

Escuela Nacional de Ingenieros

**Planeación, Localización, Proyecto y  
Estudio Económico de una Planta Bene-  
ficiadora de Agregados y Dosificadora  
Mezcladora de Concreto.**

**TESIS**

que para obtener el Título de  
Ingeniero Civil  
presenta el pasante

**JAIME GOMEZ CRESPO**

*A mis padres con gratitud y cariño.*

*A mis hermanos y tíos.*

*Con agradecimiento a mis maestros y  
personas que desinteresadamente  
me ayudaron en la realización  
de éste trabajo.*



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA  
Dirección  
Núm. 731-611 T  
Exp. Núm. 731/214.2/-2047

Al Pasante señor Jaime GOMEZ CRESPO  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el señor profesor ingeniero Alberto Barocio B., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero CIVIL.

"Como cada vez se palpa más en México la necesidad de materiales que sirven para la formación de concretos económicos y de buena calidad, el candidato hará un estudio de planeación sobre la construcción e instalación de una Planta Clasificadora y Beneficiadora de agregados en conexión con otra Planta Mezcladora de Concreto. Este estudio a más de abarcar los aspectos técnicos generales de las estructuras y procedimientos, tendrá un capítulo especial en el que se considere el aspecto económico, naturalmente con el costo aproximado de esas Plantas."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional.

Muy atentamente.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
México, D.F. 4 de marzo de 1955  
EL DIRECTOR

  
Ing. José L. de Parres

JLP:RPV:meag.

---

## ANTECEDENTES

El trabajo que a continuación se desarrolla, pretende además de su esencia, demostrar de una manera convincente la necesidad que hay en un país de constante progreso como lo es nuestro México, de plantas centrales productoras de concreto para una posterior distribución mediante camiones o carros -- agitadores a las distintas obras.

Toda la información que este trabajo contiene fué obtenida de las experiencias que se han tenido en México con ayuda la cual agradezco de los Ings. Fernando Guzmán y Alfonso Duarte, así como también de folletos, y revistas que tratan a este respecto.

Mi interés para abordar este tema esta basado en el --- constante mejorar de una obra, cuya eficiencia depende de todos sus elementos y entre ellos de primordial importancia se encuentra el concreto, sobre el que se requieren amplios conocimientos e investigaciones constantes sobre materiales proceso y equipo.

El mejor conocimiento para lograr de manera efectiva la

calidad y dosificación de los materiales, para satisfacer los diferentes requisitos de resistencia uniformidad, manejabilidad, economía etc. etc. que nos piden los diversos tipos de obra, solo se obtienen mediante la adecuada instalación de -- Plantas de Concreto Premezclado.

Es pues de esperarse que la demanda en México del concreto premezclado vaya en constante aumento y se piense en la -- conveniencia de establecer plantas que llenen estas necesidades.

## I N D I C E

1 <sup>a</sup> Parte	Planeación y Localización.
2 <sup>a</sup> Parte	Proyecto y Equipo.
3 <sup>a</sup> Parte	Estudio Económico.
4 <sup>a</sup> Parte	Producción y Distribución.

---

**-.PRIMERA PARTE.-**

**-.Planeación y Localización.-**

Se ha observado que en la actualidad esta tomando auge - entre ingenieros, arquitectos y compañías constructoras el -- uso del concreto premezclado. Parte de esto es debido a las ventajas que de el se obtienen.

Como son: el obtener una dosificación por peso adecuado que asegura concretos uniformes en calidad y resistencia, permitiendo una mayor seguridad, para adoptar diseños más económicos con mayores coeficientes de trabajo.

Concretos homogéneos y uniformes que únicamente se ob--tienen con equipo adecuado para mezclar sus ingredientes. --- Siendo este equipo revolvero muy costoso, implicaría fuertes inversiones para satisfacer las necesidades de las diferentes obras que simultáneamente se ejecutan.

Un estricto control, basado en pruebas y muestreos congstantes por parte de el laboratorio de la Planta, el cual a su vez viene a proporcionar una garantía en la elaboración del - concreto y además una economía en el costo de producción. -- Control que nunca se lleva a cabo en la mayoría de las obras.

En las obras nos evitaremos el problema de almacenar cemento y agregados que constantemente sufren mermas, debidas a la falta de control y organización en la recepción y distribución de los mismos.

Estos agregados en lugar de ser provechosos para la elaboración del concreto serán nocivos, pues si aumentamos a los contaminaciones propias de una obra al almacenarlos, lo atrasado que se esta tanto en México como en otros países en la industria de extracción de grava y arena y la flata de exigencia por parte de los consumidores, hacen que dichos agregados trigan consigo materiales deletereos y sin ninguna uniformidad en su granulometria.

Al almacenar cemento en una obra se tendran, desperdi---cios considerables que se reducen a su mínima expresión cuando se cuenta con silos o locales adecuados para su almacena---miento en una planta de premezclado.

Ademas el espació que ocupan los materiales en una obra generalmente vienen a entorpecer y crear problemas en el funcionamiento de la misma.

Otra importante ventaja es aquella que se refiere a los los dias de colado, en los que se requiere un mayor número de ---obreros, particularmente si una gran parte del personal tiene que dedicarse a la elaboración del concreto, personal que se reduce y emplea en la distribución y colocación del concreto premezclado.

Si la obra lo permite, se podra depositar en concreto en diferentes partes permitiendo abastecer así con toda regu-laridad los diferentes sitios por colar. Obteniendose con -esta forma de distribución un ahorro considerable en el tiem-po de colado.



Contar con una planta central significará además de producir para los demás el poder producir para si mismo, si se cuenta con un contrato a obra de ciertas magnitudes.

Es de considerarse como humanamente aceptable lo que -- significa en descarga de trabajo pesado, a los obreros, la -- elaboración de un concreto mecánicamente.

La Planta a que haremos mencion se debe instalar en el terreno situado al costado Sur de la Fábrica de Cemento La -- Tolteca S.A. en Lomas de Becerra.

Este terreno tiene una superficie suficiente y otras -- ventajas que a continuación se enumeran:

Su cercanía a la Fabrica de cemento La Tolteca traera -- consigo un ahorro considerable en los acarreos de cemento y -- nos facilitará su rápido abastecimiento.

Económicamente también será para nuestro proyecto la -- corta distancia a la que se encuentra de las minas productoras de agregados agules reduciendo así los acarreos.

Es muy importante la distancia a que se deba acarrear un concreto premezclado. Esta distancia por experiencias hechas en México y en Estados Unidos se ha llegado a determinar, como máxima económica, la que se encuentra entre los 20 y 25 kms. Para este caso nuestro terreno ocupa un lugar dentro de la ciudad a unas distancias semejantes a las mencionadas de los puntos más alejados. Ademas podemos considerar lo como punto estratégico para un futuro crecimiento de la -- ciudad que siempre se efectuará hacia el Sur para lo cual ya existen grandes proyectos.

El terreno en cuestión al oriente cuenta con un escape de via de ferrocarril. Dicho escape se utilizará en el ---

transporte de cemento a granel, acarreado directamente de la Fca. de Cemento Tolteca, en gondolas de Ferrocarril llenadas y descargadas por gravedad.

El terreno tiene además dos accesos. Uno en el costado poniente que utilizará para abastecer la planta beneficiadora con agregados en greña para su beneficio posterior.

El otro en el costado oriente se empleará para dar salida a los camiones transportadores del concreto premezclado y como acceso a las oficinas y Laboratorio y taller mecánico.

Cerca del lugar donde se ubicará la planta pasa una línea de alta tensión para abastecerla de energía, evitando el alto costo que representaría traerla de varios kms. de distancia. El terreno tiene un poco de declive del cual trataremos de sacar ventaja para los transportes y acarreos al plantear la planta.

De importancia en este proyecto es el abastecimiento de agua tanto para el lavado de nuestros materiales como para la elaboración del concreto, por no contar el lugar con agua corriente nos veremos en la necesidad de hacer un pozo profundo.

En el proyecto cabe mencionar que se adquirirá una mina de agregados azules cercana al terreno. Esta significaría un ahorro en acarreos, precios de los materiales y la seguridad que hay de poder mejorar su calidad y abastecimiento, pudiendo obtener una uniformidad al desechar o aprovechar los diferentes bancos por explotar.

En el plano # 1 podrá consultarse con detalle la localización de la Planta Beneficiadora y la Planta Dosificadora -- tanto en la posición que ocuparán en el terreno como la que guardan entre sí.

---

- .SEGUNDA PARTE.-

**Proyecto y Equipo.**

Para proceder a proyectar analizaremos muestras necesidades esenciales que son:

El espacio que se usara para:

- a) La instalación de ambas unidades, la mezcladora y la beneficiadora.
- b) Para el almacenamiento de los materiales tanto en -- greña, como beneficiados.
- c) Para el almacenamiento del cemento.
- d) Oficinas laboratorio y taller mecanico.
- e) Un espacio libre para el fácil movimiento de los materiales que entran y salen, y los que circulan en las propia plantas.
- f) Espacio para una subestación y una bomba de pozo pro fundo con su tanque de almacenamiento.
- g) Un lugar de reparación de maquinaria y estacionamiento para el equipo movil en sus períodos de descanso.
- h) Un espacio extra para una futura ampliación de la in dustria si las necesidades lo requieren.

Procedamos seguidamente a analizar las debidas capacidades que daremos a nuestras plantas y así conocidas sus magnitudes y necesidades, hacer posteriormente una distribución de todos y cada uno de los elementos que las constituyen.

