecimiento de roca triturada en tolva: La tolva recibe roca triturada de trituración primaria.
 - ✓ Distribuye roca con destino al impactor principal: La tolva activa su subsistema de selección de material según características específicas para pasar al impactor principal.
 - ✓ Salida de material por criba de base: El material triturado pasa por la criba para llegar al impactor principal.
8. Inspección para evitar atascamientos: En esta operación, se revisa visualmente la alimentación de la trituración primaria, la idea, es inspeccionar que no se presenten atascamientos.
9. Trituración secundaria (Martillar material): El impactor recibe las rocas seleccionadas por la tolva y éstas son martilladas con un martillo hidráulico. Abastecimiento del impactor con roca seleccionada: La criba abastece al impactor para la trituración secundaria.
10. Criba y salida de productos: Debido a que de la explotación minera salen varios productos diferentes, la criba los separa para que al salir por las bandas transportadoras, cada uno llegue a su respectivo lugar para luego ser pesados.

Tamaños de distribución

$$25/40 = 1^{1/2}"$$

$$15/25 = 1"$$

$$5/15 = 3/4" \text{ (Arrocillo)}$$

$$0/5 = \text{Arena triturada}$$

$$0/2 = \text{Arena de Adoquine}$$

Tabla 4. **Tamaño de distribución**

- ✓ Distribuye de material triturado según especificaciones
- ✓ Salida de material por banda transportadora: Los productos salen por la banda transportadora para su posterior pesaje. (Sánchez Roberto, 2012)

2.7.2. Planta de Cemento

Se define como el sitio de fabricación del cemento, el cual es extraído de yacimientos naturales o bien sea los minerales son transportados hasta el sitio de molienda. Continuación de especifican las etapas de procesamiento para la obtención de Cemento en Granel o por sacos.

Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.

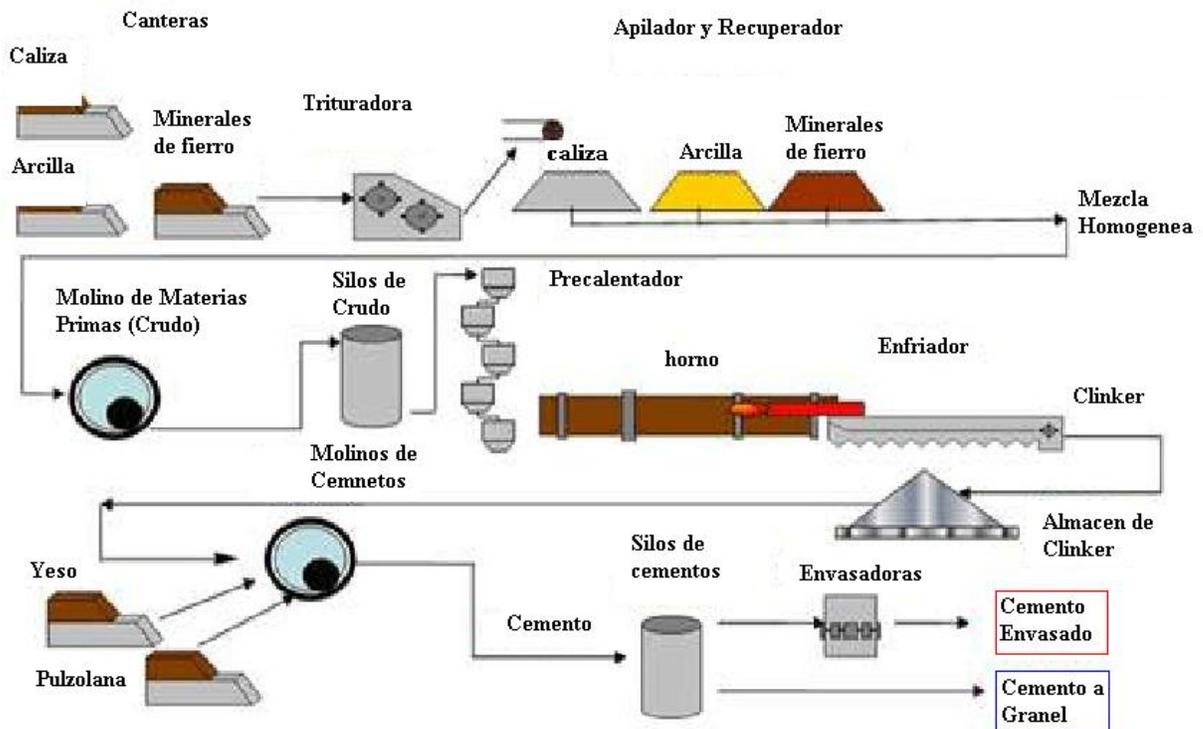


Figura 9. Esquema de ciclo de desarrollo del Cemento desde el yacimiento hasta su uso (Manual Metso).

Las puzolanas naturales son normalmente materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias de composición silíceo o silico-aluminosa o combinación de ambas, que finamente molidos y en presencia de agua reaccionan para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio capaces de desarrollar resistencia.

Composición química: SiO_2 reactivo, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO y otros compuestos.
Especificaciones: SiO_2 reactiva > 25%

1. **Extracción:** Se desmonta el área a trabajar y se lleva a cabo el descapote, posteriormente se barre aplicando el plan de minado diseñado, se realiza la carga de explosivos y se procede a la voladura, tumbe y rezagado, carga y acarreo a planta de trituración. Las materias primas para fabricar el Clinker, base para la fabricación del cemento, son esencialmente la caliza (75%) y las arcillas (20%), además se emplean minerales de hierro y sílice en cantidades pequeñas para obtener la composición deseada.
2. **Trituración:** Todo el material de la cantera se tritura y clasifica para alimentar a los molinos. En esta etapa se realiza la trituración primaria y secundaria, de donde se transporta el material a los respectivos patios de almacenamiento.
3. **Pre homogeneización:** Se lleva a cabo mediante un sistema especial de almacenamiento y recuperación de los materiales triturados, de tal forma que el material resultante sea uniforme en distribución de tamaño y composición química.
4. **Molienda:** El principal objetivo de la molienda consiste en preparar el tamaño y la mezcla de materias primas para alimentar el horno y que éstas puedan procesarse en forma efectiva y económica. En los molinos se hace un muestreo, se verifica la composición química mediante análisis por rayos X y con tamices se comprueba la finura del polvo.

5. Homogeneización: El producto de la molienda se lleva a un silo homogeneizador, donde se mezcla el material para mejorar su uniformidad y después es depositado en silos de almacenamiento. Posteriormente es transportado a la unidad de calcinación.
6. Calcinación: El horneado a altas temperaturas (superiores a 1,350°C) causa que las materias primas preparadas y constituidas anteriormente reaccionen y se combinen para producir el Clinker, el cual pasará por un enfriador antes de ser almacenado.
7. Almacenamiento de Clinker: Después de su enfriamiento, el Clinker se transporta con grúas o bandas a los almacenes donde es separado, probado, mezclado con yeso y otros ingredientes y transportado para alimentar a los molinos de Clinker.
8. Molienda final: Los molinos se alimentan con Clinker, yeso y cantidades pequeñas de otros ingredientes que deben ser cuidadosamente medidos. Generalmente los sistemas de molienda final son circuitos cerrados en los que los separadores de aire clasifican por tamaños a los productos, enviando los más finos a los almacenes y las fracciones más gruesas son regresadas a la molienda. En esta etapa se realiza la transformación de Clinker en cemento.
9. Envase y embarque: El producto se muestrea y su calidad es verificada antes de ser cargado para su embarque. De los silos almacenadores de cemento parten ductos para sacarlo y transportarlo o terminal de carga para entrega a granel. (DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO MINERO, 2014)

Este procedimiento de fabricación del cemento se denomina "seco" y difiere del "húmedo" en que, en este último, al polvo crudo se le agrega agua, formando una pasta fluida que permite mejor mezclado, que en seco, y el transporte por bombeo. Mediante unos filtros continuos se extrae el exceso de agua y con un tornillo sin fin se hace pasar la masa al horno.

2.7.3. Arenera por extracción en río

Los áridos se forman por la descomposición de la roca que en forma natural cae a los lechos de los ríos. En el proceso de arrastre se van convirtiendo en arena y en ripio. Posteriormente son tratados como materias primas en areneras por extracción en río. (Marcela Cárdenas, Eduardo Chaparro. Octubre 2004).

2.7.3.1. Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.

Los procesos de erosión – arrastre y sedimentación que han dado lugar a la acumulación de material pétreo han sido antecidos por las glaciaciones y los consiguientes procesos aluviales, o alternativamente por alteraciones hidrotermales o actividad tectónica.

También se encuentran como depósitos de acarreo, más recientes y por lo tanto menos cohesionados, conformando conos aluviales activos, con actividades o asentamientos humanos en sus cercanías. Esta actividad se realiza de la siguiente manera:

- Extracción de arena desde bancos areneros: corresponde a la obtención de los materiales de construcción, de granulometría fina (arena y limos) y se practica mediante la sedimentación por gravedad en un banco o canal artificial por el cual se conduce el cauce de un río.
- Extracción de material integral desde cauce de río: la extracción de minerales de construcción en cauces se realiza en depresiones con escurrimiento de agua.
- Extracción en cauces efímeros: hay cauces que solo llevan agua durante épocas de la lluvia y luego secan. En estos cauces se almacena arena que puede ser extraída y cada vez que llueve se regenera el depósito.

(Marcela Cárdenas, Eduardo Chaparro. Octubre 2004).

2.7.4. Alfarería

Por lo general, el concepto de alfarería se utiliza para hacer referencia a aquellas piezas realizadas sin esmalte o con barniz aplicado en una única cocción. Reescribir porque tiene una mancha de fondo.

2.7.4.1. Descripción general del proceso incluyendo máquinas y equipos que intervienen.

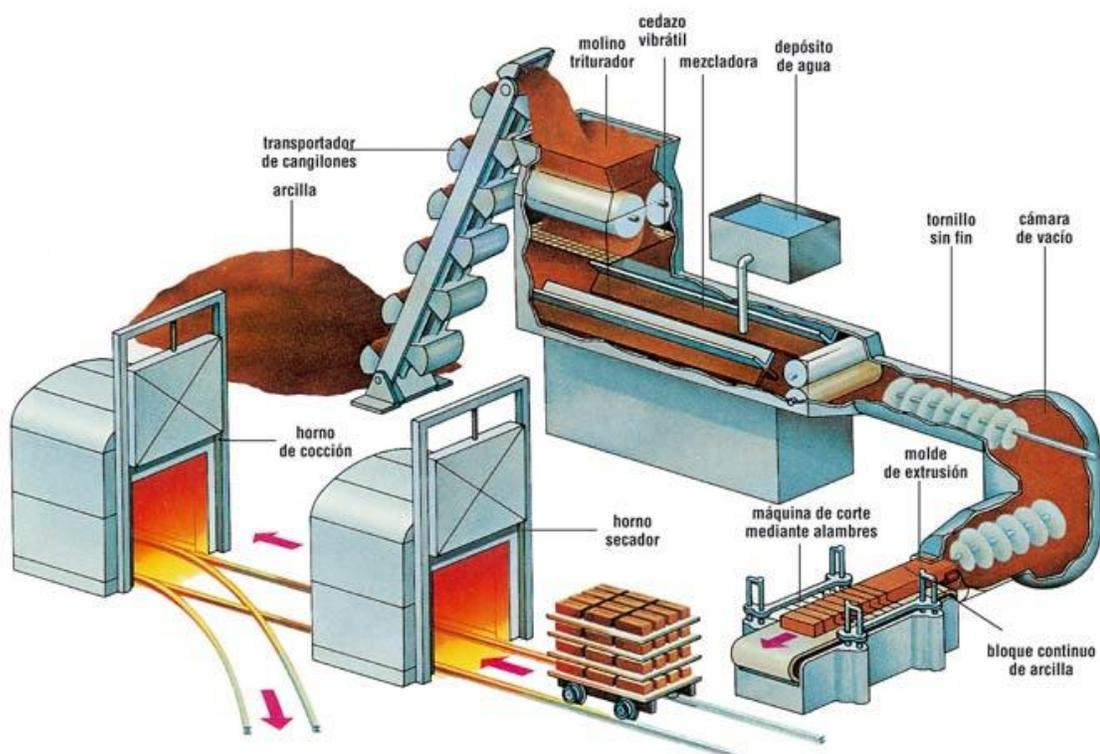


Figura 10. Esquema de procesamiento de la arcilla desde el yacimiento hasta la obtención del bloque. (Occi Arcilla, 2013)

1. Molino: La arcilla en forma de bloques es secada en forma natural o en forma artificial. La arcilla seca es llevada a unas tolvas dosificadoras que alimentan la arcilla a unos molinos de rodillos, donde se disminuye de tamaño el material grueso, esta arcilla ya tratada es llevada luego a un elevador de cangilones que llevan el material hasta unos molinos de conos, donde se obtiene finalmente el tamaño requerido de la arcilla. Una vez sale la

arcilla del molino es llevada a un elevador de cangilones que alimenta a un tornillo sin fin, el cual es el encargado de llevar la arcilla a los silos de almacenamiento de diario.

2. Mezcladora: Una vez se tienen las materias primas e insumos a las condiciones óptimas para ser utilizados en la preparación de los diferentes productos refractarios, son llevados a unos silos, llamados silos de almacenamiento de diario, en donde se almacena la Bauxita, la arcilla, el silicato de calcio, el cemento, etc. Los silos de almacenamiento de diario presentan un sistema de basculación automático, que permite distribuir las materias primas de acuerdo a la formulación del producto refractario que se quiere fabricar.
3. Extrusor: Consiste en vaciar la “masa cerámica plástica” en moldes para obtener el “Bloque de arcilla crudo”. El procedimiento de moldeado puede ser por vaciado manual en moldes, por extrusión en máquinas de moldeo plástico, o por prensado en seco. El proceso de moldeo por extrusión es el que se utiliza en las grandes ladrilleras formándose un molde continuo el cual se corta de acuerdo a las medidas del producto que se va a fabricar.
4. Horno: Se realiza en hornos de túnel, que en algunos casos pueden llegar a medir hasta 120 m de longitud, y donde la temperatura de la zona de cocción oscila entre 900 °C y 1000 °C. En el interior del horno la temperatura varía de forma continua y uniforme. El material secado se coloca en carros especiales, en paquetes estándar y es introducido por una de las extremidades del túnel, saliendo por el extremo opuesto una vez que está cocido. Es durante la cocción cuando se produce la sinterización, de manera que la cocción resulta una de las instancias cruciales del proceso en lo que a la resistencia del ladrillo respecta. (Richard Marmani L. 2001).

2.8. MAQUINARIA DE EXTRACCION

2.8.1. Excavadora



Figura 11. Excavadora (Manual de Caterpillar)

Se trata de un tipo particular de máquinas autopropulsada con una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360°, cuya función básica es la de ser capaces de remover tierra u otros objetos que se encuentran en el camino.

Excavadora	
Capacidad del cucharón (m ³)	2,1
Factor de llenado (%)	100
Disponibilidad (%)	95
Peso del camión al máximo de su capacidad (kg)	13100

Tabla 5. **Características de la Excavadora**

Funcionamiento: Las excavadoras en una cantera son utilizadas para explotar y cargar el material además es empleada para excavar cuando la roca es blanda o fracturada. Este equipo corta usando el cucharón que posee en el extremo de su brazo. En algunas oportunidades se equipa con un martillo hidráulico en sustitución del balde para ayudar a fragmentar las piezas de roca que no quedaron del tamaño esperado.

2.8.2. Tractor sobre Oruga



Figura 12. Tractor sobre oruga. (Manual de Caterpillar)

El tractor es un equipo para movimiento de tierra de gran potencia y robustez que fue diseñado especialmente para el trabajo de corte (excavar) y al mismo tiempo de empuje (transportar, estoquear). El tractor además tiene la posibilidad de empujar a otras máquinas cuando estas lo necesiten.

Tractor Sobre Oruga	
Capacidad del cucharón (m ³)	3,21
Peso del camión al máximo de su capacidad (kg)	28058
Disponibilidad (%)	95

Tabla 6. Características del Tractor Sobre Oruga

Funcionamiento: El tractor o bulldozer tiene como principal función producir el material, acarrearlo y empujarlo. El tractor también es usado para hacer los caminos que facilitaran la movilización vehicular dentro de la cantera tanto para equipos pesados como para vehículos livianos.

2.8.3. Motoniveladora



Figura 13. Motoniveladora (Manual de Caterpillar)

Una motoniveladora es una máquina de construcción que cuenta con una larga hoja metálica empleada para nivelar terrenos. Además posee escarificadores para terrenos duros, los cuales puede ubicar al frente, en medio del eje delantero y la cuchilla o en la parte trasera, llamándose en este caso Ripper. Generalmente presentan tres ejes: la cabina y el motor se encuentran situados en la parte posterior, sobre los dos ejes tractores, y el tercer eje se localiza en la parte frontal de la máquina, estando localizada la hoja niveladora entre el eje frontal, y los dos ejes traseros.

Motoniveladora	
Peso bruto (kg)	13843
Ancho de la Hoja (m)	3,7
Disponibilidad (%)	95

Tabla 7. Características de la Motoniveladora

2.8.4. Camiones articulados



Figura 14. Camiones articulados. (Manual de Caterpillar)

Es parecido al camión de roca pero se diferencia porque posee dos partes independientes pero articuladas entre sí, la tractora delantera y la tractora de carga. La parte trasera es de mayor poder de maniobra ya que la caja de carga puede adoptar cualquier ángulo de 0° a 90° en relación con el elemento tractor.

Camiones Articulados	
Peso vacío (kg)	28032
Peso del camión al máximo de su capacidad (kg)	36287
Disponibilidad (%)	95
Velocidad límite (km/h)	56

Tabla 8. Características de los Camiones Articulados

2.8.5. Cargador Frontal



Figura 15. Cargador frontal. (Manual de Catepillar)

La cargadora frontal es un equipo tractor, montado en orugas o ruedas, que tiene un cucharón de gran tamaño en su extrema frontal.

Las cargadoras son equipos de carga, acarreo y eventualmente excavación, en el caso de acarreo solo se recomienda realizarlo cuando las distancias a recorrer son muy cortas.

Este equipo caminero da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y aumentar la producción. Su uso en las canteras es para la carga de los camiones del material fracturado producto de la voladura y amontonado por los tractores.

Cargador Frontal	
Capacidad del cucharón (m3)	4,4
Peso del camión al máximo de su capacidad (kg)	18676
Disponibilidad (%)	95

Tabla 9. Características de los Cargador Frontal

Funcionamiento: En las actividades de la cantera los cargadores frontales tienen dos funciones, la carga del material fracturado en la voladura en los camiones roqueros y la carga del material procesado en los camiones de ruta que van a buscar el agregado.

2.8.6. Camiones Roqueros



Figura 16. Camiones Roqueros. (Manual de Caterpillar)

Para el transporte de material pétreo se emplean los camiones los cuales son equipos de transporte para cortas y largas distancias.

Camiones Roqueros	
Peso vacío (kg)	28032
Peso del camión al máximo de su capacidad (kg)	36287
Disponibilidad (%)	95
Velocidad límite (km/h)	56

Tabla 10. Características de los Camiones Roqueros

Funcionamiento: En la explotación de una cantera los camiones cumplen una función muy importante ya que son los encargados del transporte del material que puede ser enviado a la planta o al lugar donde se lo requiera. Estos camiones son generalmente los conocidos como camión rígido o roquero, deben soportar el impacto de las rocas cuando les son descargadas.

2.8.7. Retroexcavadora con aplicación de martillo hidráulico



Figura 17. Retroexcavadora con aplicación de martillo hidráulico. (Richard Marmani (2001).

La retroexcavadora es un equipo auxiliar en los trabajos de minería. Sirve para cargar pequeños volúmenes de tierra y se le aplica un martillo sustituyendo el cucharón posterior.

Retroexcavadora con Martillo Hidráulico	
Capacidad del cucharón (m ³)	4,4
Peso del camión al máximo de su capacidad (kg)	18676
Disponibilidad (%)	95

Tabla 11. Características de la Retroexcavadora con Martillo Hidraulico

2.8.8. Estimación de los rendimientos de la maquinaria

En el caso de los rendimientos se hace la aclaratoria de “estimación” y no de cálculo, pues este valor depende de las condiciones de trabajo que se asumen. Para la estimación de los rendimientos de la maquinaria es necesario conocer el tipo de máquina, el recorrido y características del terreno, la cantidad de obra y el tipo de material, la capacidad operativa de

la máquina, y en algunos casos se nos solicita cumplir con un plazo de entrega de la obra a ejecutar. Una buena planificación de la obra con un detallado movimiento de masas impedirá sorpresas durante la ejecución, se deberán estimar los rendimientos de los distintos circuitos diseñados y así estar preparados para saber que el número de viajes irá variando durante la obra y que no será un valor constante; de igual manera tendremos de antemano una estimación de cuántos serán los viajes en cada etapa de la obra al ir variando los circuitos y tomar las previsiones para que se cumplan. Cada uno de estos circuitos tendrá un rendimiento distinto y al verter esta información en el plan de trabajo obtendremos el rendimiento promedio, que será el utilizado en el cálculo del Pu a ser ofertado. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.1. Tipo de maquina

Las condiciones de la máquina y el año de su fabricación son factores importantes para la estimación de rendimientos, así una maquina nueva tendrá un rendimiento mayor a una vieja, al igual que una maquina en buenas condiciones con respecto a otro en malas condiciones. No está de más citar que las características del motor de las maquinas también interfieren en el rendimiento de los mismos, como también la tecnología de la maquinaria. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.2. Recorrido y características del terreno

El rendimiento viene afectado directamente por el tiempo de ejecución que realiza la máquina en cada actividad y su recorrido influye en dicho tiempo. Para una misma cantidad de obra las características del recorrido a realizar varían el rendimiento. La pendiente del recorrido, el estado de la superficie de rodadura, la humedad del suelo y la distancia del recorrido son las características que hay que tomar en cuenta para la estimación de los rendimientos. Al presentar pendientes bajas, una superficie de rodadura nivelada y en buenas condiciones, un suelo no muy húmedo, y una distancia del recorrido no muy larga, los rendimientos serán mayores que cuando se presenta todo lo contrario; esto se debe a que el tiempo de ejecución será menor, por lo que el rendimiento será mayor y los precios unitarios obtenidos serán menores. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

Cuando se hace el análisis del tiempo total de circuito se tiene que el tiempo de transporte, tanto de ida como de regreso es el más importante de todos. Los tiempos en el corte y en la descarga, si se han diseñado bien las cuadrillas de máquinas serán prácticamente fijos, dándose la variación en los tiempos del recorrido. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.3. Cantidad de obra y tipo de material

La cantidad de obra a ejecutar es fundamental para la estimación de los plazos, para obras pequeñas se utilizaran maquinas pequeñas con rendimientos inferiores a las de más tamaño.

Hay casos en que el ente contratante desea plazos de ejecución cortos y habrá que decidir si caben máquinas de gran tamaño y si se justifica su traslado, a menos que el ente esté dispuesto a correr con los costos que esto significa ya que los PU resultantes serán mayores al promedio del mercado para obras similares. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

El tipo de material que se va a trabajar influye en el rendimiento de la ejecución de la obra. Los suelos muy duros necesitan de escarificadores o explosivos para su corte, lo que incrementa el costo de dicha actividad. Cuando son muy blandos pueden saturarse con facilidad y su manejo se dificulta. Debido a esto se afectan las maniobras en el corte, la carga y descarga del material. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

Es importante considerar que lo más importante es el rendimiento del ciclo. Por ejemplo si se tiene buena capacidad de relleno y hay buena viabilidad de recorrido, no se debe indicar una merma del rendimiento cuando estamos ante un material que deba ser escarificado, se debe indicar un incremento en los costos al necesitar máquinas que escarifiquen para que el resto de la cuadrilla continúe con sus rendimientos sin alterar el ciclo. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.4. Capacidad operativa de la maquina

Para la estimación del rendimiento real de la maquina es necesario evaluar características operativas, tales como: disponibilidad de la máquina y eficiencia de operación, para evaluar esta última, es necesario tomar en cuenta el operador, las condiciones del trabajo

y el equipo en sí. Además de las características operativas de la maquinaria también influyen ciertos factores que son propios del país, los cuales disminuyen la capacidad de operación y por ende los rendimientos teóricos. Todos estos son factores que disminuyen el rendimiento teórico estimado. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.5. Disponibilidad de la maquina

La disponibilidad de la maquinaria influye notablemente en el rendimiento real, a medida que la maquina tiene más horas de uso, las reparaciones aumentan y pasa más tiempo parada, reduciendo su disponibilidad. El rendimiento de una maquina viene influenciado por la cantidad de años que ésta tiene de fabricación, a medida que la maquina es más antigua su rendimiento será menor, es posible que una maquina con muchos años de fabricación puedan trabajar con buena eficiencia durante períodos cortos de tiempo, pero su baja disponibilidad hace que el rendimiento global sea bajo. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

Es importante resaltar que además del desgaste que puede presentar una máquina por su antigüedad, la adquisición de los repuestos para su reparación se hace cada vez más difícil; como esta maquinaria es fabricada en el exterior, se requiere la compra de los repuestos fuera del país. En algunas ocasiones, debido a la antigüedad de las máquinas, los repuestos necesitados no están programados dentro de la línea de producción y estos se tendrían que mandar a fabricar, lo que trae como consecuencia el paro de las maquinas por un período de tiempo prolongado, afectando de esta manera el rendimiento de la obra. Los fabricantes garantizan la producción de partes para maquinaria que no tengan más de 10 años de fabricación.

Debido a lo expuesto anteriormente concluimos que una maquina nueva posee un porcentaje de disponibilidad igual al 100%, mientras que a medida que ésta presenta mayor tiempo de fabricación su porcentaje de disponibilidad irá disminuyendo. Lógicamente una máquina usada y de antigua fabricación no podrá realizar, con el mismo rendimiento, una misma cantidad de obra que una máquina nueva. Hay que tener en cuenta estos dos factores: disponibilidad que nos dice que porcentaje del tiempo laboral podemos contar con la máquina

y eficiencia que indica con que desempeño puede ejecutar la labor asignada, la cual va descendiendo a medida que envejece. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

La disponibilidad de la maquina también se ve afectada por algunos factores que son propios de nuestro país, los cuales han sido nombrados en los capítulos anteriores, éstos son:

1. Poco apoyo técnico de los distribuidores locales.
2. Dificultad en la ubicación de repuestos: la maquinaria promedio existente en el país tiene más de 25 a 30 años de fabricación, lo que dificulta la ubicación de los repuestos. Retardo en la consecución de los repuestos: ausencia de inventario en los proveedores locales y trabas aduanales para rapidez de importación, además de los trámites ante DICOM.
3. Poco incentivo para motivar la productividad del trabajador, la Ley del Trabajo y la Convención Colectiva protegen en demasía a los trabajadores.

2.8.8.6. Factor humano

Cuando se estiman los rendimientos teóricos, se supone que la maquinaria no se daña y que son operados por “robots humanos”, cuando en realidad son personas objeto de necesidades y de responsabilidades. Hay que tener operadores conscientes de la responsabilidad que están asumiendo al entregárseles máquinas de un gran valor, para que los hagan producir. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.7. Operador

La capacidad del operador incide en el rendimiento del trabajo a realizar, por ello es necesario contratar personal de primera, que tenga una gran experiencia en el manejo de máquinas, para así presentar rendimientos mayores; también se busca que no ocurran daños y desperfectos en las maquinarias debido a su mal uso u operación, que paralizarían el uso de la misma, afectando el rendimiento de la cuadrilla. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.8. Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo que se presenten en la ejecución de las actividades afectan el rendimiento de operación de la maquinaria. Si se trabaja en un lugar llano y con suficiente espacio, el rendimiento será mayor que cuando se trabaja en un sitio montañoso y con poco espacio, en donde la maniobrabilidad se ve afectada. La época del año en la cual se está realizando la actividad afecta el rendimiento de la misma; si se encuentra en época de lluvia (invierno) el rendimiento de la maquinaria será bajo, en comparación con la época de sequía (verano). También influye el hecho que en la obra haya mucho polvo o tierra debido al paso de los camiones y al manejo de la tierra, ya que la visibilidad del operador se vería limitada. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.8.9. Características de la maquina

Todos las maquinas tienen también su propio ciclo de trabajo, sobre todo las máquinas de corte y carga. Conociendo como operan las distintas máquinas y cuánto tiempo demoran en su ciclo interno, se puede ensamblar las cuadrillas para no tener exceso o deficiencia de máquinas.

Del manual del fabricante de la maquina se obtienen características de la maquinaria ligadas a la producción de los mismos, las cuales hay que comparar con las exigencias de las actividades. Estas características son:

- **Fuerza Motriz Disponible (FMD):** Es la potencia bruta máxima que puede entregar la máquina.
- **Fuerza Motriz Utilizable (FMU):** Es la fracción de la fuerza motriz disponible que puede realmente entregar la máquina. Es la fuerza propulsora en las ruedas o en la cadena. La relación de ambas fuerzas viene dada por el Coeficiente de Tracción (CT).
- **Fuerza Motriz Requerida (FMR):** Es la fuerza necesaria para vencer la resistencia total.

- **Resistencia Total (RT):** Es el efecto combinado de la Resistencia a la Rodadura (RR) (vehículos de ruedas) y la Resistencia a la Pendiente (RP) (vehículos de ruedas y oruga)

$$RT = RR + RP$$

La Resistencia Total puede expresarse como constituida totalmente por resistencia en pendiente expresada en porcentaje de pendiente. A la pendiente equivalente se le denomina **pendiente compensada**.

La FMU siempre debe ser mayor que la FMR, de lo contrario la máquina no podrá ejecutar la actividad. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.8.9. Plazo de entrega de la obra

En la mayoría de las aplicaciones de movimientos de tierra y manejo de materiales, la producción se calcula mediante los siguientes procedimientos, que dependen de las características anteriormente expuestas:

- Se determina la carga
- Se determina el tiempo del ciclo
- determina la producción por hora
- Se consideran los factores de corrección.

La carga se refiere a la capacidad de la máquina o la carga por ciclo. Comúnmente el movimiento de tierras se calcula por volumen en banco (m^3), por lo que el volumen de la unidad de acarreo se debe convertir a m^3 en banco, también habrá que aplicar el factor de llenado, dependiendo del material a manejar. El tiempo del ciclo se divide en cuatro partes: carga, acarreo, descarga y regreso. En general existen partes del tiempo de ciclo que se mantienen prácticamente constantes. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

La parte variable del tiempo de ciclo se calculará mediante las gráficas dadas por el fabricante, como se dijo antes el tiempo de recorrido es el que más varía y este se calcula conociendo la velocidad de la máquina y la distancia recorrida. Las gráficas que se encuentran en los manuales de operación de las distintas máquinas para el cálculo de la velocidad teórica,

toman en cuenta las pendientes a realizar, el tipo de material sobre el cual se hará el recorrido, la fuerza motriz entregada y el peso total, que será el de la maquina más la carga, o solamente el peso de la maquina cuando va vacía. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

La producción por hora se calcula multiplicando la carga por ciclo por el número de ciclos por hora. El resultado obtenido nos proporciona la producción por hora al 100% de eficiencia por lo que habrá que aplicarles los factores de corrección debido a la capacidad operativa de la máquina. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

$$\textit{Producción Real} = \textit{Carga} \times \textit{Prod. horaria ideal} \times \textit{Factores de corrección}$$

Actualmente se han desarrollado programas de computación para la estimación de los rendimientos, donde se evalúan los aspectos anteriormente mencionados. (Eduardo Madrigal Quevedo. 1994).

2.9. MARCO LEGAL

La actividad minera debe buscar la preservación de los equilibrios ambientales y la contribución más efectiva al bienestar social. Para ello se requiere un marco de ética social y voluntad política que lleve a los actores del sector minero a compartir valores y metodologías para un propósito común. (Vargas, 2004).

De experiencias internacionales se deduce que el desarrollo sostenible necesita integración de políticas y desarrollo estratégico para satisfacer las necesidades humanas futuras y que también mejore la calidad de vida y proteja el ambiente del cual dependemos. (Villas Boas et al, 2005).