Empezaremos por ver cuales son o serian los consumos de concreto premezclado en la ciudad de México.

Estos se podrian dividir en tres grupos:

El principal y que sin duda llegará a ser el de mayor demanda es aquel empleado en las pavimentaciones ya que el suelo de la ciudad por sus características lo exige, y además porque las pavimentaciones de concreto son de gran resistencia al desgaste resolviendo el problema de una buena conservación de las calles y avenidas que tan importante papel desempeñan en la prosperidad de una ciudad del movimiento de la nuestra.

El segundo actual empleo es el de las grandes estructuras de concreto reforzado, tendiendo este a disminuir cada vez más por el lugar que empiezan a ocupar los concretos y materiales ligeros.

Como tercer empleo podemos citar aquel de los pequeños consumidores. Obras de poco volumen que en conjunto representan un consumo de importancia. Agregando también la demanda que pueden tener las industrias especiales de precolados y obras públicas.

Analizando el consumo que estos tres grupos que hemos enumerado puedan tener llegamos a la conclusión que debe construirse una planta productora de concreto premezclado con una capacidad diaria de  $1000 \text{ m}^3$  en dos turnos efectivos con un total de 20 hrs.

Para abastecer la planta de concreto premezclado debe --

montarse la planta beneficiadora de agregados con una capacidad diaria de 1300 m<sup>3</sup> en dos turnos efectivos con un total de 20 hrs. Con esta capacidad de producción tendremos un sobrante de 100 m<sup>3</sup> como margen de seguridad.

Escogido con estas capacidades el equipo necesario y -- adecuado al que posteriormente se hace mención, se procedió -- aprovechando los desniveles máximos del terreno a localizar -- en él los ejes de la Planta Beneficiadora y la Planta Dosificadora. Favoreciendonos estos desniveles por la economía que representan en los sistemas transportadores y elevadores de -- nuestro material.

Las plantas se dejaron convenientemente separadas con -- el fin de permitir una fácil circulación entre ellas del equi -- po móvil y además dejar un espacio suficiente para almacenar materiales beneficiados en volumen tal, que alcancen a abastecer la mezcladora por unos 6 a 7 días. Reserva que se utilizara en caso de una reparación mayor de nuestra planta de beneficio.

Se aprovecho el acceso al terreno por el costado poniente para la recepción de los agregados en greña para su almacenamiento y posterior beneficio. En esta misma parte poniente se dejo una area para un almacenamiento suficiente de los materiales mencionados.

La entrada al terreno en su parte oriente se destinó a la circulación tanto del equipo móvil para el transporte del concreto como para el acceso a las oficinas y talleres.

Se proyectó un taller que consta de una oficina, con -- 1/2 baño, bodega, y un cobertizo con la amplitud necesaria -- para la reparación del equipo. Para detalle ver plano adjunto # 1 .

Las oficinas y Laboratorio tienen su lugar por la cerca

nia a la entrada poniente y a la vez a la planta mezcladora - por su gran conveniencia al Laboratorio y a la supervisión.

Cuenta esta unidad con una:

Oficina para el Gerente General

Oficina para el Superintendente

Oficina para ayudante del Superintendente

Oficina para los residentes

Oficina de contabilidad y costos

Oficina del Laboratorio.

Un cuarto de curado

Una bodega.

Un cuarto de instrumentos de Presión.

Un espacio suficiente para el equipo y ejecución de pruebas de laboratorio.

Dos Baños.

Su distribución se encuentra en el plano # 2

El sitio que ocupa la subestación se debe a su cercanía a las líneas de alta tensión y a la vez en un lugar aislado, fuera del tránsito del equipo y movimiento del personal.

Todos los problemas y necesidades anteriores, se puede ver resueltos según el plano de conjunto # 1.

Descripción del Funcionamiento de las Plantas y Control de las mismas.

Los agregados en greña una vez depositados en el lugar destinado a su almacenamiento serán movidos por medio de un Bulldozer a la tolva receptora para su beneficio. De esta tolva de recepción pasarán a la quebradora primaria en este caso de quijadas, donde se triturará el material mayor de  $1\frac{1}{2}$ . De aquí será elevado el material por medio de una ban

da, hasta una criba de tres pisos donde se lavará y clasificará. El exedente a determinados tamaños irá a dar a una quebradora secundaria en este caso de rodillos. Una vez triturado este exedente será llevado en una banda de retorno a nuestra banda matriz que lo conduce a reclasificarse. De las cribas ya lavado se depositará en tres tolvas, correspondientes estas, a cada tamaño del material resultante de nuestra clasificación.

De estas tolvas podrá moverse el material ya sea a el patio de almacenamiento de materiales beneficiados o bien alimentar la banda que conduce a el sistema elevador de canchales de la Planta Dosificadora para el almacenamiento en las tolvas de la misma.

Los agregados así almacenados pasarán de las tolvas de la Dosificadora y mezcladora, a ser depositados por gravedad, y controlada su salida por unas compuertas de almeja, a una tolva pesadora.

Por otra parte del Silo de almacenamiento del cemento, será conducido este por medio de un gusano transportador a la tolva dosificadora de cemento.

Una vez pesados los materiales, serán distribuidos -- a travez de unos pantalones a las ollas mezcladoras 1 o'2, donde se agregará el agua necesaria para su mezclado.

Ya que la revoltura haya alcanzado su tiempo de mezclado, se vaciarán las ollas en el sistema de transporte destinado para su distribución terminando así la elaboración.

#### Controles de la Producción.

Tanto en la planta beneficiadora como en la Planta Dosificadora es indispensable llevar un estricto control -

de sus productos, para poder obtener materiales uniformes y - un concreto premezclado de alta calidad y constante uniformidad.

En el caso de nuestra beneficiadora se estarán tomando constantes muestreos del material en greña para en esta forma conocer el porciento de arena y grava que contiene este en estado natural. A la vez de que por ciento existé de material mayor de 1 1/2 y en esa forma regular las aberturas de las -- quebradoras primaria y secundaria. Así podemos obtener una - proporción de agregados, de acuerdo con las necesidades para la producción del concreto.

Otro tipo de pruebas que se estarán efectuado en dicha planta es la determinación de las densidades, capacidad de - absorción, granulometrias y pesos volumétricos del material - antes y despues del beneficio.

Con estos datos del Laboratorio así obtenidos se procede a hacer las correcciones a la proporción base por contaminaciones en granulometrias, absorción y humedad. Esta proporción ya corregida será la que se use para la dosificación adecuada de la elaboración del concreto.

En la planta Dosificadora y mezcladora de Concreto se - estarán formando pruebas constantes de revenimiento, a la vez colando especimenes cilindricos según especificaciones A S T M para su prueba a la compresión.

Las pruebas a que se ha hecho mención puede decirse que son pruebas elementales de rutina no por eso se quiere decir que se debe precindir de un sin número de pruebas propias de un laboratorio de Concreto indispensables para mejorar y controlar las mezclas.



Todas estas pruebas deberán ser ejecutadas y vigiladas por personas responsables y capaces de dar la debida interpretación a los resultados que se obtengan.

Con estas pequeñas observaciones se pretende demostrar lo indispensable que es un laboratorio para el control de la producción y la importancia que a este se le debe dar.

#### -EQUIPO.-

Se contará con una Pala Lorain de 1 yd<sup>3</sup> de capacidad y equipo adicional para la explotación de la mina. Además barrenos, barras, pulsetas, y equipo menor.

El material en greña producto de la mina se tendrá que transportar a la planta beneficiadora, para lo cual usaremos de 13 camiones de volteo por encontrarse la mina a 2 kilómetros, la distancia. Nuestras necesidades son de 130 m<sup>3</sup> por hora, cosa que haciendo 5 viajes por hora unidad de 3 m<sup>3</sup> y teniendo de repuesto 3 camiones continuamente se transportará el material suficiente a nuestras necesidades para la producción de material beneficiado.

Se requerirá de un medio para el acarreo de material en greña una vez estando este en las cercanías de la planta. Aunque existe la posibilidad de descargar los camiones directamente a la tolva de la beneficiadora hemos escogido un Bulldozer Tractor para mover el material almacenado y acarrearlo en ocasiones a la beneficiadora. Permittiendose almacenar cantidades fuertes de material ya que existe espacio suficiente.

Conociendo el tamaño máximo de roca que sale de la mina y que es de 6" y sabiendo que ademas hay agregados más pequeños. Necesitaremos sacar de ellos 3 tipos de agregados gra-

va # 1 grava # 2 y arena.- en las siguientes proporciones.-

60% de agregado grueso y 40% de agregado fino.

De el agregado guerso 60% será grava # 1 y el restante grava # 2.

Con esto y sabiendo que necesitamos producir  $50 \text{ m}^3$  por hora como máximo, se escogio una planta beneficiadora que tiene quebradora primaria de 10" x 24" y una secundaria de rodillos de 16" x 24".

De la trituración pasa el materias por medio de un alimentador a la cribadora que como ya dijimos tendra tres mayas de 4' x 8' en pisos para selecciones el material. y ademas -- ser lavado posteriormente en una Lavadora Pioneer de 32" x -- 12'3" Todo el material beneficiado pasara a 3 tolvas de almacenamiento las cuales alimentarán la banda transportadora - a la planta Dosificadora, estas serán de  $25 \text{ m}^3$  c/u. Además - se podrán depositar en el suelo para su almacenamiento, agregados benefinados que serán movidos posteriormente por un --- Scoop.