La minería de un país para transformarse y avanzar como un sector productivo debe estar de acuerdo con las orientaciones generales del plan económico del país. (De Echave, 1997), para lo cual se deben estimular debates sobre políticas socio ambientales en los temas de cierre de minas (Hoskin, 2000), reutilización y disminución del consumo de recursos no

renovables, ya que contiene un importante componente ambiental y social y continúan siendo un reto para la sociedad.

2.9.1. Art. 12 de la constitución actual aprobada en el año 1999.

“Los yacimientos mineros y de hidrocarburos, cualquiera que sea su naturaleza, existente en el territorio nacional, bajo el lecho del mar territorial, en la zona exclusiva y en la plataforma continental, pertenecen a la república, son bienes del dominio público y, por tanto, inalienables e imprescriptibles. Las costas marinas son bienes del dominio público”. Constitución de la república bolivariana de Venezuela (Diciembre 1999). Publicada en gaceta oficial bajo el número 36860.

2.9.2. Empresa mixta

Una empresa mixta es un tipo de empresa que recibe aportes capitales por parte de particulares y por parte del estado, ciudad, provincia, etc. Por lo tanto no es una empresa de titularidad enteramente privada, ni enteramente pública, sino mixta. En el caso de Venezuela, se creó en el año 2006, un esquema de desarrollo de empresas mixtas, enfocadas al sector petrolero. Constitución de la república bolivariana de Venezuela (Diciembre 1999). Publicada en gaceta oficial bajo el número 36860.

2.9.3. ENCOVI

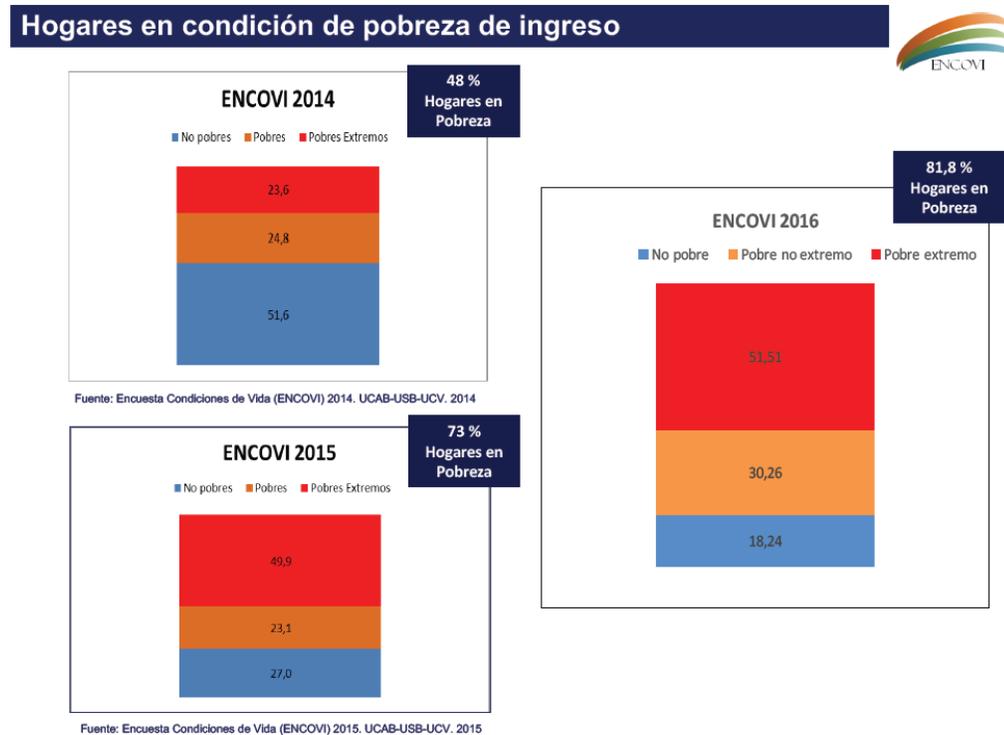
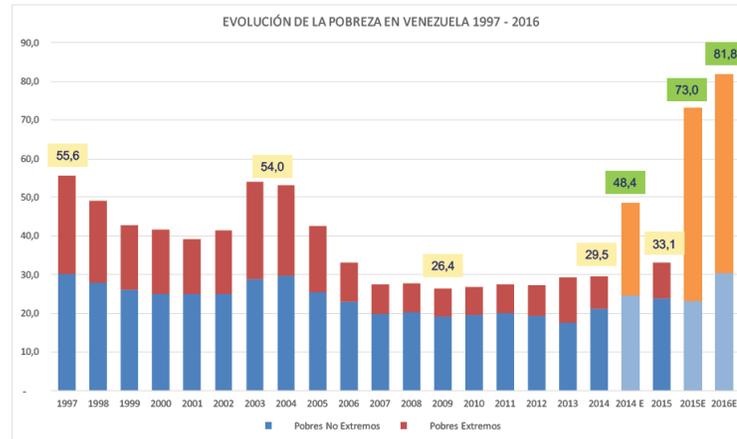


Figura 18. Estadística de condición de pobreza

La cuantificación estadística del déficit de viviendas resulta un ejercicio que origina discrepancias y controversias, ya que los métodos empleados siempre tendrán un margen de imprecisión y duda, sin embargo, a pesar de su inexactitud, ésta es una variable que debe tomarse en cuenta en los procesos serios de formulación de estrategias, políticas, planes y programas habitacionales. (ENCOVI 2016)

Techo de Pobreza de Ingreso: 81,8% de los Hogares



Fuente: INE. Encuesta de Hogares por Muestreo. 1997-2015. UCAB-UCV-USB. ENCOVI 2014-2015-2016

Figura 19. Estadística de pobreza de ingreso

El problema realmente es de capacidad física, no se ha seleccionado, ni urbanizado las tierras aptas para construir las viviendas, esto se analizara con detalle más adelante. Pero con un déficit de 2.000.000 unidades de viviendas, no significa que tenemos 10.000.000 de Venezolanos viviendo a la intemperie o debajo de los puentes, significa que viven en viviendas insalubres, en viviendas ubicadas en zonas inestables, viven en zonas carentes de servicios básicos, viven arrimados con familiares, viven en anexos de otras viviendas, algunos desean una vivienda mejor o están por formar una nueva familia. (ENCOVI 2016)

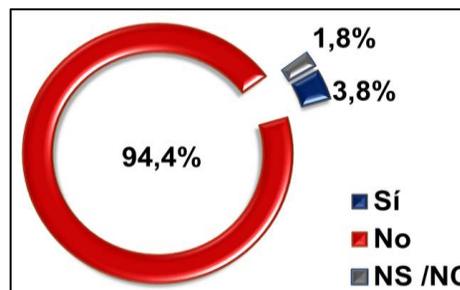


Figura 20. Porcentaje de la población que no tiene capacidad financiera para adquirir una vivienda nueva. Julio 2016. Fuente: Datanálisis. Encuesta Omnibus julio 2016.

La realidad de la demanda indica que más del 94% de las familias venezolanas que requieren una solución habitacional, no pueden acceder por si solas a los mercados formales de vivienda, según se evidencia en los resultados de la encuesta Omnibus –julio 2016.

2.9.4. Situación Actual con las Plantas Procesadoras de agregados en el País.

El Estado logró el control del 90% de la producción de cemento del país, tras un intenso proceso de intervenciones. En Venezuela existen 10 plantas de cemento estatales localizadas en 10 estados. La mayor está ubicada en Pertigalete, estado Anzoátegui. (ENCOVI 2016)



Figura 21. Distribución de plantas de cemento a nivel nacional

Las 10 plantas cementeras del país tienen una capacidad instalada de producción de 11.050.000 de toneladas anuales, según datos de la Corporación Socialista de Cemento. En el 2007 cuando las empresas eran privadas, la producción de cemento llegó a ser de 10,2 millones de toneladas métricas. En el 2015, la producción fue de 5.931.641 toneladas. Eso significa que la producción nacional bajó en un 42% como resultado de las políticas gubernamentales y el modelo económico implantado.

La producción nacional de cemento se encuentra en sus mínimos históricos. Entre el 2012 y el 2015 La Fábrica Nacional de Cemento (FNC) registró una caída de la producción

del 75%, Cemento Andino del 35%, Vencemos del 24% e Invecem del 8%. La producción de Cemento Cerro Azul es ínfima, representa solo el 10% de la capacidad instalada declarada oficialmente. Esta producción se logra alquilando maquinarias, equipos, comprando e importando materia prima, ya que la planta no ha sido concluida. (ENCOVI 2016)

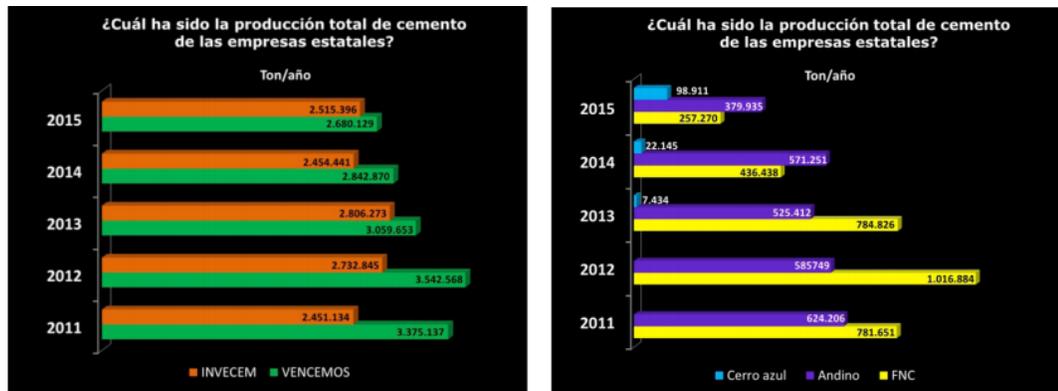


Figura 22. Producción total de empresas estatales

En términos operativos, en el 2015 la industria registró el nivel más bajo de utilización de su capacidad productiva (53%). El bajo porcentaje de uso de la capacidad instalada refleja la crisis que confronta el monopolio estatal del cemento, evidenciado en el deterioro de las plantas cementeras del país.

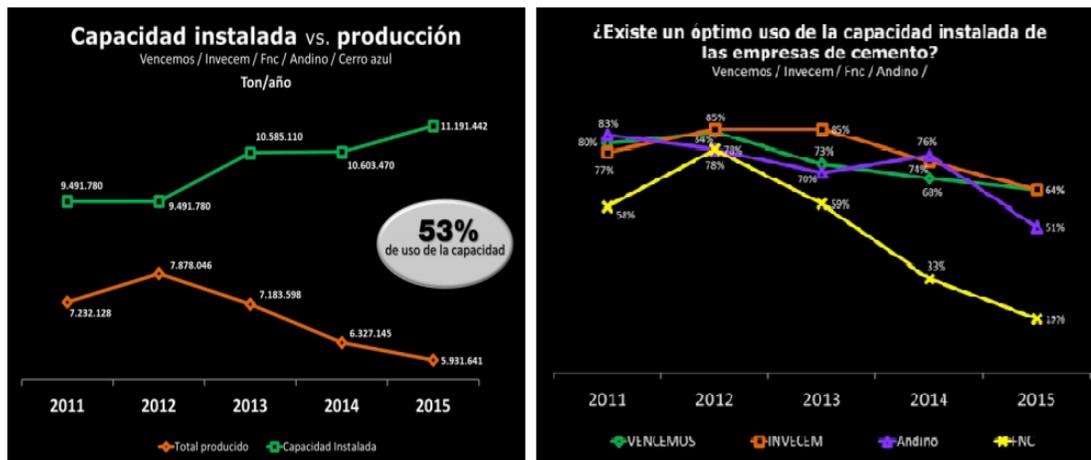


Figura 23. Comparación de la capacidad instalada vs producción.

2.9.5. Deterioro de instalaciones, Maquinarias y Equipos

Un problema común entre las cementeras estatizadas es el deterioro de sus instalaciones, maquinarias y equipos. La caída de la producción está relacionada con esta situación que se ha agudizado con los años.

Tomando en cuenta que no se toman las decisiones y acciones requeridas, sino que en el mejor de los casos, se efectúan arreglos parciales que comprometen las operaciones en el mediano y largo plazo. Los principales problemas del deterioro físico de la industria, comunes a las diferentes plantas son los siguientes:

- ✓ Reiteradas paralizaciones de los hornos que son corazón de la industria, donde se produce el Clinker, la base para la producción de cemento, las causas se las atribuyen a la falta de repuestos y mantenimiento adecuado.
- ✓ Fallas en equipos de las diversas líneas de producción afectando directamente la capacidad operativa.
- ✓ No se realizan los servicios de reparaciones de maquinarias, así como los mantenimientos preventivos menores y mayores.
- ✓ Problemas con la adquisición de equipos pesados, repuestos e insumos productivos para los mantenimientos ordinarios y extraordinarios.
- ✓ Obstáculos para la importación de repuestos, por fallas en la asignación de divisas.
- ✓ Falta de mantenimiento mayor en hornos, trituradoras, equipos de transporte de materia prima y molienda de crudos y cemento.
- ✓ Equipos dañados que no se reponen oportunamente.
- ✓ Falta de camiones para transportar la piedra caliza desde las canteras.

Para tal efecto se encuentra comprometida la extracción de materia prima de la cantera, por el reducido número de unidades móviles operativas (excavadoras, tractores, cargadores, camiones). (Observatorio de Derecho de Propiedad)

Capítulo 3

MARCO METODOLÓGICO

A continuación se presenta el proceso de investigación referente a las actividades que se realizaron para cumplir con el capítulo 1 del presente Trabajo Especial de Grado.

3.1. Nivel de la investigación

La metodología de esta investigación es de tipo Documental, este estudio es sustentado en un modelo operativo de única acción. Está orientado a proporcionar respuestas o soluciones a problemas planteados en una determinada realidad: Organizacional, económica, de calidad, entre otros.

En este sentido la delimitación de la propuesta final, pasa inicialmente por la realización de un diagnóstico de la situación existente y la determinación de las necesidades del hecho estudiado, para formular el modelo operativo en función de la demanda de la realidad abordada.

3.2. Diseño de la investigación

La técnica utilizada para la recolección de la información requerida con el fin de cumplir de los objetivos, fue entrevistas con trabajadores y personas que en tiempos pasados fueron dueños de plantas en Venezuela, las cuales suministraron en la medida de lo posible valores de la producción de algunas plantas a nivel nacional.

Para la investigación se adoptó un diseño de investigación documental, basándose en material bibliográfico, consultas electrónicas y visitas a campo. De esta manera se conoce la productividad actual de algunas plantas de minerales mencionadas en el capítulo III, corroborando además que el diseño de las plantas modelo son ideales para desarrollarse en algunas zonas selecciones en el país.

3.3. Sistema de variables.

Un sistema de variables consiste, en una serie de características por estudiar; definidas de manera operacional, es decir, en función de sus indicadores o unidades de medida. En la presente investigación se establecieron las siguientes variables:

Variable	Dimensiones	Indicadores
Producción de Plantas Modelo	m ³ /día	Promedio de producción de plantas a nivel sectorial
		Mineral a producir
Tiempo de carga y descarga del yacimiento a la unidad de procesamiento	Horas	Capacidad del camión
		Recorrido del yacimiento a la unidad de procesamiento
		Cantidad a extraer de mineral en Bruto
Cuadrilla de maquinaria de extracción	Unidades de maquinas	Camiones roqueros
		Tractores
		Excavadoras
		Cargador frontal
		Retroexcavadoras
		Motoniveladoras
		Camiones articulados

Tabla 12. Variables de la investigación. (Fuente Propia)

3.4. Población y Rectificación de datos.

La población o universo se refiere al conjunto para la cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación. (Morlés, 1994, p. 17).

Inicialmente se diseñó una investigación donde la población serían las plantas a nivel nacional, por dificultades mencionadas en el apartado 3.2 se decidió sectorizar por regiones.

De este modo se toma la decisión de aplicar un Sistema de Rectificación de datos, que se basa en un método de comparación el cual toma de referencia los valores de plantas modelos suministrados por los estudios de la Cámara Venezolana de Construcción (C.V.C), los cuales son; Arenera 1000 m³/d, Planta de Cemento 1200m³/d, Alfarería 1000m³/d, Canteras 800m³/d.

El paso siguiente fue calcular los valores promedio de producción de las plantas obtenidas en la investigación a nivel sectorial. Por fuentes consultadas (Vieria José, 2017) se estima que la producción actual está alrededor de 25 % de su capacidad, por ello se realizó un método matemático para obtener el 100% de su capacidad de diseño, que corrobora la similitud de los valores suministrados para definir las Plantas Modelos.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos fue principalmente por observaciones directas y por medio de entrevista a personal que labora día a día en las plantas de minerales, también tomando en cuenta la información extraída de fuentes bibliográficas, para conocer la producción diaria.

Además se llevaron a cabo visitas a algunos expertos para conocer su interés por el Plan Nacional de Viviendas y tener en cuenta su opinión con respecto a la maquinaria de extracción que se establecerá en el diseño.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan:

1. En base a una muestra mínima de tres (3) plantas por cada tipo de agregado, se tomó el promedio ponderado para obtener una curva representativa a la realidad.

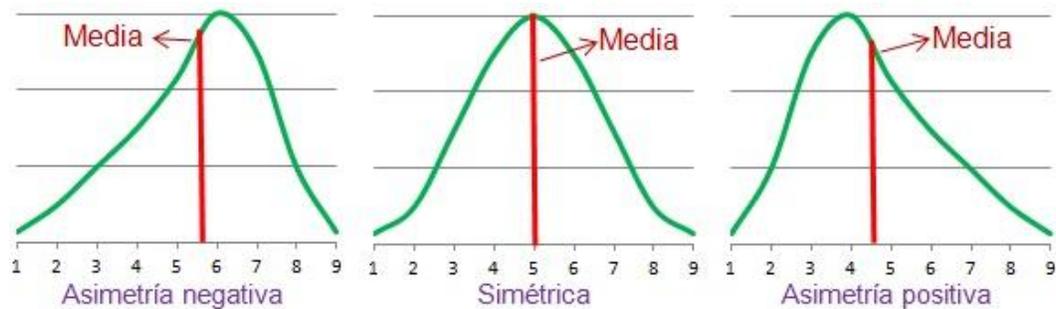


Figura 24. Análisis adecuado de una muestra

2. Se estableció un recorrido máximo estimado de 1.5 km para el recorrido interno del yacimiento hasta la planta de procesamiento del mineral, una condición de suelo de un 2,5% que establece la posibilidad de que la rueda se puede hundir en terreno fangoso por lluvia y una eficiencia del operador del 83%.
3. El tiempo de ciclo de carga y descarga, la cantidad de viajes para llenar el camión y la efectividad de la maquinaria seleccionada se calcula con el manual de maquinaria de CATERPILLAR en base a las capacidades de la cuadrilla de maquinaria de extracción seleccionada. Para verificar el trabajo se utilizó el programa “FLEET PRODUCTION & COST” desarrollado por la empresa CATERPILLAR en el año 1995.

3.7. Fases de ejecución

- ✓ **Fase I:** Definir la Planta modelo para cada tipo de mineral de construcción. Utilizando la recolección de datos a nivel sectorial, obteniendo un promedio de la producción vinculado con la realidad.
- ✓ **Fase II:** Crear una cuadrilla de maquinaria de extracción para cada Planta Modelo en base a la producción establecida.
- ✓ **Fase III:** Maquinaria de procesamiento: Debido a que se procesa de una sola manera y no es objeto del presente Trabajo Especial de Grado, solo se estableció en el apartado 2.6 cuál es la maquinaria base de procesamiento para cada tipo de mineral.
- ✓ **Fase IV:** Definir el Número de plantas modelo requeridas, en relación a la demanda de minerales del sector establecido para el Plan Nacional de Viviendas.
- ✓ **Fase V:** Definir el Número Total de Maquinaria de extracción para cubrir la demanda de viviendas y urbanismos.
- ✓ **Fase VI:** Establecer la cantidad de viviendas para las cuales una Planta Modelo produce minerales diariamente.
- ✓ **Fase VII:** Establecer un índice de inversión en maquinaria por cada 10.000 viviendas de la tipología y tamaño establecidas.

Capítulo 4

RESULTADOS

4.1. Producción de Plantas existentes a nivel sectorial de Venezuela

A continuación se anexa la tabla de producción de piedra en m³/d en las canteras, el objetivo de esta tabla es conocer la producción diaria existente en la zona Central, se tomó esta zona en particular se obtuvo mayor acceso a la información. Para su desarrollo se realizaron llamadas a cada planta en específico y se conoció la producción diaria de cada una, para luego concluir un promedio ponderado de la muestra.

CANTERAS		
Ubicación	Nombres de Canteras	Producción de Piedra (m³/d)
Vargas Sector Macuto-Tanaguarena	Arenera CONSTRUVAR C.A.	180
Guárico Carretera San Juan De Los Morros-San Sebastián Km 5 Sector Los Cedros.	Arenera CALMECA	250
Carabobo Carretera Nacional Sector San Joaquín-Hacienda El Eregue	Arenera SAN JOAQUIN (VENCEMOS)	200
Aragua Calle Perimetral de San Sebastián.	Arenera SACARENA C.A.	300
Distrito Capital Carretera Vieja Los Teques Sector Las Adjuntas.	Arenera RÍO CRISTALINO I C.A.	150
PROMEDIO (m³/d)		216

Días laborables	220
Densidad específica Grava (kg/m ³)	1700

Tabla 13. Canteras promedio. (Fuente Propia)

De acuerdo al apartado 3.2 se extrajo de las entrevistas realizadas que las plantas en las distintas zonas investigadas trabajan un 25% de su capacidad, en la siguiente ecuación se busca el 100% de la producción de diseño (PD) hallada anteriormente:

$$\text{Producción de Diseño } PD = \frac{216 * 100}{25} = 864 \frac{m^3}{\text{dia}}$$

Se continua con la tabla de areneras, se adoptó la misma condición que para las canteras, a diferencia de que se tomó la zona de Los Andes.

PLANTAS DE ARENA			
Ubicación	Nombre de Arenera	Producción de Agregado	Producción (m³/d)
Sector San José de El Turagual, municipio San Rafael de Carvajal, estado Trujillo	Arenoca	Rio Motatán, canto rodado	350
Municipio Pampanito, estado Trujillo	Complejo industrial productivo "Cristóbal Mendoza"	Granzón bruto	250
Municipio Sandino, estado Trujillo.	Yacimiento ESBECC No 19	Arena silíceca	109,09
PROMEDIO (m³/d)			240

Días laborables	220	Días
Densidad específica de la arena	1600	kg/m ³

Tabla 14. **Plantas Promedio de Arena. (Fuente Propia)**

En las areneras se mantiene la misma condición de capacidad que tienen las canteras, por lo que su Producción de Diseño (PD) es calcula de la siguiente manera:

$$\text{Producción de Diseño } PD = \frac{240 * 100}{25} = 960 \text{ m}^3/\text{dia}$$

A continuación se anexa la producción de las Plantas de Cemento en diversas zonas del país, para luego obtener la producción de Caliza en m³/día manteniendo la premisa de que las materias primas para fabricar el Clinker, es la base para la fabricación del cemento, y el mineral esencial es (75%) de caliza.

PLANTAS DE CEMENTO			
Nombre de Cementeras	Ubicación	Producción. Cemento (Ton/día)	Producción. Caliza (m³/día)
INVECEM	Guayana	600	321.4
	Lara		
	Pertigalete		
INVECEM	San Sebastián	550	294.6
	Cumarebo		
Fábrica Nacional de Cemento	Ocumare	500	267.9
	Táchira		
Cemento Andino	Planta la Llanada	550	294.6
Cerro Azul	Planta Cerro Azul	350	187.5
PROMEDIO (m³/d)			273

Días laborables	220
Densidad Especifica del Cemento (kg/m ³)	1400

Tabla 15. **Plantas promedio de cemento. (Fuente Propia)**

La producción de Diseño (PD) es calcula de la siguiente manera:

$$Produccion\ de\ Diseño\ PD = \frac{273 * 100}{25} = 1093\ m^3/dia$$

Con respecto a las alfarerías, para su desarrollo se aplicó el mismo método de cálculo, tomando como referencia la producción de plantas en diversas zonas del país. Su producción se mide en bloques por día, es por ello que se realiza una transformación en función a la densidad específica de la arcilla a m³/día, siendo esta la unidad en la cual se mide el material bruto que debe ser extraído.

ALFARERIAS		
Ubicación	Nombre de Alfarerías	Producción de Arcilla (Bloques/Día)
Guatire, estado Miranda, Venezuela	La Planta Bloquera 27 de Febrero	113.636
Estado Bolívar, Venezuela	Alfarería bolívar	70.000
Estado Falcón, Venezuela	Complejo Alfarero Jirajara	140.000
Pariaguan, estado Guárico	fábrica tecnificada de bloques, tejas y ladrillos Pedro Zaraza	40.000
Sector Candelillo, municipio Motatán, estado Trujillo	fábrica de bloques y tejas ecológicos	8.000
PROMEDIO (Bloques /día)		74.327
Kg de Arcilla/día		371.636
m³/día		206

Días laborables	220
Peso de un (1) bloque (Kg)	5
Densidad específica de la arcilla (kg/m ³)	1800

Tabla 16. Alfarerías promedio. (Fuente Propia)

Nuevamente se obtiene, la producción de diseño (PD) de la siguiente manera:

$$Produccion\ de\ Diseño\ (PD) = \frac{206 * 100}{25} = 824\ m^3/dia$$

Otra forma de contribuir los valores obtenidos anteriormente, es recopilando toda la información y realizando comparaciones para soportar el Sistema de Rectificación.

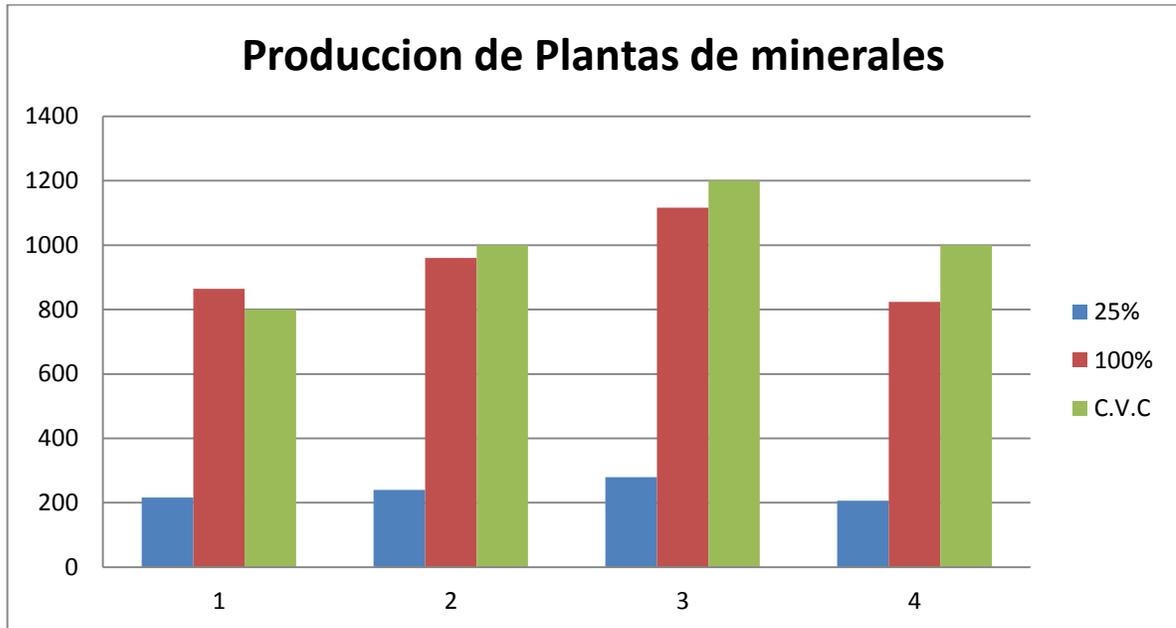
Es decir a continuación en la tabla anexa se soporta como los Datos estimados para las Plantas Modelo son similares a los obtenidos de las plantas investigadas en diversas Regiones del país sin tener dependencia de la ubicación de la Planta Modelo.

De acuerdo a las bases expuestas en el apartado 3.4, se estableció que mediante a fuentes consultadas (Vieira José, 2017) las misma operan alrededor de un 25% de su capacidad, por ello se recomienda utilizar las producciones por el estudio de la Cámara Venezolana de la Construcción (C.V.C), ya que son valores teóricos ideales.

Producción de Plantas (m³/día)			
Plantas	Actual (25%)	Capacidad de Diseño (100%)	Estudio de CVC
Cantera	216	864	800
Arenera	240	960	1.000
Planta de Cemento	279	1.116	1.200
Alfarería	206	824	1.000

Tabla 17. **Producción de Plantas**

Se realizó un histograma de producciones de plantas que operan al 25%, otras al 100% y los valores teóricos suministrados por la C.V.C, para de esta forma explicar la tendencia, se puede observar cómo se encuentra algunas producciones en exceso, el cual refleja un buen rendimiento y operatividad para producir agregados destinados a la construcción u otras áreas necesarias, mientras que otro comportamiento refleja el déficit de producción de minerales, de bloques de arcilla, caliza para el cemento, arena y piedras; analíticamente expresado eso se debe por varios factores de rendimiento en el área, pero en gran parte se debe a la obsolescencia y ausencia de equipos de extracción de minerales.



4.2. Diseño de la cuadrilla de maquinaria de extracción:

Posterior a la definición de la producción de diseño de cada planta se procede a diseñar la cuadrilla de maquinaria de extracción, se describe de la siguiente manera:

4.2.1. Paso # 1:

Se selecciona la maquinaria de transporte y sus características citadas en las tablas 8 y 6 del marco teórico, esta maquinaria es un camión y se encarga de llevar el material desde la zona de extracción hasta la zona de procesamiento.

Tipo de planta	Tipo de Maquina	Peso vacío (kg)	Peso lleno (kg)	Disponibilidad
Arenera	Camión Roquero	28.032	36.287	95%
Caliza para Cemento				
Alfarería				
Cantera	Camión Articulado	28.032	36.287	

Tabla 18. Máquinas de Transporte

4.2.2. Paso # 2:

Se selecciona la maquinaria de carga y sus características citadas en la tabla 3 del marco teórico, esta máquina es la excavadora y se encarga de llenar el camión.

Tipo de planta	Tipo de Maquina	Características	
Arenera	Excavadora	Capacidad del cucharon (m3)	2,1
Caliza para Cemento		Factor de llenado (%)	100
Alfarería		Disponibilidad (%)	95
Cantera		Peso lleno (kg)	13.100

Tabla 19. **Maquinaria de Carga**

4.2.3. Paso # 3:

Se selecciona la maquinaria de apoyo y sus características citadas en la tabla 4 del marco teórico, esta máquina es el tractor y se encarga de recoger el material que la excavadora no puede recoger.

Tipo de planta	Tipo de Maquina	Características	
Arenera	Tractor Sobre Oruga Tipo D7, 240HP	Capacidad del cucharon (m3)	3,21
Caliza para Cemento	Tractor Sobre Oruga Tipo D7, 240HP	Capacidad del cucharon (m3)	3,21
Alfarería	Tractor Sobre Oruga Tipo D7, 240HP	Peso lleno (kg)	28.058
Cantera	Tractor sobre Oruga tipo D9, 435HP	Disponibilidad (%)	95

Tabla 20. **Maquinaria de Apoyo**

4.2.4. Paso # 4:

Se establece el recorrido que tendrá la maquinaria de transporte, como se indicó en el apartado 3.6 será una distancia fija de ida y de regreso.

Distancia de ida (km)	1.5
Distancia de regreso (km)	

Tabla 21. **Recorrido**

4.2.5. Paso # 5:

Se considera la densidad específica del mineral citada en el apartado 2.1.6, 2.2.6 y 2.5.5 del marco teórico, la velocidad límite que puede tener el camión citado se encuentra en la tabla 6 y 8 del marco teórico y también una condición de suelo establecida en el apartado 3.6. La pendiente de la vía es de cero (0) grados por cuestión de seguridad.