Toda la maquinaria será movida electricamente con motores; 50 HP para la quebradora primaria, de 40 HP para la que bradora secundaria y 4 motores de 7.5 caballos para la banda principal, la de retorno, la cribadora y la lavadora.

Para detalle de colocación ver plano 2 y 3 beneficiado ra.

De las tolvas de la Beneficiadora el material pasará - directamente a la planta de concreto por medio de una banda - transportadora de 18" a una pequeña tolva receptora desde donde se elevará el material con un elevador de canjilones, para llenar así las tolvas de almacenamiento. Estas deberán ser - de  $45 \text{ m}^3$  de capacidad, montadas sobre una estructura metálica. Esta capacidad es suficiente para alimentar continuamente

te las dos revolventoras que para una producción media de 30 m<sup>3</sup>/hr son suficientes de 2 yd<sup>3</sup> c/u. pudiendo llegar a producir hasta 50 m<sup>3</sup>/hr.

Además la planta será prevista de una tolva pesadora de agregados para 2 yd<sup>3</sup>, capacidad suficiente, para que de una sola operación dosifique el material de una revoltura.

Un silo elevador de 50 ton. de cap. para cemento a granel. y un extractor sin fin de cemento. Una bascula pesadora de cemento de 1 ton. de capacidad y una tolva pesadora. Para dosificar el agua usaremos de dos medidores automaticos de -- 800 Lts. de capacidad c/u.

Para proveer de agua a las palntas se tendrá que:

El agua necesaria por hora de beneficio de agregados es de 14.4 m<sup>3</sup>.

El consumo por hora en la producción del concreto es de 6 M<sup>3</sup>, dando esto un total de 20.5 m<sup>3</sup>/hr aproximadamente.

Luego necesitaremos de una bomba de pozo profundo que nos de 15 Hs/seg. y un tanque de almacenamiento de 30 m<sup>3</sup>. La tubería de descarga será de 4" y para el posterior presupuesto supondremos una profundidad el pozo de 180 mts. con tubería de 12" ø.

La planta mezcladora se movera en su totalidad por motores electricos, y para todo el conjunto se montará una subestación de 300 HP.

Contando una vez con el equipo pasaremos en más detalle a el Estudio Económico.

Como mayor detalle existen los cortes y plantas de la maquinaria en los planos No. 2 y 3.-

---

- TERCERA PARTE.-

Estudio Económico

Por los estudios hechos anteriormente sabemos el espacio y equipo necesarios, para la capacidad de las plantas que se van a instalar y con estos datos vamos a proceder al estudio económico completo para obtener el costo y precio a que se -- puede ofrecer a los constructores el concreto premezclado producido en una Planta Central, y así demostrar las ventajas -- que tiene en precio este producto ya que en calidad y uniformidad lo hemos dado a conocer en el capítulo segundo.

Para valuar el costo de la maquinaria nos vamos a basar en los precios actuales del mercado.

Vamos a convertir todos nuestros costos de operación y gastos generales a hrs. maquina relacionados con la produc---ción por  $M^3$ .

Como ya mencionamos en el capítulo anterior la produc---ción de la planta será de setenta toneladas métricas por hora para la Dosificadora y de  $43 m^3$  por hr. para la Beneficiadora en una jornada de trabajo de 20 hrs. al día.

Planta de agregados 1400 tons. métricas/ día.

Planta de concreto 960 m<sup>3</sup> / día.

Todos los costos calculados estan basados sobre una producción media de un 66% de la teórica para la planta de agregados y de un 62.5% de la teórica para la planta de concreto, en consecuencia los costos se refieren a la siguiente producción media por hora:

Planta de agregados	33 m <sup>3</sup> /hora
Planta de concreto	30 m <sup>3</sup> /hora.

### 1° Costo del equipo necesario.

Como se hará la explotación de una mina propiedad de la - compañía el equipo requerido será:

#### Clasificación:

E Una pala Lorain de 1 yd<sup>3</sup> de capacidad \$260.000.00  
Para el acarreo del material se dispondrá de camiones de volteo de 3 m<sup>3</sup> de capacidad, que para las necesidades de la planta y buen servicio serán en No. de 13.

#### Clasificación:

B.- 13 camiones a \$37.000c/u	_____	\$481.000.00
Equipo adicional de barras y equipo menor	_____	7.000.00
Suma		<u>\$748.000.00</u>

2.- Planta Quebradora, Clasificadora y Lavadora de agregados:

#### Clasificación:

A - 1 Tractor 7 Caterpillar Bulldozer	-	\$198.000.00
A - 1 Quebradora de Quijadas de 10" - x 24" (primaria)	-	82.600.00

Clasificación.

A	1 Quebradora de rodillos de -- 16" x 24" (secundaria)	-----	\$24.450.00
D	1 Alimentador Pioneer de ---- 30" x 10'	-----	30.600.00
D	1 Criba Pioneer vibradora de - 4' x 8' en tres pisos.	-----	36.200.00
B	1 Lavadora Pioneer 32" x 12'3" con cadena.	-----	22.000.00
D	1 Banda transportadora de --- 18" x 36 mts.-	-----	33.400.00
F	1 Motor eléctrico de 50 HP para la quebradora de quijadas y ali mentador.	-----	18.900.00
F	1 Motor eléctrico de 40 HP que- bradora secundaria	-----	16.500.00
F	Un motor eléctrico de 7.5 HP -- banda principal.	-----	44.100.00
F	1 motor eléctrico de 7.5 HP ban da retorno.	-----	4.100.00
F	1 motor eléctrico de 7.5 HP cri ba vibradora.	-----	4.100.00
F	1 motor eléctrico de 7.5 HP La- vadora.	-----	4.100.00
F	3 Tolvas capacidad e 25 m <sup>3</sup> c/u	-----	22.000.00
			<u><u>22.000.00</u></u>
	Suma:		\$501.050.00

3° Planta Dosificadora y mezcladora de Concreto.

Clasificación.

F	3 tolvas almacenamiento y es--- tructura metálica	-----	5 500.00
D	1 Elevador de canjilones	-----	11.000.00
D	1 Compresora de aire	-----	3.300.00

**Clasificación.**

D	2 Mezcladoras de 2 yd <sup>3</sup> c/u con motor de 35 HP c/u	————	37.500.00
D	1 Pesadora de agregados para 2 yd <sup>3</sup> .	————	5.000.00
F	1 Silo elevador para 50 tons. cemento a granel.	————	16.500.00
D	1 Elevador canjilones Silo -- con motor de 7.5 HP.	————	22.000.00
D	1 Extractor sin fin de cemento con motor de 3 HP.	————	5.500.00
F	1 Silo de almacenamiento para 200 tons. para cemento a granel.	————	33.000.00
D	1 Bascula pesadora de cemento 1 Ton de capacidad.	————	12.000.00
D	1 Tolva pesadora de cemento	————	1.200.00
D	2 Medidores automáticos de --- agua de 800 Hs. de capacidad - c/u.	————	6.600.00
F	Tolvas de distribución.	————	5.500.00
D	20 metros de banda transportado <u>ra</u> de 18" con motor de 7.5 HP.	————	29.300.00
			<hr/> <hr/>
	Suma:		\$ 192.700.00

**4<sup>o</sup> Equipo adicional.**

**Clasificación.**

E	1 bomba de pozo profundo 4"	————	45.000.00
B	1 Scoop Movile de 5 m <sup>3</sup> de capa <u>ci</u> dad.	————	16.500.00
F	1 Subestación para 300 Hp.	————	66.000.00
			<hr/> <hr/>
	Suma:		\$ 127.500.00

## 5° Trabajos y Construcciones.

### Clasificación.

F	1 tanque elevador 5 m. con capacidad de 32 m. <sup>3</sup> agua.	————	16.000.00
F	Perforación y además pozo a 180 - mts. tubería 12" ø	————	120.000.00
F	Nivelación terreno excavación y rrelleno 3000 m <sup>3</sup> .	————	22.000.00
F	Oficinas 200 m <sup>2</sup> a \$ 300.00	————	60.000.00
F	Caseta de Subestación 20 m <sup>2</sup>	————	4.000.00
F	Barda del terreno.	————	12.000.00
			<u>          </u>
	Suma:		\$ 234.000.00

## 6° Montaje e instalación del Equipo.

### Clasificación.

F	Planta Beneficiadora	————	39.000.00
F	Planta mezcladora	————	23.000.00
			<u>          </u>
	Suma:		\$ 62.000.00

### INVERSION TOTAL

1	Explotación de la mina	————	748.000.00
2	Planta beneficiadora de agregados	————	501.050.00
3	Planta Dosificadora de Concreto	————	192.700.00
4	Equipo Adicional.	————	127.500.00
5	Construcción.	————	234.000.00
6	Montaje e Instalación.	————	62.000.00
			<u>          </u>
	Suma:		1,865.250.00

Cálculos de Costos de producción de acuerdo con los valores invertidos por etapa de operación y global hasta la co-



locación del concreto en obra.

Para hacer dichos costos se ha clasificado el equipo - considerando varios tiempos de vida y horas de trabajo por -- año.