Tipo de planta	Densidad específica (kg/m ³)	Velocidad límite del camión (km/h)	Condición de suelo
Arenera	1600	56	2.5%
Caliza para Cemento	1400		
Alfarería	1800		
Cantera	1700		

Tabla 22. Característica del suelo

4.2.6. Paso # 6:

Se calcula el tiempo del ciclo, el siguiente contempla: el número de pases que debe hacer la excavadora para llenar el camión, el tiempo que tarda en llenarse el camión, el tiempo que tarda el camión en ir a la zona de procesamiento y regresar a la zona de extracción, en tiempo que tarda en descargar.

Tipo de planta	Numero de pases de la excavadora al camión	Desglose de tiempo del ciclo (minutos)	
		Arenera	10
Recorrido	3,71		
Volcado y maniobra	2		
Regreso	2,06		
Tiempo potencial del ciclo	11,9		
Tiempo detenido mientras se llena el segundo camión	0,96		
Tiempo total del ciclo	12,86		

Tabla 23. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Arenera

Tipo de planta	Numero de pases de la excavadora al camión	Desglose de tiempo del ciclo (minutos)	
Alfarería	11	Carga e intercambio	4,3
		Recorrido	5,06
		Volcado y maniobra	2
		Regreso	2,07
		Tiempo potencial del ciclo	13,43
		Tiempo detenido mientras se llena el segundo camión	0,88
		Tiempo total del ciclo	14,31

Tabla 24. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Alfarería

Tipo de planta	Numero de pases de la excavadora al camión	Desglose de tiempo del ciclo (minutos)	
Cantera	10	Carga e intercambio	3,95
		Recorrido	4,34
		Volcado y maniobra	2
		Regreso	2,06
		Tiempo potencial del ciclo	12,35
		Tiempo detenido mientras se llena el segundo camión	0,77
		Tiempo total del ciclo	13,12

Tabla 25. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Cantera

Tipo de planta	Numero de pases de la excavadora al camión	Desglose de tiempo del ciclo (minutos)	
Caliza para Cemento	12	Carga e intercambio	4,65
		Recorrido	4,29
		Volcado y maniobra	2
		Regreso	2,06
		Tiempo potencial del ciclo	13
		Tiempo detenido mientras se llena el segundo camión	1,12
		Tiempo total del ciclo	14,12

Tabla 26. Desglose del tiempo de ciclo para la cuadrilla en una Cantera de caliza para Cemento

4.2.7. Paso # 7:

Conocido el tiempo del ciclo se fija el tipo de jornada, su duración y la eficiencia del operador fijada en el apartado 3.6. De esta manera se calcula cuanto puede extraer la cuadrilla diariamente.

Tipo de jornada laboral	Diaria
Duración de la jornada	8 horas
Eficiencia del operador	83%

Tabla 27. Definición de la jornada

Tipo de planta	Extracción en m ³ /día
Arenera	1.044
Caliza para cemento	1.285
Alfarería	1.149
Cantera	1.151

Tabla 28. Extracción que realiza la cuadrilla diseñada

Los valores reflejados en la tabla anterior están un poco por encima de los valores iniciales de producción de diseño, lo cual refleja un buen diseño.

4.2.8. Paso # 8:

Finalmente se realiza una especie de comprobación para saber si la maquinaria seleccionada es eficiente. Se modelan escenarios donde trabajen de 1 a 5 camiones, se puede observar que el mas optimo son dos camiones pues pasa menos tiempo detenido, que usando más de dos camiones.

Tipo de planta	Escenario	Eficiencia del camión			Extracción en m ³ /hora
		Incompatibilidad	Agrupación	Combinación	
Cantera	1 Camión funcionando	100%	100%	100%	102
	2 Camiones funcionando	100%	94%	94%	204
	3 Camiones funcionando	100%	86%	86%	306
	4 Camiones funcionando	78.2%	95%	74%	400
	5 Camiones funcionando	62.6%	99%	62%	510

Tabla 29. Escenarios de camiones para una cantera.

Tipo de planta	Escenario	Eficiencia del camión			Extracción en m ³ /hora
		Incompatibilidad	Agrupación	Combinación	
Alfarería	1 Camión funcionando	100%	100%	100%	102
	2 Camiones funcionando	100%	94%	94%	204
	3 Camiones funcionando	100%	86%	86%	307
	4 Camiones funcionando	78%	95%	74%	409
	5 Camiones funcionando	63%	99%	62%	511

Tabla 30. Escenarios de camiones para una alfarería.

Tipo de planta	Escenario	Eficiencia del camión			Extracción en m ³ /hora
		Incompatibilidad	Agrupación	Combinación	
Arenera	1 Camión funcionando	100%	100%	100%	94
	2 Camiones funcionando	100%	93%	93%	188
	3 Camiones funcionando	96%	87%	83%	282
	4 Camiones funcionando	72%	97%	70%	376
	5 Camiones funcionando	58%	100%	58%	470

Tabla 31. Escenario de camiones para una arenera

Tipo de planta	Escenario	Eficiencia del camión			Extracción en m ³ /hora
		Incompatibilidad	Agrupación	Combinación	
Planta de Caliza para cemento	1 Camion funcionando	100%	100%	100%	94
	2 Camiones funcionando	100%	93%	93%	188
	3 Camiones funcionando	96%	87%	83%	282
	4 Camiones funcionando	72%	97%	70%	376
	5 Camiones funcionando	58%	100%	58%	470

Tabla 32. Escenario de camiones para una planta de caliza para cemento.

De las tablas anteriores se puede reflejar que la combinación de dos (2) camiones es el escenario más óptimo en las tres plantas, debido que al trabajar en equipo resulta una eficiencia superior al 90%, siendo este valor el más cercano a la disponibilidad de la maquinaria citada en el apartado 2.8 del marco teórico.

4.3. Demanda de minerales de construcción para el plan de viviendas.

Una vez establecida la producción y el diseño más óptimo de cada planta, se procede a calcular la cantidad de Plantas Modelo necesarias según la demanda de minerales del Plan Nacional de Viviendas, mediante la cual se discrimina de acuerdo a la tipología de vivienda, el tamaño de cada una y la cantidad de viviendas según sus características. A continuación se muestra:

Síntesis del Plan Nacional de Viviendas

El déficit habitacional es uno de los problemas sociales más importantes que tenemos que solucionar en Venezuela, la solución no está solamente en las manos del sector oficial, este es un problema del País y por lo tanto nos involucra a todos los venezolanos.

Para dar una respuesta bien acertada y respaldada, la CVC como gremio representante del Sector Construcción, ha decidido conjuntamente con Consultores UCAB, desarrollar una línea de investigación. Esta investigación va a determinar:

- Déficit estructural de viviendas
- Tipología de vivienda que debe ser construida
- Áreas a urbanizar
- Costos de las viviendas
- Monto del subsidio directo para la adquisición de la vivienda.
- Maquinaria requerida
- Cantidades de agregados, cemento y arcilla
- Máquinas existentes en el país aptas para estas labores (movimiento de tierra y agregados,
- Metodología de Costos Horarios

Las 200.000 viviendas/año se encuentran distribuidas de acuerdo a su tipología, definida de la siguiente manera:

1. Hogar semilla:

Se define como un sistema auto-constructivo de $40 m^2$, inicia con una base metálica, luego una precisa mampostería progresiva de montaje inmediato y de muy bajo costo, que pueda acompañar un proceso de autogestión y ahorro familiar en el tiempo. Dentro del plan se contemplan 100.000 viviendas/año.

2. Tipo túnel:

Se define como sistemas constructivos industrializados en vertical que requieren de maquinaria en específica y conocimiento. En una dirección se encofran las placas de las paredes en un sentido y el techo del siguiente nivel, una vez que el concreto fraguó se coloca la mampostería en las paredes perpendiculares. Para este sistema se contemplan dentro del plan 20.000 viviendas/año de $70 m^2$, 15.000 viviendas/año de $40 m^2$ y 15.000 viviendas/año de $30 m^2$.



Figura 25. Sistema tipo túnel (Fuente: Cortesía Mesa Formwork USA)

3. Tipo MK2:

Se define como un sistema industrializado en vertical que requiere de maquinaria específica y conocimiento de acuerdo al diseño de su arquitectura. Se encofran y arman en ambos sentidos como un rompecabezas de acuerdo al diseño final, solo están compuestos de arena y cemento. Para este sistema se contemplan dentro del plan 20.000 viviendas/año de $70 m^2$, 15.000 viviendas/año de $40 m^2$ y 15.000 viviendas /año de $30 m^2$.



Figura 26. Sistema MK2 (Fuente CIMBRAMEX)

Como una información complementaria se presenta en los cuadros siguientes los requerimientos de insumos anuales para una construcción de 200.000 unidades, donde todos ellos requieren del uso de maquinaria pesada. El cálculo de la demanda se realizó de la siguiente manera:

Vivienda	Hogar Semilla
Área (m ²)	60
Unidades	100.000
m ² Pared	40
Total (m ² de Pared)	4.000.000

m ² Techo	75
Total (m ² de Techo)	7.500.000

Bloques por m ²	16
Peso por Bloques (kg)	5
Bloques Totales	64.000.000
Peso Total de Bloques (kg)	320.000.000

Tejas por m ²	28
Peso por Tejas (Kg)	2
Tejas Totales	210.000.000
Peso Total de Tejas (Kg)	315.000.000

Tabla 33. **Parámetros de hogar semilla**

Vivienda	Edificación Tipo Túnel		
Área (m ²)	70	40	30
Unidades	20.000	15.000	15.000
m ² Pared	60	35	26
Total (m ² de Pared)	1.200.000	525.000	390.000
Bloques por m ²	16	16	16
Peso por Bloques (kg)	5	5	5
Bloques Totales	19.200.000	8.400.000	6.240.000
Peso Total de Bloques (kg)	96.000.000	42.000.000	31.200.000

Tabla 34. **Parámetros de tipo túnel**

Arcilla Total en C/Vivienda (Kg)	635.000.000
Arcilla Total (Kg)	804.200.000
Densidad (Kg/m ³)	1.800
m ³ de Arcilla	446.777,78
Valor a Usar	450.000,00

Tabla 35. **Demanda de arcilla**

Requerimientos de Minerales para la construcción			
Minerales	Viviendas	Urbanismo	Total
Arena m³	4.000.000	1.200.000	5.200.000
Piedra m³	3.000.000	900.000	3.900.000
Arcilla m³	450.000		450.000
Cemento (Ton)	1.700.000	510.000	2.210.000
Caliza m³	4.140	1.242	5.381

Tabla 36. **Requerimientos de minerales**

Conocida la demanda de minerales suministrada por la Cámara Venezolana de la Construcción (C.V.C) y la producción de diseño diaria de cada planta, se muestra la tabla del número de plantas necesarias para cubrir la demanda:

DEMANDA					
Minerales	Viviendas	Urbanismo	Total m³	m³/día	Cuadrilla por Plantas
Arena	4.000.000	1.200.000	5.200.000	23.636	24
Piedra	3.000.000	900.000	3.900.000	17.727	22
Arcilla	450.000	-	450.000	2.045	2
Cemento (Ton)	1.700.000	510.000	2.210.000	-	-
Caliza	910.714	273.214	1.183.929	10.763	9
				Total	57

Tabla 37. Demanda de minerales para el Plan Nacional De Viviendas.

4.4. Cantidad de Maquinaria requerida

Para conocer la maquinaria total requerida, primero debemos mostrar la composición que tendrá una Planta Modelo de cada mineral:

Maquinaria de extracción Cantera	Cantidad
Excavadora de 30 Ton	1
Tractor Sobre Oruga Tipo D7, 240HP	1
Moto-niveladora	1
Camiones Articulados de 35 Ton	2
Cargador Frontal sobre cauchos de 220 HP y 3,6 m ³ Cucharon	1
Retro - excavadora con aplicación de martillo hidráulico	1

Tabla 38. Maquinaria de extracción para cantera

Maquinaria de extracción Arenera	Cantidad
Excavadora de 30 Ton	1
Tractor Sobre Oruga Tipo D7, 240HP	1
Moto-niveladora	1
Camiones Articulado de 35 Ton	2
Cargador Frontal sobre cauchos de 220 HP y 3,6 m ³ Cucharón	1

Tabla 39. **Maquinaria de extracción para arenera.**

Maquinaria de Extracción de Caliza para Cemento	Cantidad
Tractor sobre Oruga tipo D9, 435HP	1
Excavadora de 30Ton	1
Camiones roqueros de 35 Ton	
Cargador Frontal sobre cauchos de 220 HP y 3,6 m ³ Cucharón	1
Motoniveladora	1
Retroexcavadora con aplicación de martillo hidráulico	1

Tabla 40. **Maquinaria de extracción de Caliza para Cemento.**

Maquinaria de extracción alfarería.	Cantidad
Excavadora de 30 Ton	1
Tractor Sobre Oruga Tipo D7, 240HP	1
Moto-niveladora	1
Camiones Articulado de 35 Ton	2
Cargador Frontal sobre cauchos de 220 HP y 3,6 m ³ Cucharón	1

Tabla 41. **Maquinaria de extracción para alfarería.**

4.5. Maquinaria total requerida

La siguiente tabla muestra la demanda de maquinaria para cubrir la demanda de 200.000 Viviendas/año.

Maquinaria de extracción	Equipos por Planta	Cantidad Equipos por Plantas
Excavadora de 30 Ton	1	57
Tractor Sobre Oruga Tipo D7, 240HP	1	57
Tractor sobre Oruga tipo D9, 435HP	1	57
Motoniveladora	1	57
Camiones Articulado de 35 Ton	2	114
Camiones Roqueros de 35 Ton	1	57
Cargador Frontal sobre cauchos de 220 HP y 3,6 m ³ Cucharón	2	114
Retroexcavadora con aplicación de martillo hidráulico	1	57
	Total	570

Tabla 42. Maquinaria total requerida.

Se obtuvo 570 maquinarias de extracción sin clasificar su tipo, simplemente para contabilizar la cantidad de maquinaria requerida para cubrir la demanda del Plan Nacional de Vivienda.

4.6. Curvas de Costo - Horario

A continuación se muestran las curvas de Costo – Horario de cada una de las máquinas de extracción escogidas en el apartado 4.2. La curva de Costo – Horario fue definida en el apartado 2.6.10 del marco teórico, se realiza con el objetivo de verificar que el Costo de Posesión de la máquina y el Costo de Operación sean iguales, o a lo sumo valores muy cercanos. Al tiempo transcurrir la maquina deja de producir lo que producía inicialmente porque pasa más tiempo detenida en mantenimiento que produciendo minerales, el punto indicado en cada curva es el punto para el cual se realizó el diseño, siendo un diseño óptimo en producción y posesión que mantendrá el precio del mineral en el tiempo.



Figura 27. Curva de costo horario para Camión articulado



Figura 28. Curva de costo horario para camión roquero



Figura 29. Curva de costo horario para excavadora.



Figura 30. Curva de costo horario para tractor sobre oruga tipo D7



Figura 31. Curva de costo horario para tractor sobre orugas tipo D9



Figura 32. Curva de costo horario para cargador frontal sobre ruedas



Figura 33. Curva de costo horario para motoniveladora.



Figura 34. Curva de costo horario para retroexcavador

Como conclusión, al actualizar estos costos y tener la posibilidad de trabajar con equipos eficientes, obligara a que las ofertas sean más técnicas y la competencia entre los constructores se basara en rendimientos y no en el desconocimiento de los costos. Estas ofertas serán mucho más fáciles de analizar por parte del ente contratante, la oferta más favorable será la que proponga el plazo de ejecución más corto, ya que a similitud de costos el Precio Unitario más bajo será el que oferte mayor rendimiento.

4.7. Resultados de la Investigación

4.7.1. Indicador de Maquinaria.

Como resultado del presente Trabajo Especial de Grado se obtuvo un Indicador de Maquinaria por cada 10.000 Viviendas a construir de la tipología y tamaño definidos en el apartado 4.3. Este indicador se calculó de la siguiente manera:

Conociendo la demanda de maquinaria total para la construcción de 200.000 viviendas, se puede plantear atreves de un análisis matemático para obtener las maquinas necesarias para construir 10.000 viviendas de la tipología y tamaño indicado. La Tabla final se muestra a continuación:

		INDICADORES DE MAQUINARIA								
		Cantidad de vivienda	MAQUINARIA DE EXTRACCION							
			Excavadora	Tractor Sobre Oruga D7	Tractor sobre Oruga D9	Motoniveladora	Camiones Articulados	Camiones Roqueros	Cargador Frontal	Retroexcavadora
Tipología	Vivienda (m²)	200.000	57	57	57	57	114	57	114	57
Hogar Semilla	40	10.000	3	3	3	3	6	3	6	3
Tipo Túnel	70	10.000	3	3	3	3	6	3	6	3
	40	10.000	3	3	3	3	6	3	6	3
	30	10.000	3	3	3	3	6	3	6	3
MK2	70	10.000	3	3	3	3	6	3	6	3
		10.000	3	3	3	3	6	3	6	3
	40	10.000	3	3	3	3	6	3	6	3
	30	10.000	3	3	3	3	6	3	6	3

Tabla 43. **Indicador de inversión en maquinaria de extracción por cada 10.000 viviendas.**

4.7.2. Indicador de Viviendas.

Adicionalmente se obtuvo un Indicador de Viviendas que establece la cantidad de viviendas para la cual una planta modelo produce minerales diariamente. Este indicador está clasificado de acuerdo a cada tipología y tamaño de vivienda definida en el apartado 4.3.

Este indicador podrá ser utilizado para definir la cantidad de días que tiene que operar una Planta Modelo para cubrir la de demanda de minerales establecida con su clasificación.

Indicador de viviendas para Canteras								
Tipología	Tamaño de la Vivienda (m²)	Cantidad	Demanda total de piedra	Representación de la Demanda total de piedra	Totales (m³)	(m³) por vivienda	Producción (m³/día)	Cantidad de viviendas cubiertas diariamente
Hogar semilla	40	100.000	3.000.000	67%	2.010.000	20,10	800	40
Tipo Túnel	70	20.000		13%	390.000	19,50	800	41
	40	15.000		10%	300.000	20,00	800	40
	30	15.000		10%	300.000	20,00	800	40

Tabla 44. **Indiciador de viviendas para canteras**

Indicador de viviendas para Areneras								
Tipología	Tamaño de la Vivienda (m²)	Cantidad	Demanda total de arena	Representación de la Demanda total de arena	Totales (m³)	(m³) por vivienda	Producción (m³/día)	Cantidad de viviendas cubiertas diariamente
Hogar Semilla	40	100.000	4.000.000	50,00%	2000000	20	1.000	50
Tipo Túnel	70	20.000		10,00%	400000	20	1.000	50
	40	15.000		7,50%	300000	20	1.000	50
	30	15.000		7,50%	300000	20	1.000	50
MK2	70	20.000		10,00%	400000	20	1.000	50
	40	15.000		7,50%	300000	20	1.000	50
	30	15.000		7,50%	300000	20	1.000	50

Tabla 45. **Indicador de viviendas para areneras**

Indicador de viviendas para Caliza para cemento								
Tipología	Tamaño de la Vivienda (m²)	Cantidad	Demanda total de caliza para cemento	Representación de la Demanda total de caliza para cemento	Totales (m³)	(m³) por vivienda	Producción (m³/día)	Cantidad de viviendas cubiertas diariamente
Hogar Semilla	40	100.000	1.214.286	50,00%	607.142	6,07	1.000	165
Tipo Túnel	70	20.000		10,00%	121.428	6,07	1.000	165
	40	15.000		7,50%	91.071	6,07	1.000	165
	30	15.000		7,50%	91.071	6,07	1.000	165
MK2	70	20.000		10,00%	121.428	6,07	1.000	165
	40	15.000		7,50%	91.07	6,07	1.000	165
	30	15.000		7,50%	91.071,43	6,07	1.000	165

Tabla 46. Indicador de viviendas para caliza para cemento

Indicador de viviendas para Alfarerías								
Tipología	Tamaño de la Vivienda (m²)	Cantidad	Demanda total de arcilla	Representación de la Demanda total de arcilla	Totales (m³)	(m³) por vivienda	Producción (m³/día)	Cantidad de viviendas cubiertas diariamente
Hogar Semilla	40	100.000	450.000	67%	301.500	3,02	800	265
Tipo Túnel	70	20.000		13%	58.500	2,93	800	274
	40	15.000		10%	45.000	3,00	800	267
	30	15.000		10%	45.000	3,00	800	267

Tabla 47. **Indicador de viviendas para alfarerías**

Capítulo 5

5.1. Conclusiones.

Las cuadrillas de maquinaria de extracción diseñadas no son para uso exclusivo de una planta nueva a instalar, se puede utilizar también en plantas existentes para mejorar su rendimiento. Esto se considera porque la maquinaria de procesamiento es muy costosa de adquirir y la eficiencia de dicha maquinaria depende de la cantidad de material extraído que recibe.

Con la maquinaria total requerida, establecida en la tabla 35 se indican las líneas de la demanda de maquinaria de extracción que forme parte del Plan Nacional de Viviendas bien sea nuevas o existentes.

Al modelar los escenarios de distintos camiones funcionando simultáneamente en las tablas 26, 27, 28,29. Se obtuvo como resultado una eficiencia mayor al 90% para la cantidad de camiones seleccionada, lo cual es el valor necesario según el manual de Caterpillar. Dicho valor de eficiencia garantiza la condición de operatividad de la cuadrilla, requisito indispensable dentro de la curva de costo horario para mantener el precio del mineral en el tiempo.

Finalmente logrados los objetivos del presente Trabajo Especial de Grado, se estableció un Indicador de Maquinaria de Extracción por cada 10.000 viviendas a construir, dicho indicador es independiente del tamaño de la vivienda y su ubicación, solo depende de los sistemas constructivos fijados, el cuales son Sistema MK2, Hogar Semilla y Tipo Túnel. Adicionalmente se estableció un Indicador de Viviendas, para saber la cantidad de viviendas que cubre la producción de agregados diariamente. Esta propuesta de indicadores permanece en el tiempo, solo debe actualizarse los costos de la maquinaria en el mercado.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Para dar uso a una cuadrilla de extracción en una planta existente se debe conocer la meta de producción diaria que tiene la planta.

- ✓ La maquinaria total requerida debe ser comparada con el censo que está realizando la C.V.C. acerca de la maquinaria de extracción existente en el país, con el fin de disminuir los costos al momento de realizar la inversión.

- ✓ Realizar una constante actualización de precios de maquinaria para que la curva de Costo – Horario no se vea alterada en el tiempo y en consecuencia no se vea afectado el precio del mineral.

- ✓ Los indicadores son útiles al momento de tener un estimado de viviendas a construir en una zona en específico. Los mismos optimizan el proceso de saber cuánta maquinaria de extracción es necesaria para llevarlas a cabo.

5.3. Bibliografía

Bibliografías:

1. ALVAREZ V. 2002. *Hacia Indicadores de desarrollo sustentable para el sector Minero* (1° ETAPA). Comisión Chilena del Cobre Unidad de Asuntos Internacionales y Medio Ambiente (UAIMA)- Registro de Propiedad Intelectual © N° 124.849. Chile. En Indicadores de sostenibilidad para la Industria Extractiva mineral. Roberto Villas Boas y Christian Beinhoff. Editores. Brasil.
2. Caterpillar Inc. (Octubre 1995). *Caterpillar performance handbook*. Edición 26. Peoria, Illinois. Estados Unidos.
3. *Constitución de la república bolivariana de Venezuela* (Diciembre 1999). Publicada en gaceta oficial bajo el número 36860.
4. Eduardo Madrigal Quevedo (1994). *Gerencia de obras de movimiento de tierra*. Caracas. Pp. 59-80.
5. Fideas G. Arias (1999). *El proyecto de investigación, Guía para su elaboración*. (Editorial Espíteme: ORIAL EDICIONES). Caracas. Pp. 19-35
6. Joaquín Porrero S., Carlos Ramos R., José Grases G., Gilberto J. Velazco (abril 2009). *Manual de concreto estructural, conforme a la norma COVENIN 1753:03(3ra ed.)*. Caracas. Pp. 61-93.
7. Kennet Escobar (2006). *Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base cementos mezclados con escorias de horno*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Cap. 1.4.1. Pag.12.
8. Zuleyma Santalla de Banderali. *Guía para la elaboración formal de reportes de investigación*. Editorial UCAB.

Referencias Electrónicas:

1. ASOGRAVAS. 2007. *¿Que son los agregados?* [en línea]. Consultado el 13 de mayo de 2017 Disponible en: www.asograsvas.org.

2. Bennett, R.H. y Hulbert, M.H. (1896) *Clay Microstructure*. [en línea]. Compañía de publicidad: D. Reidel. Consultado el 11 de mayo de 2017. Pp. 58-68. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0012825272901122>
3. Claudio Pellini. (octubre 2014). *Proceso de fabricación del cemento portland*. [en línea]. Argentina. Consultado el 18 de mayo de 2017. Disponible en: <http://historiaybiografias.com/cemento/>
4. Libia Gutiérrez De Lopez (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. [en línea]. Universidad nacional de Colombia, sede Manizales. Consultado el 11 de mayo de 2017. Cap.2. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/>
5. Marcela Cárdenas, Eduardo Chaparro (Octubre 2004). *Industria minera de los materiales de Construcción, su sustentabilidad en América del sur*. [en línea] (Editorial Naciones Unidas CEPAL). Santiago de Chile. Consultado el día 13 de mayo del 2017 Pp. 28-29. Disponible en: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/6442-industria-minera-materiales-construccion-su-sustentabilidad-america-sur>
6. Miguel A. Taboada y Carina R. Álvarez (Junio 2008). *Fertilidad física de los suelos (2da ed.)*. [en línea]. México. Consultado el 10 de mayo de 2017. Cap. 2. Disponible en: <http://www.suelos.org.ar/sitio/fertilidad-fisica-de-los-suelos/>
7. Richard Marmani L (2001). *Revista maquinaria y equipo de construcción*. [en línea]. CIV 247. Consultado el día 13 de mayo de 2017 Pp. 31-37. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/maquinaria-equipo-construccion/maquinaria-equipo-construccion.pdf>
8. Occiarcillas (julio 2013). *Como se hace un ladrillo*. [en línea]. Colombia. Consultado el 20 de mayo de 2017. Disponible en : <http://occiarcillas.com/como-se-hace-un-ladrillo/>

5.4. Anexos

5.4.1. Entrevista Corporación socialista de cemento

Nombre: José Vieira.

Profesión: Ing. Geólogo.

Empresa: Corporación socialista de cemento.

Cargo: Gerente de minerales.

Antigüedad: 3 años.

Ubicación: Planta de San Joaquín, estado Carabobo.

1. Aspectos que deterioran Actualmente la producción de agregados.

- ✓ Permisología de los entes Gubernamentales.
- ✓ Situación Política
- ✓ Situación económica
- ✓ Paridades Cambiarias
- ✓ Potencial Urbano
- ✓ Situación Local
- ✓ Parte Logística de los procesos
- ✓ Déficit de Maquinaria de extracción
- ✓ Déficit en el Diseño de la planta de procesamiento

2. ¿Cuál es la situación actual de las empresas que producen agregados?

J.V.: La nacionalización de la industria cementera responde a las políticas impulsadas durante el gobierno de Hugo Chávez con el objetivo de transformar el modelo económico del país y construir el llamado socialismo del siglo XXI. Este proceso supuso estatizaciones, el control de áreas estratégicas, minimizar la participación de la empresa privada y el impulso de una economía centralizada y planificada.

“En abril del 2008, el presidente Chávez anuncia la necesidad estratégica de nacionalizar el sector cemento. En junio, el Gobierno declara de utilidad pública e

interés social a las tres empresas líderes del sector en el ámbito mundial: Cemex (México) que controlaba el 52% de la producción nacional, Lafarge (Francia) que aportaba el 25% y Holcim (Suiza) que contribuía con el 17%. (Decreto 6.091. Gaceta Oficial, 2008)”.

“En el año 2009, fue creada la Corporación Socialista de Cemento, gran consorcio gubernamental que integró a todas las empresas estatales. Actualmente, estas industrias son tuteladas por la Corporación Socialista de Cemento, adscrita al Ministerio de Industrias: Venezolana de Cementos (Vencemos), Fábrica Nacional de Cementos (FNC), Industria Venezolana de Cemento (Invecem), Cemento Andino, Cemento Cerro Azul, Empresa Nacional de Transporte de Insumos y Productos Industriales (Entipisa). La Corporación Socialista de Cemento es responsable de la producción, venta y comercialización de cemento y otros materiales para la construcción”.

Finalmente la importancia de tener un desarrollo endógeno fue uno de los argumentos que orientó el proceso de estatización de la industria del cemento, considerando necesario rescatar la capacidad productiva para alcanzar la “independencia económica”

3. ¿Cómo se maneja la producción de agregados actualmente en Venezuela?

Procesos donde la grava y arena son más económicas.

- ✓ **Proceso Discontinuo:** Es aquel cuando se extrae de la mina o fuente el material todo en uno, para luego procesarlo y ser despachado.

$$\text{Discontinuo} = \text{Fuente} + \text{Proceso} + \text{Despacho}$$

Hay proceso de extracción por:

- Vía Humedad: La extracción por este medio es a través de Dragado por extracción, utilizando una Dragalina. Actualmente se tienen ubicadas (3) Dragalinas nuevas en el Eje del Río Tuy, una en Aponte perteneciente a Holcim, y otra en Araguaita perteneciente a

Cemex equidistantes a unos 800 m de distancia, la geología de este Río es ideal para ejecutar esta máquina ya que es material depositado por el arrastre propio del río. Teniendo en cuenta que el rendimiento de una Dragalina es de 45 % Arenas, 40% Piedra #1, el resto es Sobre tamaño. Para obtener la producción se puede acotar que para pases en un tiempo menor de 50 segundos, y trabajando 8 horas por 21 días la producción estimada es de 1200-1500 Ton/días.

- Vía Seca:

- **Voladuras:** Se llevan a cabo únicamente en Rocas de tipología Sedimentarias, Metamórficas, Ígneas. Continuo a este proceso se transporta a la planta de procesamiento para triturar las rocas en diferentes etapas:
 - Trituración primaria consiste en disminuir la roca a un tamaño entre 60-80 cm, secundarias 4'' y por ultimo al proceso terciario a 3/8'' que serían las arenas.
 - Durante el procesamiento se deben lavar para quitar el pasante 200, a veces también ocurre que si las pilas están mal gradadas se deben homogenizar para poder despacharse un mismo material.
- **Sin Voladura:** Se realizan en Suelos, de tipología Aluvionales y Coluviales. El rendimiento de piedra en estos procesos suele ser 40-50% y en arenas de 45-55%, debido al procesamiento que se necesita desde obtener el material Todo en Uno hasta el despacho.
- ✓ **Proceso Continuo:** Sería aquel donde la extracción es de una fuente y directamente va a ser destinado al despacho, ya que el material cumple con todas las especificaciones.

$$\text{Continuo} = \text{Fuente} + \text{Despacho}$$

En Puerto Ordaz y en el canal del Orinoco se aplica este método donde la extracción es por Dragado de Fondo a través de una Draga, su función es succionar por una tubería flotante el

agregado, luego se transporta a la orilla para descargarlo, de igual manera se homogeniza para tener pilas de tamaño proporcional.

En el caso consultado la producción actual de estos procesos, trabajando 21 días al mes, y 8 horas diarias ha sido alrededor de 400-600 Ton/diarias, pero se están adecuando para aumentar la producción a 800 Ton/diarias.

4. ¿Cuál es el rendimiento actual de las plantas de minerales a nivel nacional?

J.V.: “Las plantas productoras de minerales y cementos están produciendo 25%-30% de su Diseño por capacidad”.

$$Capacidad Real = (25\% - 30\%)Capacidad Nominal$$

5. ¿Qué recomendaciones daría usted para cubrir todas las demandas del país?

J.V.: “Siempre es recomendable pensar antes de ubicar un proyecto, donde el material es más económico”

6. ¿Cuál es la meta de producción para el año 2017?

J.V.: “Se tiene previsto para este año 2017, una producción de 6.000.000 TM de cemento y 1.000.000 m³/día de Concreto, entre todas las filiarías del estado, para cumplir con la demanda previstas de las edificaciones de propuestas por el gobierno y algunos requerimiento del sector privado”.

5.4.2. Entrevista a dueños de plantas en Venezuela

Nombre: Fausto Giannangeli.

Propiedades: Canteras y areneras en el estado Vargas, Venezuela.

Antigüedad: 30 años.

7. ¿Cuántos son los días laborables en Venezuela?