Clasificación del Equipo	Años de Vida	Horas al Año.
A	2	4000
B	3	3000
C	4	2000
D	4	3000
E	6	2000
F	10	6000

Se obtuvieron porcentajes correspondientes a deprecia-- ción, interes y mantenimiento por hora para las distintas vi- das y horas de trabajo, resultando los siguientes:

Equipo	Depreciación	10% Intereses Inversión Me dia %	Manteni miento %	Sumas %
A	0.0125	0.0018	0.0125	0.0268
B	0.0111	0.0022	0.0111	0.0244
C	0.0125	0.0031	0.0125	0.0281
D	0.0083	0.0021	0.0083	0.0187
E	0.0083	0.0029	0.0083	0.0195
F	0.0017	0.0009	0.0017	0.0043

## ANALISIS DE COSTOS

1° Explotación de la mina de agregados azules.

a).- Pala mecánica q 1 yd<sup>3</sup> clasificación "E"

	Costo mercado	—————	\$ 260.000.0
Producción teórica	200 yd <sup>3</sup> / hr	=	153 m <sup>3</sup> / hr
66% de la producción teórica		=	101 m <sup>3</sup> / hr

Costo por hr. maquinaria:

$$\frac{260\ 000 \times 0.0195}{100} = \$ 50.70$$

Costo de Operación.

1	Operador	—————	\$ 40.00
2	ayudantes	—————	30.00
	Consumos	—————	15.00
	Grasa y Estopa	———	7.00
			\$ 92.00

En 8 horas de trabajo.

$$\text{Costo por hr. } \frac{92}{8} = \underline{\underline{\$ 11.50}}$$

$$\underline{\underline{\$ 62.20}}$$

$$\text{Costo por m}^3 \frac{\$ 62.20}{101} = \underline{\underline{\$ 0.61 / m^3}}$$

b).- 13 Camiones de Volteo de 3 m<sup>3</sup> clasificación "B"

Precio en el mercado \_\_\_\_\_ \$ 481.000.00

Capacidad de movimiento:

Las minas se encuentra a 2 kilome--  
tros de distancia. Luego que un camión a 25 kmts. por hora -  
como velocidad media recorrera los 2 kmts. en 4.8 minutos.

Tiempo de carga 5.0 minutos.

tiempo de descarga 2.0 minutos.

12 minutos por

viaje, luego en una hora podra hacer 5 viajes.

Considerando que habrá continuamente 3 camiones de re--  
puesto, y 66% de la capacidad teorica de movimiento harán ---  
129 m<sup>3</sup>/hr.

Costo por hr. de los 13 camiones:

$$\frac{418000 \times 0.0244}{100} = \$ 117.50$$

Gastos de operación:

Llantas	<u>\$ 3200</u>	_____	=	0.13/kmt.
	25000 kmts.			
Gasolina	<u>55</u>	_____	=	0.18/kmt.
	3			
Aceite		_____	=	0.086
Engrase y Limpieza	<u>\$ 20</u>	_____	=	0.01
	2000			
				<u>\$ 0.406/kmt.</u>

Los gastos de operación por hr. 2 kmts x 40.6 x 5 = \$4.00

Operación 13 camiones \_\_\_\_\_ \$ 52.00

117.50  
\$ 169.50

$$\text{Costo por m}^3 \quad \frac{169.50}{129.0} = \underline{\$ 131 \text{ por m}^3}$$

c).- Juegos de Barrenos etc. y equipo menor

Considerando que producen 1 m<sup>3</sup> de material y siendo su costo de \_\_\_\_\_ 7000.00  
nos costara el material en greña 1.00/m<sup>3</sup>

2.- Planta Quebradora Clasificadora y Lavadora.

a) Equipo clasificación "C"

Tractor 7 caterpillar Bulldozer, Capacidad de movimiento por hora la que necesita la planta.- 33 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Costo hr. maquinaria} \quad \frac{198000 \times 0.0251}{100} = \$ 55.80$$

$$\text{Gastos de operación} \quad \text{_____} = \underline{\underline{12.00}}$$

$$\underline{\underline{\$ 67.80}}$$

$$\text{Costo por m}^3 \quad \frac{67.80}{33} = \$ 2.05/\text{m}^3$$

b.- Equipo clasificación "A"

Quebradora de Quijadas \_\_\_\_\_ 82.600.00

Quebradora de rodillos \_\_\_\_\_ 24.450.00

107.050.00

Costo de maquinaria

$$\frac{107050.0 \times 0.0268}{100} = \$ 28.70$$

$$\text{Costo por m}^3 \text{ de material clasificado} \quad \frac{28.7}{33} = \$ 0.87/\text{m}^3$$

c).- Equipo clasificación "C"

1 Alimentador Pioneer.

1 Criba Pioneer.

1 Lavadora Pioneer.

36.0 mts. de banda transportadora.

Costo total de \_\_\_\_\_ \$ 122.200.00

Producción por hr. - 33 m<sup>3</sup>

Costo hr. maquinaria  $\frac{122200.0 \times 0.0187}{100} = \$ 22.85$

Costo por m<sup>3</sup> de material clasificado  $\frac{22.85}{33} = \$0.70/\text{m}^3$

d).- Equipo clasificación F.

1 motor eléctrico de 50 HP

1 motor eléctrico de 40 HP

4 motores eléctricos de 7.5 HP

3 tolvas de 25 cm<sup>3</sup> capacidad c/u.

Cotización \_\_\_\_\_ \$73.800.00

Costo hr. maquinaria  $\frac{73800.00 \times 0.0043}{100} = \$ 3.17$

Costo por 1 m<sup>3</sup> clasificado  $\frac{3.17}{33} = \$ 0.096/\text{m}^3$

e).- Energía de Consumo:

Esta arroja un total de 120 caballos.

$\frac{120}{1.34} = 89.55 \text{ Kmts a } \$ 0.20 = \$ 1.79$

Costo por 1 m<sup>3</sup> =  $\frac{1.79}{33} = \$ \underline{0.054/\text{m}^3}$

f).- Personal de Operación.

Costos por día:

1 Sobrestante	_____	\$ 30.00
1 Operador	_____	15.00
1 mecánico	_____	36.00
6 peones ayudantes	_____	56.00
1 Operador de la bomba	_____	15.00
		<hr/>
		\$ 152.00 en 8 hr.

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{52}{8 \times 33} = \$ 0.85/\text{m}^3$$

3).- Planta Dosificadora y mezcladora de Concreto

a) Equipo clasificación "D"

- 1 Elevador de canjilones.
- 1 compresor de aire
- 2 mezcladoras de 2 yd<sup>3</sup>
- 1 pesadora de agregados.
- 1 Elevador de canjilones cemento
- 1 Extractor sin-fin cemento
- 1 Bascula P. de cemento
- 1 Tolva pesadora de cemento.
- 2 medidores de agua.
- 20 mts. de banda transportadora.

Costo total de: \$ 133.400.00

62.5 de la producción teorica 30 m<sup>3</sup> hr.

$$\text{Costo hora maquinaria} = \frac{133400.0 \times 0.0187}{100} = \$ 25.00$$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{25}{3} = \$ \underline{0.84/\text{m}^3}$$

b).- Equipo clasificación "F"

- 3 Tolvas de almacenamiento y estructura metálica

1 Silo elevador 80 Tons.

1 Silo almacenamiento 200 tons.

Tolvas de distribución.

Costo total de \$ 60.500.00

Costo hora maquinaria  $\frac{60500.0 \times 0.0043}{100} = \$ 2.60$

Costo por m<sup>3</sup> producido  $\frac{2.60}{30} = \$ 0.087/m^3$

c).- Energía de consumo

$\frac{100 \text{ HP}}{1.34} = 75 \text{ k w h.}$  0.20 = \$ 1.04 por hora

Costo energía por m<sup>3</sup>  $\frac{1.40}{30} = \$ 0.46/m^3$

d).- Personal de Operación.

Costos por día.-

1 Sobrestante	_____	30.00
1 Pesador	_____	18.00
1 Ayudante Pesador	_____	15.00
1 Operador canjilones	_____	10.00
2 Tolveros	_____	20.00
2 Operadores Ollas mezcladoras	_____	20.00
2 Ayudantes	_____	20.00
1 Operador Silo cemento	_____	18.00
1 Engrasador mecánico	_____	36.00
6 Peones	_____	56.00

243.00 en 8 hrs

$$\text{Costo por hora } \frac{243.00}{8} = \$ 30.4$$

$$\text{Costo por m}^3 \frac{30.4}{30} = \underline{\$ 1.00/\text{m}^3}$$

El analisis de costos de los siguientes elementos se han para ambas plantas ya que son gastos en equipo y servicio para las dos.

#### 4.- Equipo adicional.

##### Clasificación "E"

Bomba para pozo profundo. Costo de 45,000.00

Produce el 80% de lo teórico o sean 43 m<sup>3</sup>/hr.

$$\text{Costo del Bombeo } \frac{45000.0 \times 0.0195}{100} = \$ 8.75$$

$$\text{Costo del m}^3 \text{ de agua } \frac{8.75}{43} = \$ 0.24/\text{m}^3$$

El consumo por hr. en el beneficio de agregados es de - 14.4 m<sup>3</sup>.

El consumo de agua por hra de producción de concreto es de 6.0 m<sup>3</sup>.

$$\text{Costo de l m}^3 \text{ de agregados } \frac{14.4 \times 0.24}{33} = \$ 0.06/\text{m}^3$$

#### 5.- Construcciones.

##### a).- Clasificación "F"

Costo total de — \$ 234,000.00

$$\text{Costo por hr. del producto } \frac{234000.0 \times 0.0043}{100} = \$ 10.10$$

$$\text{Costo por m}^3 \text{ de productos } - \frac{10.10}{63} = \underline{\$ 0.16/\text{m}^3}$$



6).- Montaje e instalación.

a).- Clasificación "F"

Costo total de \_\_\_\_\_ \$ 62.000.00

Costo por hr. de productos  $\frac{62000.0 \times 0.0043}{100} = \$ 2.67$

Costo por 1 m<sup>3</sup> de productos  $\frac{2.67}{63} = \$ 0.043/m^3$

7.- Personal Tecnico, Administrativo, y extra de las -  
plantas.