F.G.: “Las plantas que producen piedra picada se puede medir por la producción por año, tomando en cuenta que se trabaja 240 días, cuidado y no 220 días por los puentes que hay en los días feriados.”

8. ¿Cuál es la maquinaria de extracción de una mina de caliza?

F.G.:

<u>CANTIDAD</u>	<u>MAQUINARIA</u>
<u>4</u>	<u>Roqueros</u>
<u>1</u>	<u>Retroexcavadora</u>
<u>2</u>	<u>Oruga frontal</u>

Maquinaria para explotación de mina

- 1 Ambulancia.
- 2 Vehículos Rústicos (para el capaz y minero)
- 1 Camión de transporte para personal.
- 2 Equipos de perforación drifter con martillo roto percusor. (diámetro máximo 5")
- 4 Camiones Roqueros rígidos de 50 Toneladas

Porque 4: Esto se debe a que es la cantidad mínima de camiones en operación además de economizar gastos en la obra, ya que tiene una modalidad de operación es decir; si el lunes 3 trabajan y el 4^{to} está parado, el martes el 1^{ero} se detiene para hacerle el mantenimiento y el 4^{to} se activa con los otros y así sucesivamente se van turnando, pero si es de recomendación lo ideal serian 6 roqueros.

1 máquina para cargar Amflu, el cual es un químico expansivo útil al momento de la explosión de la mina. (Este químico se tiene en morón).

Proceso de explosión: Se realiza una cuadrícula en el sitio donde se desea extraer la piedra, luego se hace unas perforaciones en los puntos indicados, después se introduce un Nonell o mecha dentro de un tubo plástico, con el que se cuelga un taco de dinamita, previamente se llena de Amflu y se vuelve a colocar otro taco de dinamita, hasta llegar a las tercera parte del hueco y la última parte se llena con arcilla húmeda para sellar bien,

luego con los sobrantes de las mecha de cada punto se une y se lleva metros 30 metros y se enciende.

9. ¿Cuál es la maquinaria de extracción de una arenera y una cantera?

F.G.: Producción: 216.000m³/ano

Maquinaria para extracción del material:

2 Jumbo, excavadora frontal sobre oruga



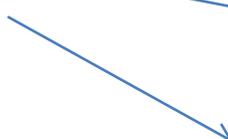
2 Payloader



2Articulados



2Rokers, transporte de carga



Plantas de ARENAS con draga. Producción anual 432.000 m³/año

Plantas promedio: Si la exportación es con una draga flotante instalada en el rio lo ideal es 2.000m³ /día con una draga de 8". Pero si es por medio de las voladuras se requiere de un molino de barras de 600Hp capaz de producir 50m³ /hora, obteniendo luna arena de 4" o menor.

Ubicación: Rio Orinoco

Para la extracción de las arenas se tiene el proceso de la draga flotante el cual se instala en el rio, de manera que recolecte arenas mezcladas con aguas, el cual es conducida por tuberías hasta llegar al tornillo de Arquímedes donde se desahoga el agua y la separa de la arena que se necesita para la producción.

Por otra parte se tiene el proceso de la voladura el cual pasa por el molino de barras donde se trabaja en húmedo luego retiene arenas de 1”.

Para el proceso de elaboración del concreto se requieren de arenas de distintos destinos siempre y cuando se tenga previsto si el concreto es de alta resistencia o de baja resistencia, tomando en cuenta además que el proceso más económico es cuando se utiliza la draga para la extracción dl canto rodado ya que se evitan los costos de las voladuras de las minas.

Maquinaria para Cargar material en la explotación en la mina:

Luego de la explosión quedan pedazos grandes rocas por lo tanto hay que Retaquear el cual se puede realizar con un martillo o se le hace un huequito y se le coloca pólvora negra para desboronar las grandes rocas. Para este proceso se necesita de:

- 1 Retroexcavadora equipada con martillo rompedor.
- 2 Equipos de Orugas frontal o retroexcavadora de tamaño adecuado. También puede ser una combinación.

Maquinaria para la planta de trituración:

Proceso primario (CONO PRIMARIO), secundaria, terciario y molino.

La variante que hay para una cantera de piedra a una de cemento es que la maquina principal puede ser un cono primario o un impactor de gran tamaño.

10. ¿Cuál es la maquinaria de una mina de arcilla?

F.G.: producción anual de 2.160.000 m³/año, 10.000 m³/día.

2	Oruga Frontal
4	Roqueros Rígidos
1	Retroexcavadora con martillo

Ubicación: San Sebastián, estado sucre, cariacó.

Planta promedio: puede producir 10.000m³ /día

Las plantas de cementos nace con las fábricas de Clinquer, principalmente antes de explotar una planta productora de cemento se necesita saber que contenido hay en los yacimientos para evaluar la presencia de CaCO_3 ya que el cemento debe tener 80 % de tenor, se puede saber mediante estudios especiales como son los hornos rotativos, verticales y hasta circulares el cual se coloca el material exponiéndolo a altas temperaturas para perder casi la mitad del peso donde por una parte queda calcio y por otra desprende CO_2 , que tanto impacta al medio ambiente. Se debe eliminar el magnesio porque no puede estar en la composición química del cemento, sin embargo este residuo puede ser útil para bloques refractarios.

Maquinaria para la mina:

La misma maquinaria para explotar la montaña pero en mayor cantidad y proporciones ya que se va a producir por horas y no por días.

Maquinaria para la trituración.

1 Tolva de 100m^3 o un alimentador.

1 Impactor de gran tamaño de 4000 Hp.

1 Homo de longitud 100-50 m y ancho 30 m. (galpón donde se homogeniza el material con hierro bauxita y otros minerales)

1 aparato para mezclar cilíndrico, necesario para agregar la mezcla homogenizada agregándole solo el 5% de yeso el cual es ideal para el tiempo de fraguado del concreto. El objetivo de este aparato es obtener Clinquer.

1 molino de bola o esfera para reducir las rocas de Clinker a una finura del tamaño del cemento.

Ubicados: Valles del tuy, Barquisimeto, Santa Teresa, Charallave, Caucagua.

Planta promedio: sin definir debido a que se requiere del área en m^2 de la vivienda, obteniendo así cuantos bloques de arcillas se debe producir anualmente.

Lo más ideal en la explotación de arcilla es que el yacimiento tenga lo menos posible de contaminación de sílice y caliza, ya que durante el proceso de trituración en el homo puede explotar.

Maquinarias para la mina:

1 vehículo de transporte.

1 retroexcavador de oruga de 2 m³

2 camiones fleteros de 18 m³

Maquinaria para la trituración:

1 Tolva de 25-30 m³

1 Máquina trituradora, necesaria para disminuir el tamaño de los terrones de arcilla que llegan de la tolva.

1 Máquina con dos ejes, concéntricas que muelen y aplastan la arcilla hasta que solo pase polvo por la diferencia entre ellos.

1 posible molino de rodillo de 2-3 m para evitar tanto polvo.

1 Criba de Resonancia cerrada y se ejecuta al seco, obteniendo GRIT (partículas muy pequeñas)

1 Máquina exclusora hidráulica, allí lleva la arcilla humedecida para darle la forma de ladrillo bien sea de 20,25 o 30 cm.

1 horno estático, el cual se transporta el ladrillo a través de cintas transportadoras de 2,5 m de largo.

1 máquina de Pallet: útil para ordenar y empacar los ladrillo al aire de manera que no se rompan en el traslado.

5.5. Comprobación del rendimiento y producción de las cuadrillas.

5.5.1. Cantera

5.5.1.1. Definición de flete

Fleet Input FPC-1a2

Fleet Name **PIEDRA P** Fleet Availability..... 90.2%

Haulers

Qty and Model..... 2 D400D
 Machine Code..... C224
 Identification..... CA 35 TON
 Tire Size..... 29.50-25
 Tire Type..... RA
 Speed Correction... 1.00
 Altitude Correction 1.00
 Empty Weight, Kg .. 28,032
 Payload Index, Kg . 36,287
 Own & Oper \$/Hr.. 0.00
 Availability..... 95.0%

Loader

Qty and Model..... 1 330L ME
 Bucket Type... MASS EXCAV 59"
 Bucket Capacity, LCM... 2.1
 Fill Factor % 100.0%
 Rated Load, Kg
 Cycle Time, Min..... 0.35
 First Bucket Dump, Min. 0.10
 Hauler Exchange, Min... 0.70
 Own & Oper \$/Hr..... 0.00
 Availability..... 95.0%

Support

Qty/Model 1 D9N
 O&O \$/Hr 82.00
 Avail/Utiliz 95.0%

Enter the name for this fleet.

F1-Help F5-Delete Loader F9-Menu

Figura 35. Definición de flete para cantera

5.5.1.2. Definición de curso

Course Input FPC-1b2

Course Name	Course Desc	Density Kg per LCM	BCM	Material Qty BCM	Passing Allowed	Speeds KPH		
PIEDRA P	PIEDRA RECOR	1,700	1,700	800	YES	Haul	Start	Final
						Return	15.00	18.00

HAUL Road

Segment	Distance METERS	Rolling Resist%	Grade %	KPH Limit
1	1,500	2.50	4.00	56.00
2				

RETURN Road

Segment	Distance METERS	Rolling Resist%	Grade %	KPH Limit
1	1,500	2.50	4.00	56.00
2				

F1-Help F4-GoTo RETURN Road F6-Insert Seg F7-Del Seg F8-Print F9-Menu

Figura 36. Definición de curso para cantera

5.5.1.3. Análisis de producción

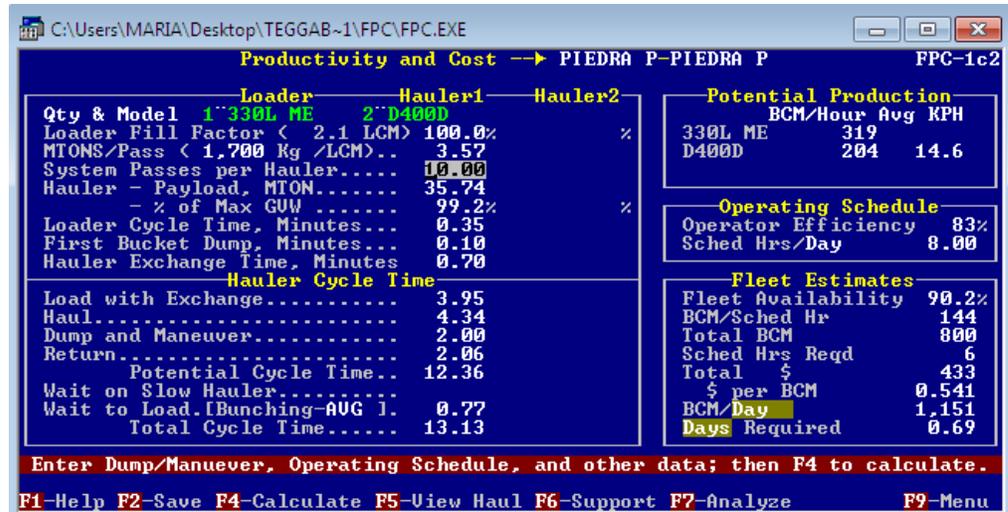


Figura 37. Análisis de producción para cantera

5.5.1.4. Eficiencia del flete

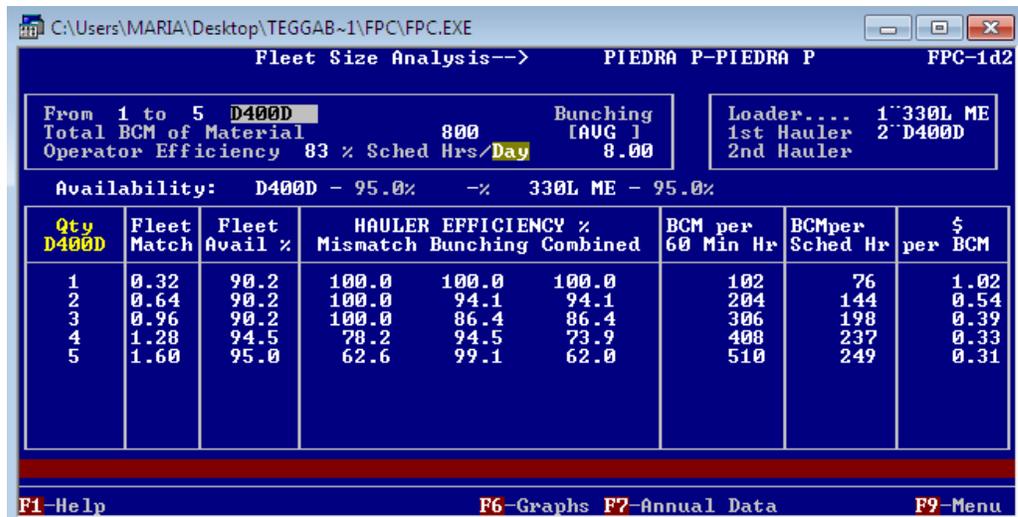
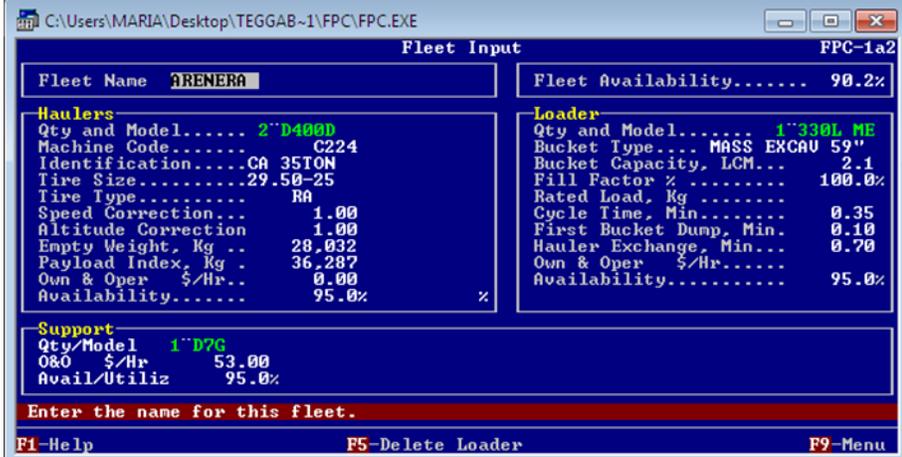


Figura 38. Eficiencia de flete para cantera

5.5.2. Arenera

5.5.2.1. Definición del flete



C:\Users\MARIA\Desktop\TEGGAB-1\FPC\FPC.EXE
Fleet Input FPC-1a2

Fleet Name **ARENERA** Fleet Availability..... 90.2%

Haulers		Loader	
Qty and Model.....	2`D400D	Qty and Model.....	1`330L ME
Machine Code.....	C224	Bucket Type....	MASS EXCAU 59"
Identification.....	CA 35TON	Bucket Capacity, LCM...	2.1
Tire Size.....	29.50-25	Fill Factor %	100.0%
Tire Type.....	RA	Rated Load, Kg	
Speed Correction...	1.00	Cycle Time, Min.....	0.35
Altitude Correction	1.00	First Bucket Dump, Min.	0.10
Empty Weight, Kg ..	28.032	Hauler Exchange, Min...	0.70
Payload Index, Kg ..	36.287	Own & Oper \$/Hr.....	
Own & Oper \$/Hr..	0.00	Availability.....	95.0%
Availability.....	95.0%		

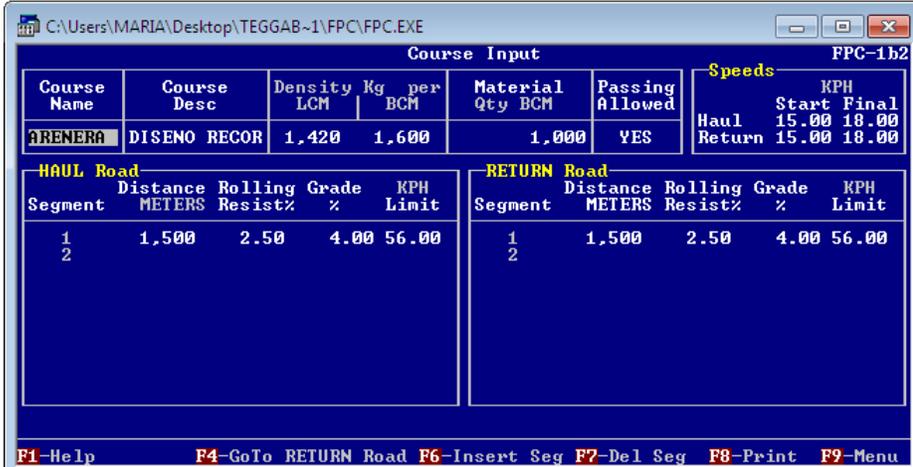
Support
 Qty/Model 1`D7G
 O&O \$/Hr 53.00
 Avail/Utiliz 95.0%

Enter the name for this fleet.