Tecnicos.

Ing. Gerente en Jefe _____	4.000.00
Subjereute y Adyud. Jefe _____	2.800.00
	<u><u>\$ 6.800.00</u></u>

Contabilidad y Costos:

1 Contador Público Titulado _____	22.200.00
1 Ayudante Contador _____	1.000.00
1 Pagador Cajero _____	500.00
2 Cobradores _____	400.00
	<u><u>4.200.00</u></u>

Administración:

1 Almacenista _____	800.00
1 Tomador Tiempo _____	500.00
2 Recibidores _____	600.00
2 Despachadores _____	600.00
2 Veladores _____	600.00
	<u><u>\$3100.00</u></u>

Laboratorios

1 Laboratorista	_____	1000.00
3 Ayudantes	_____	900.00
		<u>1900.00</u>

Oficina.-

2 Secretarias	_____	1200.00
1 Mozo	_____	300.00
		<u>1500.00</u>

Total \$ 17,500.00

Este personal trabaja al mes 26 días 8 hrs. diarias,  
un total así de 208 hrs.

Repartiremos los gastos de personal entre los produc-  
tos de las plantas:

$$\text{Costo hr.} = \frac{17500.00}{208} = \$ 84.00$$

$$\text{Costo por m}^3 \text{ de productos} = \frac{84}{63} = \underline{\underline{\$ 1.34/\text{m}^3}}$$

8.- Adquisición del terreno.

Superficie 11.00.0 m<sup>2</sup> a un precio de 20.00

Este terreno será amortizado en 10 años

$$\text{Costo por hr. de productos} = \frac{\$ 22.000}{50\ 000 \text{ hrs}} = \$ 4.40$$

$$\text{Costo por m}^3 = \frac{4.40}{6} = \underline{\underline{\$ 0.70/\text{m}^3}}$$

## RESUMEN

I Explotación en la mina y acarreo a 2 kms. para poner un m<sup>3</sup> de material en greña en la planta:

a) Pala mecánica	_____	\$ 0.61
b) Transporte	_____	1.31
c) Barrenación	_____	1.00
	_____	\$ 2.92/m <sup>3</sup>

Este material al beneficiarlo nos produce un abundamiento de 1.3 luego el m<sup>3</sup> de producto será:

$$\frac{2.92}{1.3} = \$ 2.25/m^3$$

II Planta Quebradora Clasificadora y Lavadora  
Costo por m<sup>3</sup> de material Beneficiado.

a.-) Equipo clasificado "C"	_____	\$ 2.050
b.-) Equipo clasificado "A"	_____	0.870
c.-) Equipo clasificado "D"	_____	0.700
d.-) Equipo clasificado "F"	_____	0.090
d.-) Energia	_____	0.054
f.-) Personal de Operación	_____	0.580
g.-) Equipo adicional (4)	_____	0.105
h.-) Construcción (5)	_____	0.160
i.-) Montaje e instalación (6)	_____	0.043

j.-) Personal técnico y Administrativo	—	1.340
k.-) Terreno compra	_____	0.700
		<u>8.94/m<sup>3</sup></u>

### III Planta Dosificadora y mezcladora.

a.-) Equipo clasificado "D"	_____	0.840
b.-) Equipo clasificado "F"	_____	0.087
c.-) Energia	_____	0.046
d.-) Personal de Operación	_____	1.000
e.-) Equipo adicional	_____	0.060
f.-) Construcción	_____	0.160
g.-) Montaje e instalación	_____	0.043
h.-) Personal técnico y administrativo		1.340
i.-) Terreno	_____	0.700
		<u>4.276/m<sup>3</sup></u>

Para el costo por m<sup>3</sup> de agregados y concreto se ha considerado una producción media de agregados de 33 m<sup>3</sup> hora en forma continua y una producción para el concreto que podrá variar desde 5 m<sup>3</sup>/hr como mínimo hasta 50 m<sup>3</sup>/hr como máximo.

Variación precio maquila para las distintas producciones.

Producción m <sup>3</sup> /hr.	Costo del m <sup>3</sup>
5	_____ \$ 25.60
10	_____ 12.80
15	_____ 8.50
20	_____ 6.35
25	_____ 5.10
30	_____ <u>4.27</u>
35	_____ 3.88

Producción m <sup>3</sup> /hr.	Costo del m <sup>3</sup>
40	3.20
45	2.85
50	2.55

a.-) Materiales para la elaboración del concreto.

Para hacer el estudio completo y obtener así resultados finales por m<sup>3</sup> se construyó una tabla con los diferentes valores de maquila y el costo de nuestros agregados.

Materiales	Precio Unitario				Calidades del Concreto.				
	\$	kg/cm <sup>2</sup>	180 kg/cm <sup>2</sup>	140 kg/cm <sup>2</sup>	100 kg/cm <sup>2</sup>	\$	cant.	\$	cant.
Cemento Ton.	\$140.	240	33.60	225.	31.50	205	28.70	130	18.20
Agregados.	8.94	1.2	10.75	1.2	10.75	1.2	10.75	1.2	10.75
Pozzolith	5.00	960	4.80	900	4.50	820	4.10	520	2.60
Sumas:	—————\$49.15			\$46.75		\$43.55		\$31.55	

b.-) Costo de 1 m<sup>3</sup> de producción respecto a distintas calidades y distintas producciones hora:

Producción hr. M <sup>3</sup>	Maquila \$	Flete \$/M <sup>3</sup>	Calidades.							
			210		180		140		100	
			Mat.		Mat.		Mat.		Mat.	
5	25.60	12.50	49.15	17.25	46.75	84.85	43.55	81.65	31.55	69.85
10	12.80	12.50	49.15	74.45	46.75	72.05	43.55	68.85	31.55	56.85
15	8.50	12.50	49.15	70.15	46.75	67.75	43.55	64.55	31.55	52.55
20	6.35	12.50	49.15	68.00	46.75	65.60	43.55	62.40	31.55	50.40
25	5.10	12.50	49.15	67.15	46.75	64.35	43.55	61.15	31.55	49.15
30	4.27	12.50	49.15	65.92	46.75	63.53	43.55	60.32	31.55	48.32
35	3.65	12.50	49.15	65.30	46.75	62.90	43.55	59.70	31.55	47.70
40	3.20	12.50	49.15	64.85	46.75	62.45	43.55	59.25	31.55	47.25
45	2.85	12.50	49.15	64.50	46.75	62.10	43.55	58.90	31.55	46.90
50	2.55	12.50	49.15	64.25	46.75	61.80	43.55	58.60	31.55	46.60

El precio de \$ 12.50 que se incluyó en la tabla de maquila se tomó del estudio económico que a continuación se desarrolla y como si se hubiera usado para este, de camiones revolventes como remezcladores.

Como conclusión tendremos, que el precio del concreto producido bajo las condiciones anteriores, se podrá ofrecer -

a el público ya obtenida una utilidad de un 15% y trabajando con la producción media, a los siguientes precios:

			\$ /M <sup>3</sup>
Concreto de 100 kg/cm <sup>2</sup>	á	-	\$ 55.60
Concreto de 140 kg/cm <sup>2</sup>	á	-	\$ 69.40
Concreto de 180 kg/cm <sup>2</sup>	á	-	\$ 73.00
Concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup>	á	--	\$ 75.92

La tabla de producción por hora, nos permitirá en caso de existir competencia y si la demanda lo permite mejorar --- nuestros precios por metro cúbico, produciendo una cantidad - mayor por hora, defendiendo de esta manera el precio de venta con la efectividad de la planta.

Estudio Económico del transporte en ollas revolventoras usadas como mezcladoras, y como agitadoras así como su comparación en el acarreo con camiones de volteo.

Vamos a estudiar la conveniencia de usar camiones revolventores, para el transporte de nuestro concreto, los cuales - usados como mezcladores tienen una capacidad de 5.50 m<sup>3</sup>. -- El costo de una unidad en el mercado actualmente es de ----- \$ 181,250.00 L.A.B. La vida económica la tomaremos de 10000 hrs, o sean 5 años trabajando 8 hrs. diarias, 21 días al mes. El valor de salvamento lo consideraremos del 16% del valor - inicial. El interes lo obtendremos tomando como capital la - mitad del costo inicial y cuyo tipo será el 0.5% mensual. La unidad estará asegurada en una cantidad anual, y su conservación durante la vida económica de 50% sobre el costo inicial.

1.- ) Transporte en ollas revolventoras usadas como - mezcladoras.

**Datos:**

Capacidad 5.50 M<sup>3</sup>  
Costo Inicial \$ 181,250.00  
Vida económica 10.000 hrs.  
Valor de salvamento \$ 30.000.00  
Interes 0.5% mensual  
Valor medio 108.00.00 ————— 60%

**a.-) Cargos fijos.**

$$\text{Amortización} \quad \frac{181260^{**} - 30000.^{**}}{1260} = \$ 120.00/\text{día}$$

$$\text{Intereses} \quad \frac{108000 \times 0.005}{21} = \$ 25.75/\text{día}$$

$$\text{Seguro} \quad \frac{4000}{252} = 16.00/\text{día}$$

$$\text{Conservación.} \quad \frac{.50 \times 181250}{1260} = 71.50/\text{día}$$

$$\text{Sueldo chofer y Ayudante} \quad = \quad \underline{\underline{37.00/\text{día}}}$$

**\$ 270.25/día.**

**b.-) Gastos de Operación en \$/kmts.**

$$8 \text{ Llantas traseras } 1200 \text{ c/u} = 9600.00$$

$$2 \text{ Llantas delanteras } 800 \text{ c/u} = 1600.00$$

**\$ 11200.00**

Considerando a cada juego una vida de 30 000 kmts.

La gasolina a \$ .55 / H.

aceite ——— 2.75 H.



Llantas.-	$\frac{11200}{30000}$	_____	0.37 /kmts.
Gasolina 2.5 kmt/ft.		_____	0.22 /kmt.
Aceite	$\frac{2.75}{300}$	_____	0.01 /kmt.
Cambio de aceite	$\frac{6 \times 2.75}{1500}$	_____	0.01
Engrase y limpieza	$\frac{\$ 50}{1500}$	_____	0.04
		<b>Total</b>	<b>\$ 0.65 /km.</b>

Los cargos fijos por hora serán:

$$\frac{270.25}{8} = 34.10/\text{hr.}$$

1.- Los cargos fijos durante la carga  $\frac{34.10}{60} \times 10 = \$5.70$

2.- Los cargos fijos durante el transporte

$$\frac{.2}{25} = 0.08 \text{ hrs.}$$

$$3.10 \times 0.08 = \$ 2.72/\text{kmt.}$$

3.- Los gastos de operación

$$2 \text{ kmts.} \times 0.65 = 4 \text{ 1.30/kmt.}$$

Luego el costo total en la distancia de un kilometro de acarreo será la suma de 1 2 y 3

$$5.70 + 2.70 + 1.30 = \$ 9.72 /\text{kmt.}$$

Los gastos de transporte por kilometro para un metro cú bico serán:

$$\frac{9.72}{5.5} = \$ 1.77 /\text{m}^3/\text{kmt.}$$

Admón y Utilidad 40% ————— \$ 0.70

Finalmente en el primer kilometro tendremos un costo de  
\$ 2.47/m<sup>3</sup>/km.

Para los kilómetros subsecuentes

Transporte	—————	2.72
Operación	—————	1.30
		<u>4.02</u>

$$\frac{4.02}{5.5} = \$ 0.73 / m^3 / km. \text{ subs.}$$

admón y Utilidad 40% ————— 0.29

Costo total.- \$ 1.02/m<sup>3</sup>/kmt.

Resumen.

\$ 1.77/m<sup>3</sup>/1<sup>er</sup> Km.

\$ 2.47/m<sup>3</sup>/1<sup>er</sup> kmt.

+ Admón y Utilidad  
40%

\$ 0.73/m<sup>3</sup>/km.subs.

\$ 1.02/m<sup>3</sup>/km.subs.

2.-) Si las ollas las usaramos como mezcladoras unica-  
mente nuestras capacidades se verán disminuidas de un 40% por  
lo tanto serán de: 4.10 m<sup>3</sup>

$$\text{Cargos fijos } \frac{0.72}{4.10} = \$ 2.37/m^3/1^{\text{er}} \text{ kmt.}$$

$$\text{Admón y Utilidad } 40\% = \frac{0.95}{\underline{\underline{3.32 / m^3 / 1^{\text{er}} \text{ kmt.}}}}$$

kilometros subsecuentes,

$$\text{Transporte y operación } \frac{4.02}{4.10} = \$ 0.98 / \text{m}^3 / \text{kmt subs.}$$

$$\text{Admón y Utilidad } 40\% = \$ 0.39$$


---


$$\$ 1.37 / \text{m}^3 / \text{kmt. subs.}$$

Resumen:

$$\begin{array}{l}
 \$ 2.37 / \text{m}^3 / 1^{\text{er}} \text{ kmt.} + 40\% \text{ A. de Utilidad} \\
 0.98 / \text{m}^3 / \text{kmt. subs.}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \$ 3.32 / \text{m}^3 / 1^{\text{er}} \text{ kmt.} \\
 \$ 1.37 / \text{m}^3 / \text{kmt. subs.}
 \end{array}$$

3.-) Camiones de volteo;

Datos:

Costo inicial de \$ 57 000.00

$$\text{Amortización } \frac{57\ 000.00 - 4200.00}{1260} = \$ 41.80 / \text{dia.}$$

$$\text{Interes.- } \frac{34200.00 \times 0.005}{21} = \$ 8.18 / \text{dia.}$$

$$\text{Seguro.- } \frac{1100^{\text{a.}}}{300} = \$ 3.67 / \text{dia.}$$

$$\text{Sueldo chofer } \underline{\hspace{10em}} = \$ 25.00 / \text{dia.}$$


---


$$\$ 101.25 / \text{dia.}$$

$$\text{Por hora } \frac{101.25}{8} = \$ 12.70 / \text{hr.}$$

Cargos fijos durante la carga:

$$\frac{12.70 \times 5}{60} = \$ 0.89 \quad \$ 1.02 / 1^{\text{er}} \text{ kmt.}$$

a la distancia de 1 kmt.

$$\frac{2.}{25} \times 12.70 = \underline{\hspace{1em}} \quad \$ 1.02 / 1^{\text{er}} \text{ kmt.}$$

Gastos de Operación:

Llantas	-	$\frac{3200,00}{25000}$	-	_____	\$ 0.13/kmt.
Gasolina	_____				0.18/kmt.
Aceite	_____				0.086/kmt.
Engrase y limpieza	_____				0.01 /kmt.
				_____	\$ 0.406/kmt.

Costo del primer kilómetro:

$$\frac{1.02 + 2 \times 0.406 + .89}{2 \text{ m}^3} = \$ 1.38/\text{m}^3/\text{kmt.}$$

$$\begin{aligned} \text{admón y Utilidad 40\%} &= .55 \\ &= \frac{\$ 1.93/\text{m}^3/\text{m}^{\text{er}}/\text{kmt.}}{\phantom{.55}} \end{aligned}$$

Costo por kilómetro subsecuente:

$$\begin{aligned} \frac{1.02 + 2 \times 0,0406}{2 \text{ m}^3} &= \text{_____} && \$ 0.92/\text{m}^3/\text{kmsubs.} \\ \text{admón. y utilidad 40\%} &= \text{_____} && \$ 0.37/\text{m}^3 \\ &&& \underline{\hspace{1.5cm}} \\ &&& 1.29/\text{m}^3/\text{kmt. subs.} \end{aligned}$$

Resumen:

$$\begin{aligned} \$1.38/\text{m}^3/1^{\text{er}} \text{ kmt.} & && \$ 1.93/\text{m}^3/1^{\text{er}} \text{ kmt.} \\ \$0.92/\text{m}^3/\text{km subs.} + 40\% \text{ A. y Utilidad} & && 1.29/\text{m}^3/\text{kmt. subs.} \end{aligned}$$

Como resultado tenemos que el flete en un camión mezclador resultó ser más económico. Bastará analizar cuales serán para estos precios las distancias máximas económicas en cada tipo de transposte.

---

.-CUARTA PARTE.-

Producción y Distribución.

Producción:

Producir en nuestro caso se llamará a el hecho de dosificar y mezclar en forma adecuada, los agregados, cemento y agua pura para la obtención de un concreto determinado.

Producir concreto consistirá no solamente en mezclar los componentes del mismos, sino en la repetición continua y controlada de un sin número de operaciones iguales.

El volumen y ritmo de producción para una obra determinada, será lo que nos marque el equipo adecuado para el efecto. Este podra variar según el caso, será un equipo pequeño si se trata de colar un fuerte volumen de concreto durante un lapso de tiempo muy prolongado y a un ritmo lento, y se requerirá de un gran equipo para el caso contrario que será el tener que colar a un ritmo muy intenso volumenes pequeños.

Para las diferentes concentraciones de colados que se -- tengan convendrá analizar si el equipo requerido deberá ser -- movil o estacionario. Se comprenderá que no es lo mismo hacer un colado en una area pequeña teniendo a la planta como

centro de gravedad, que un colado en puntos alineados como en el caso de un canal.

Las plantas a que hicimos mención corresponden a una -- unidad estacionaria en donde la producción dependerá del conocimiento que se tenga del equipo mezclador, su funcionamiento y eficacia con que se debe operar, para obtener de él su rendimiento máximo lo cual define la velocidad de alimentación -- y la velocidad de producción. Agregaremos a esto la importancia que tienen también los materiales, cemento, agua, personal de operación, y el control que se tenga de todos ellos.-- Gran parte de este control como se ha venido insistiendo se -- obtiene mediante un "Laboratorio de Control"

#### A.-) Agregados:

Los agregados que se pretenden usar en la planta, son -- materiales petreos del tipo andesítico, denominados agregados azules que se obtienen en las minas de Santa Fé en el -- Distrito Federal. Se obtiene el conocimiento de la calidad -- de estos desde la operación de muestreo y por lo tanto conocimiento de las variaciones que desde los mantos de los bancos se pueden presentar, estas fueron acusadas por los pozos a -- cielo abierto hechos para el estudio. Esta serie de pozos -- abiertos inicialmente pueden haber marcado diferentes características de los materiales de cada uno; presentando así algunas zonas su inutilización. Ahora bien todas aquellas zonas de los pozos iniciales cuyos resultados hayan satisfecho las especificaciones de calidad fijadas de antemano, pueden ser -- distintas entre si y por lo tanto pueden originar un cierto -- orden de explotación, ya sea por convenir así a el proceso -- de construcción o bien para ir balanceando los efectos de -- unas con las ventajas de otras.e ir mediando desde ese momento las calidades de los materiales; posteriormente convendrá --

conocer las cantidades explotadas ya sea que estas se almacenen para su beneficio posterior o bién si esas cantidades pasan directamente a la beneficiadora. De ese control se puede determinar el porcentaje de aprovechamiento que se esta obteniendo de los bancos, rendimiento de las maquinas que se estan usando para dicha explotación, y abundamiento de los materiales al cambiar de estado.