F1-Help F5-Delete Loader F9-Menu

Figura 39. Definición del flete para arenera

5.5.2.2. Definición de curso



C:\Users\MARIA\Desktop\TEGGAB-1\FPC\FPC.EXE
Course Input FPC-1b2

Course Name	Course Desc	Density LCM	Kg per BCM	Material Qty BCM	Passing Allowed	Speeds KPH	
ARENERA	DISENO RECOR	1,420	1,600	1,000	YES	Haul Start	Final
						Return	
						15.00	18.00
						15.00	18.00

HAUL Road					RETURN Road				
Segment	Distance METERS	Rolling Resist%	Grade %	KPH Limit	Segment	Distance METERS	Rolling Resist%	Grade %	KPH Limit
1	1,500	2.50	4.00	56.00	1	1,500	2.50	4.00	56.00
2					2				

F1-Help F4-GoTo RETURN Road F6-Insert Seg F7-Del Seg F8-Print F9-Menu

Figura 40. Definición de curso para arenera

5.5.2.3. Análisis de producción

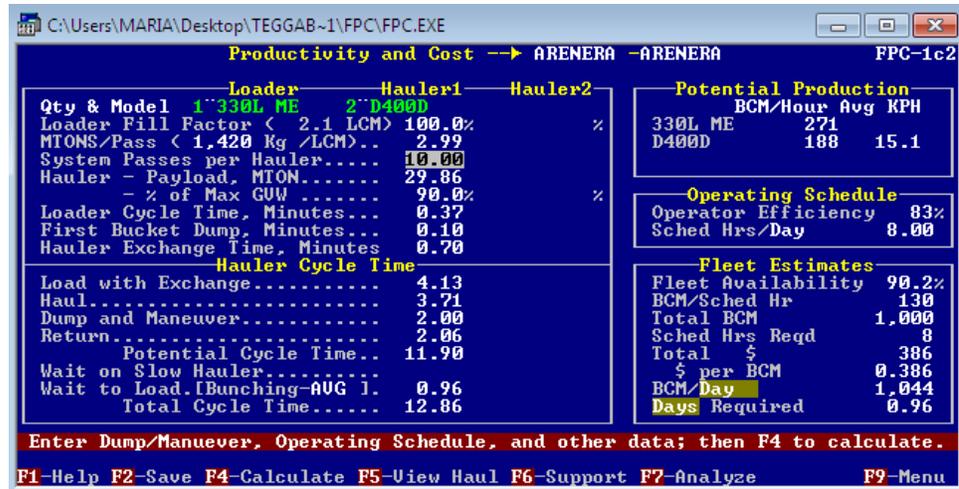


Figura 41. Análisis de producción para arenera

5.5.2.4. Eficiencia del flete

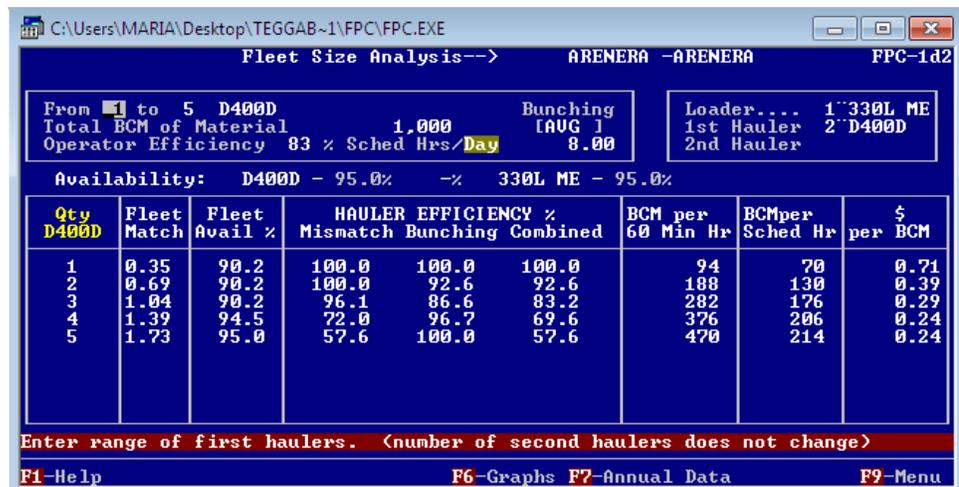


Figura 42. Eficiencia del flete para arenera

5.5.3. Cementera

5.5.3.1. Definición de flete

Figura 43. Definición de flete para cementera

5.5.3.2. Definición de curso

Figura 44. Definición de curso para cementera

5.5.3.3. Análisis de producción

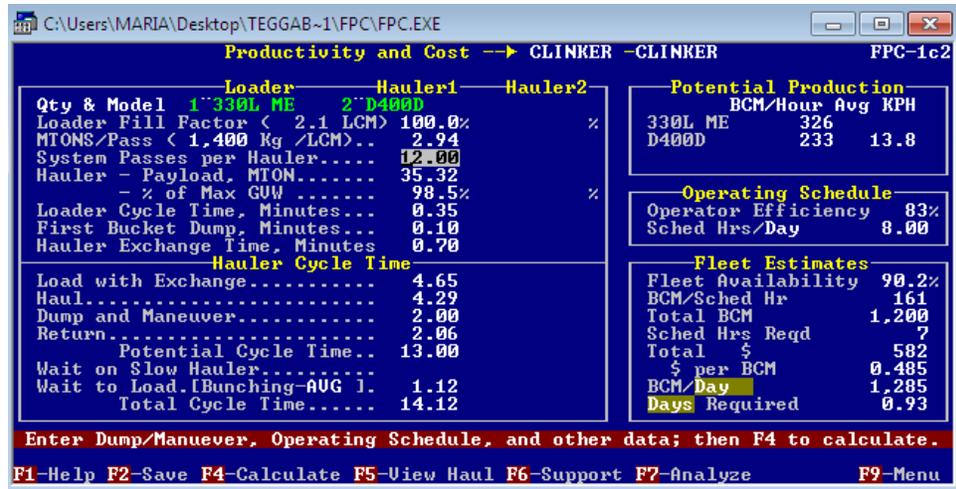


Figura 45. Análisis de producción para cementera

5.5.3.4. Eficiencia del flete

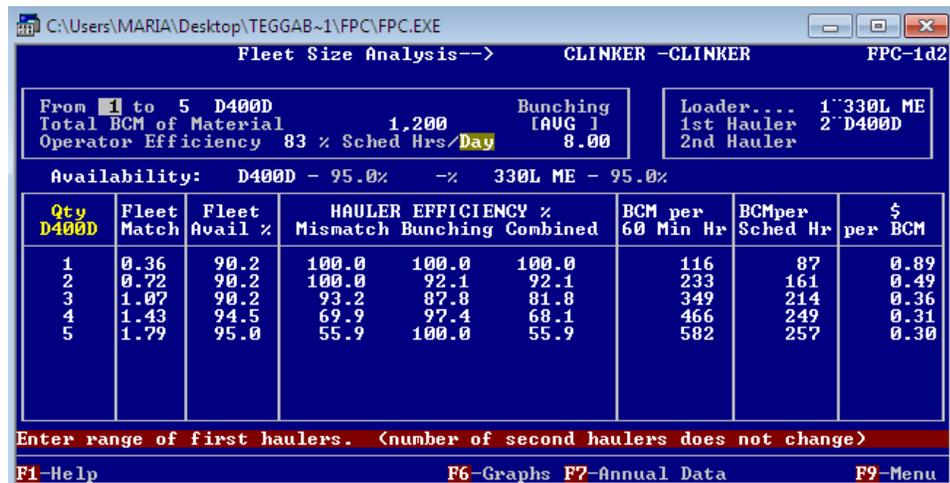


Figura 46. Eficiencia de flete para cementera

5.5.4. Alfarería

5.5.4.1. Definición de flete

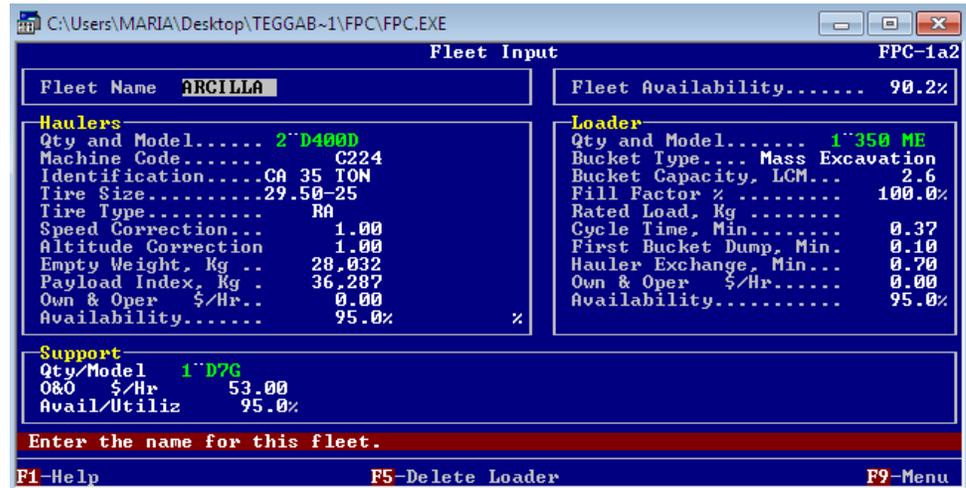


Figura 47. Definición de flete para alfarería

5.5.4.2. Definición de curso

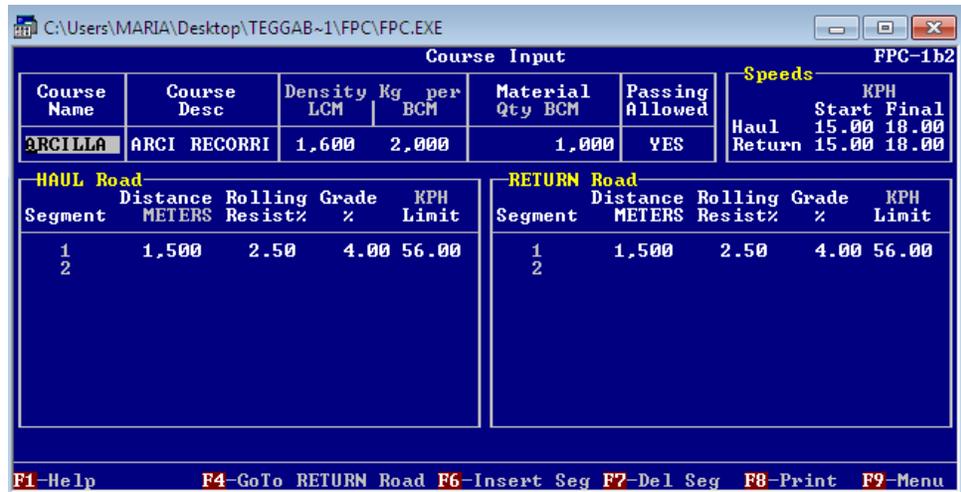


Figura 48. Definición de curso para alfarería

5.5.4.3. Análisis de producción

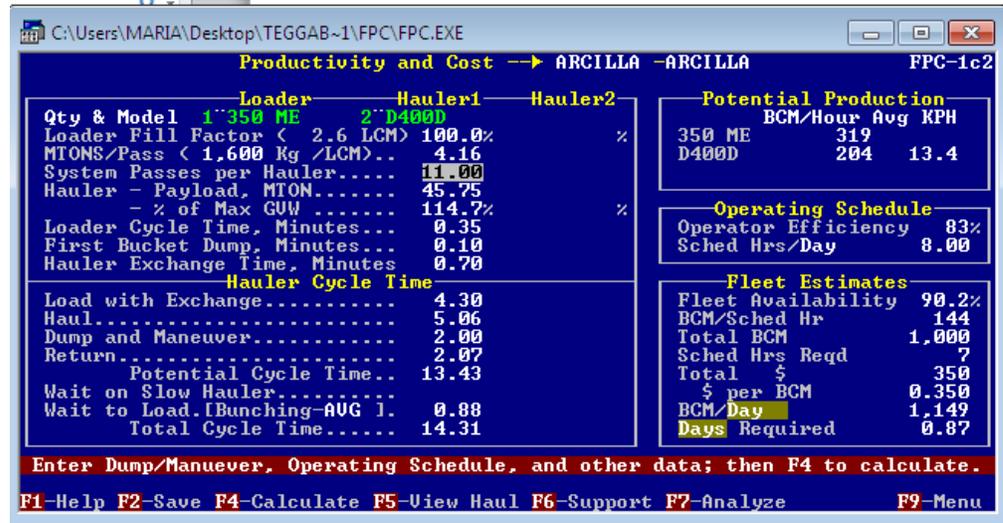


Figura 49. Análisis de producción para alfarería

5.5.4.4. Eficiencia del flete

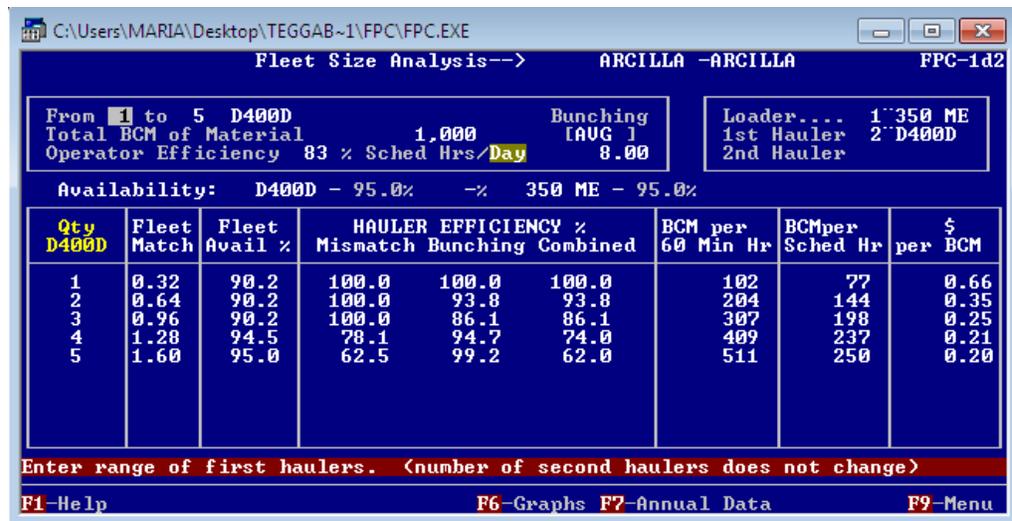


Figura 50. Eficiencia de flete para alfarería

IMAGENES

5.5.5. Visita a cantera CONLUVAR, estado Vargas 06-04-2017.



Planta de Procesamiento- Primaria.



Planta de Procesamiento- Secundaria



Rio de Extracción de Agregados



Descarga de agregados a la Mandíbula



Funcionamiento de una Excavadora



Trayectoria de las maquinarias a la Mandibula de Trituracion



Ing. Juan Reyes

DISTRIBUIDORA MEGA
Importación de Maquinaria Pesada- en Guarenas Visita: 09-11-2017



Galpón de Almacén de las maquinaria en MEGA



Motor de una Maquinaria de extracción



Tractor Sobre Oruga



Oruga para Maquinaria de Extraccion



CORPORACION SOCIALISTA DE CEMENTO

5.5.1. Visita a corporación socialista de cemento, estado Carabobo 01-06-2017.

EN SAN JOAQUIN





Explicaciones sobre el funcionamiento actual de las Plantas de Agregados en Venezuela



Planta de Procesamiento de Agregados



Laguna Ubicada en la Planta de San Joaquín, destinada para el Bombeo de agua para el funcionamiento de la Cantera.



Ing. Jose Vieira



Mandíbula de trituración