El siguiente paso que consistirá en hacer pasar por la planta de beneficio a los materiales naturales extraidos de los mantos, es un aspecto de verdadero interés que deberá estarse vigilando continuamente, con el objeto de ver si los materiales beneficiados concuerdan con la calidad de beneficio que se ha estipulado y saber las cantidades de impurezas que pueden haber despues del beneficio mismo. El objeto principal del beneficio de los materiales es lograr una calidad uniforme de los agregados, al mismo tiempo que el lavado eliminador de impurezas y la relación que guardan entre sí en volumen o peso cada uno de los tamaños obtenidos.

Como generalmente lo que se persigue a el efectuar el beneficio de los materiales es conseguir una subdivisión y -- una limpieza de los agregados, que cumpla esencialmente con el requisito de uniformidad, muchas veces pueden pasarse por alto las especificaciones cien por ciento rígidas y en tales casos hacerlas más flexibles, siempre y cuando todas las contaminaciones e impurezas no sean exesivas y se obtengan de -- una manera uniforme. Cuando la planta de beneficio está completamente en desacuerdo con las necesidades de calidad especificadas, entonces los resultados que se obtienen son en tal forma diferentes que no permiten un control, puesto que estan arrojando calidades no homogéneas y esto perjudica enormemente ya que en la elaboración del concreto van a originarse las mismas deficiencias de uniformidad.

Independientemente de la calidad que resulte del beneficio que se le da a los agregados, deberán conocerse los volúmenes equivalentes de cada tamaño que correspondan a un volumen unitario de agregados sin beneficiar. Deberá conocerse -- también la producción media por hora y el volumen ó peso de cada uno de los materiales obtenidos ya colocados en el sitio de almacenamiento, previamente fijado, sin descuidar su transporte y manejo vigilando estrictamente ya que si los materiales se manejan con sistemas inadecuados puede alterarse la calidad de clasificación antes obtenida. En cuanto al almacenamiento existen diversas formas de hacerlo, pero siempre evitando las segregaciones en tipos de almacenamiento inadecuados.

Las determinaciones esenciales que deben estarse ejecutando durante la explotación, clasificación transporte y almacenamiento de los agregados deberán ser las siguientes:

Granulometrias completas en estado natural, granulometrias individuales de cada una de las fracciones en que se dividan los agregados y que en nuestro caso serán tres tamaños a saber; de 1 1/2" a 3/4" de 3/4" a 1/4" y de 1/4" hasta la malla No. 100. Densidad, capacidad de absorción en 24 hrs. Peso volumétrico suelto y compactado. Por ciento de liño ó arcilla con la prueba de decantación, y contenido de materia orgánica de cada una de las fracciones separadas para conocer sus variaciones.

Nunca deberá basarse en una sola prueba el juicio que se omita sobre la calidad de un material que haya sido previamente beneficiado, esto es, si en el transcurso de la inspección de una planta beneficiadora y clasificadora se obtiene un valor o serie de valores cuando se refieren a distintas -- pruebas que no satisfacen las especificaciones debe conside--



rarse como un aviso de una posible anomalía en el funcionamiento de la planta. Esto obligará al inspector a tomar nuevas pruebas y verificar sus determinaciones. Puesto que todo operador y toda operación de Laboratorio esta sujeta a cometer errores, nunca deberán tomarse medidas hasta una tercera comprobación como mínimo, ya que una pérdida de tiempo significa un perjuicio tanto a el contratista como a el contratante.

#### Cemento:

El cemento que se usará es el Portland tipo II ó tipo - III. Este pasará directamente del silo a la planta. El silo cuenta con un dispositivo eléctrico que nos indica la cantidad de cemento que contiene, debiendo poner atención para mantener el nivel necesario a modo de conseguir una producción ininterrumpida. Es de importancia cuidar que el transporte del cemento a granel se haga en conductos cerrados evitando así los desperdicios y el paso de la humedad.

#### Agua:

El agua que se emplea no deberá contener materias orgánicas o sustancias nocivas al concreto, para esto convendrá hacer periódicamente unos análisis de el agua que se bombe del pozo.

#### El Laboratorio como control de la producción:

Como es de saberse casi siempre se conocer las características medias de los agregados más uno no debe conformarse con esto y menos tratandose de una Planta Central. Es necesaria la existencia de un "laboratorio controlador" ya que -- siempre tendremos variaciones en nuestros materiales, tanto -- agregados como cementos, que lleguen a alterar los resultados previstos. Luego el laboratorio tendrá como función principal prevenir cualquier variación, tomando una determinación

adecuada para con esto llegar a lograr la buscada uniformidad de las mezclas y la calidad de los productos. Al hablar de los agregados se hizo mención a las pruebas que estos necesitan, además de estas a aún más sencilla es la prueba del revenimiento hecha a nuestro producto final. La prueba del revenimiento varia en razón directa a el contenido de agua de la mezcladora, por lo tanto constituye una prueba de control, pudiendo acuzar en un momento dado cualquier fluctuación en el contenido de agua durante el proceso de elaboración de un concreto, cuyas características deben ser constantes. Esta prueba deberá hacerse con la mayor frecuencia posible, llevando una relación de los valores obtenidos y el No. de revoltura a que cada uno de ellos corresponde. El revenimiento durante la producción no debe variar más de un centímetro en más o menos del revenimiento especificado. Las variaciones en el agua de mezclado originan variaciones en la resistencia del concreto y siendo la uniformidad de esta uno de los fines que perseguimos, debemos darle primordial importancia a esta prueba. La observación de la resistencia del concreto puede servir como una calificación a la calidad de control de producción ejecutada, en función de las variaciones observadas en ellas pero son muy posteriores al momento de elaboración para prestar una ayuda efectiva.

Tendra el Laboratorio además de las mencionadas, otra función, consistente esta en dar a conocer mediante registros continuados los valores encontrados en la elaboración del concreto.

Estos datos servirán para conocer y mejorar las calidades y tiempos de elaboración así como los desperdicios y mermas que se tengan durante la misma. Valores que prestarán ayuda para corregir las mezclas, mejorar el trabajo de elaboración y como complemento de los costos. Los datos que así se regis

tren, si se llevan al dia, permitiran conocer un un momento -  
dado las condiciones de una obra en proceso, o como solución  
a problemas en construcciones futuras. Siempre se tendrá con  
un Laboratorio bien llevado una aportación a la economía de -  
la industria.

Para las pruebas a que hicimos mención, a continuación  
enumeramos someramente el equipo que se requiere:

Una balanza

Una báscula

1 parrilla de secado.

2 juegos de mallas

1 medidor de aire

probetas

moldes para el revenimiento.

cilindros para pruebas.

Equipo menor-charolas, palas cucharas guantes  
etc.

Con el fin de proporcionar datos claros y rapidos es de  
recomendarse el uso de gráficas que en un momento dado nos --  
muestran los costos, la producción, y el estado de almacén de  
nuestros materiales durante una época determinada.

De dichas gráficas se da ejemplo en las hojas No. 53

Para el fácil llenado de las mismas es bueno llevar al  
día unos registros de los cuales también damos formas en las  
hojas adjuntas Nos. 54-55

Finalmente se acompaña de un tercer registro en la hoja  
No. 56 que servirá como comprobación del control de las -  
mezclas. Este se refiere a las resistencias obtenidas en la  
prueba de los cilindros tomados de muestra para los distintos

mezclados.

Otros factores que influyen en la producción serán: la alimentación adecuada de la olla revolvedora, debiéndose procurar no sobrecargarla y un tiempo de mezclado suficiente para obtener una revoltura homogénea y un concreto de calidad. Estos tiempos deben ser vigilados, respetados, y comprobados mediante la supervisión para ver si es el adecuado. Los --- tiempos varían según el tipo de revolvedora siendo para nuestro caso de un minuto y medio.

La descarga del producto elaborado se deberá hacer ---- evitando su caída a plataformas o sistemas de transporte directamente, aconsejándose de preferencia, si es posible, pase primero a una tolva de almacenamiento de 2 a 3 veces la capacidad de la revolvedora, procurando permanezca la mezcla un tiempo mínimo en estas condiciones.

Toda la producción de un concreto de calidad y resistencia deseada se verá complementada con un transporte adecuado, distribución y colocado correctos, así como de un vibrado, y buen curado. En resumen las ventajas que nos ofrece un buen control serán:

- 1° Garantía en la calidad requerida para la obra.
- 2° Bajo costo de producción y obra.
- 3° Conocimiento inmediato de costos y calidad.
- 4° Mejoramiento en operaciones futuras de calidad de producción.
- 5° Historia de todos los hechos.
- 6° Cotizar según los diferentes aspectos de una obra u obras similares.

## **Personal de la Planta.-**

El personal que a continuación aparece será el requerido para el manejo de la planta que se proyecta.

### **1º Personal Técnico:**

- a) Un gerente
- b) Un superintendente
- c) Un ayudante del superintendente.

### **2º Personal administrativo.**

- a) Un contador
- b) Un cajero
- c) Un cobrador
- d) Dos secretarias
- e) Un almacenista
- f) Un ayudante almacenista
- g) Un tomador de tiempo
- h) Un receptor.
- i) Un despachador.
- j) Cuatro vigilantes.

### **3º Personal de Producción.**

#### **Planta Beneficiadora.**

- a) Un sobrestante
- b) Un operador.
- c) Un engrasador mecánico
- d) Cinco peones.

#### **Planta de Concreto.-**

- a) Un sobrestante
- b) Un pesador
- c) Un ayudante pesador.

- d) Un operador canjilones
- e) Dos tolveros
- f) Dos operadores ollas mezcladoras
- g) Dos ayudantes mezcladoras
- h) Un operador silo de cemento.
- i) Un engrasador.

En común para las dos plantas.

- a) Un jefe de mantenimiento de maquinaria
- b) Un mecánico
- c) Un electricista
- d) Dos ayudantes

Laboratorio.-

- a) Un Ing. en Jefe
- b) Tres Laboratoristas e inspectores.

De la buena coordinación de todos y cada uno de ellos - depende el éxito de las plantas. Dando con esto fin a lo que a producción se refiere.

## DISTRIBUCION

Una vez producida la mezcla con sus debidos requisitos de uniformidad y calidad entenderemos por distribución el paso de la mezcla de nuestras revolvedoras a los camiones transportadores y de estos a su final colocación en los moldes. El transporte podrá ser efectuado en un simple camión de volteo o un camión revolvedor o remezclador. El primero bajo - ciertas condiciones podra ser el más económico pero tiene inconvenientes y limitaciones; encontrandose entre estas, y más si la revoltura es bastante fluida la segregación, o sea que

las partículas de mayor peso en una mezcla tienden a depositarse en el fondo, mientras por el contrario partículas finas y lechada ascienden a la superficie. Esto traera consigo como consecuencia un concreto heterogeneo de diversas resistencias. Se ha descubierto que el mejor remedio a esta segregación es la de los inclusores de aire.

Las distancias en el transporte y más si no se usa de remezcladores, deberán ser lo más cortas posibles, ya que de gran importancia es el tiempo que transcurre de la manufactura de la mezcla hasta su depósito en los moldes. Tiempo que se debe procurar no exeda a los cincuenta minutos.

Existen camiones de volteo de fabricación americana -- con carroceria especial y cajas adecuadas para este tipo de transporte.

Quando la inversión es mayor será conveniente hacerse poseedor de una flota de camiones revolvedores para una mayor seguridad y mejor servicio, de los cuales también existe gran variedad por sus capacidades y tipos. La mayoría y de mayor eficacia son aquellos de carga y descarga alta por la facilidad que ofrecen para las mismas. La capacidad de estos es variable haciendose notar que un camión revolvedor usandose como remezclador disminuye su capacidad en un 40%.

El sentido de rotación de la revolvedora depende la la carga, descarga o mezclado. Dicha rotación debe llevar a una velocidad de rotación de 4 R.P.M. como mínima y no mayor a -- 1.2 mts/seg. en la periferie de la olla. La velocidad del motor de la revolvedora se puede variar con ventaja para regular una salida rápida o lenta en la descarga del concreto.

Existen tambien camiones que mezclan el concreto en su trayecto, es decir se depositan en él los agregados y luego - en su recorrido se dosifica el agua necesaria y mezclan.

De los camiones transportadores se podra descargar el concreto en la obra sobre una artesa o depósito adecuado para su posterior distribución acarreandolo en botes o carretillas Se podrá hacer también la descarga en depósitos elevadores -- que descarguen en tolvas que alimenten canalones o voques o -- directamente a los canalones. Si se cuenta con poco espacio y concentraciones de materiales y obreros el concreto podrá -- ser bombeado, siendo esto un poco más costoso. Existen ti- pos especiales de botes o recipientes provistos de mecanismos de descarga en su parte inferior. Las descargas a tolvas -- son recomendables para evitar la segregación. En cuanto a -- los canalones deben ser revisados a fin de comprobar no se -- les haya formado ninguna obstrucción y la pendiente de los -- mismos no deber ser muy fuerte y su longitud considerable.

Se deberá evitar siempre, en la distribución el dejar caer el concreto desde cierta altura pues además de motivar - daños en las cimbras segrega el concreto. En el transporte debe evitarse el resecamiento, la segregación y la compacta- ción. Terminando con esto una breve generalidad que sobre - a distribución se expuso.



## PLANTA DE CONCRETO RESUMEN DIARIO DE COSTOS Y PRODUCCION

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
No. de Revolturas				
Volumen m <sup>3</sup> .				
Cemento R. R.				
Arena				
Grava				
Pozzolit				
Mermas Agregados 1%				
Combustibles				
Maquinaria				
Fletes				
Rayas				
Varios \$ 1.25 m <sup>3</sup> .				
<b>Producción total del día m<sup>3</sup>.</b>				<b>Importe Total \$</b>

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ENVIADO A:	F' C. Kg cm <sup>2</sup>						
	300	275	250	210	175	140	100
<b>TOTALES</b>							

Costo Acumulado Anterior \$ \_\_\_\_\_ Volumen Acumulado Anterior m<sup>3</sup>. \_\_\_\_\_  
 Costo Acumulado Diario \$ \_\_\_\_\_ Volumen Acumulado Diario m<sup>3</sup>. \_\_\_\_\_

### HORAS TRABAJADAS

Principió Fabricación.- Horas \_\_\_\_\_ Terminó Fabricación.- Horas \_\_\_\_\_  
 Horas Empleadas.- Horas \_\_\_\_\_ Interrupciones.- Horas \_\_\_\_\_

Motivos: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

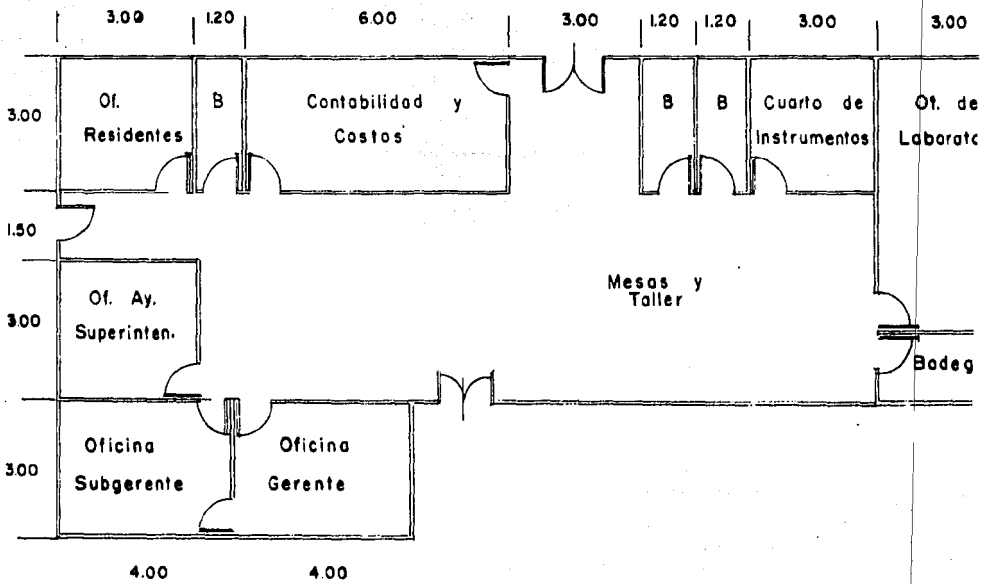
México, D. F., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 195 \_\_\_\_\_

HECHO POR: \_\_\_\_\_

Vn. Bn. \_\_\_\_\_

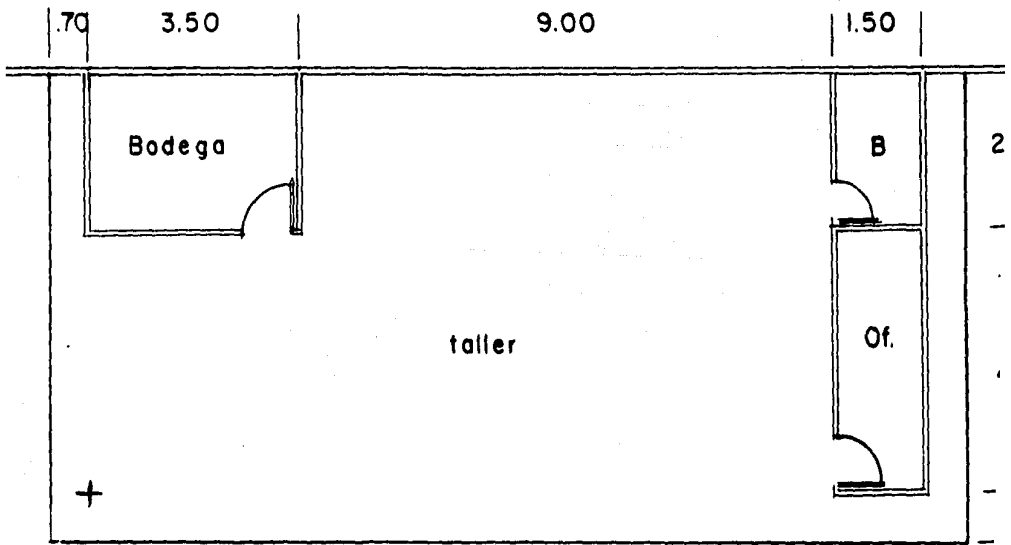






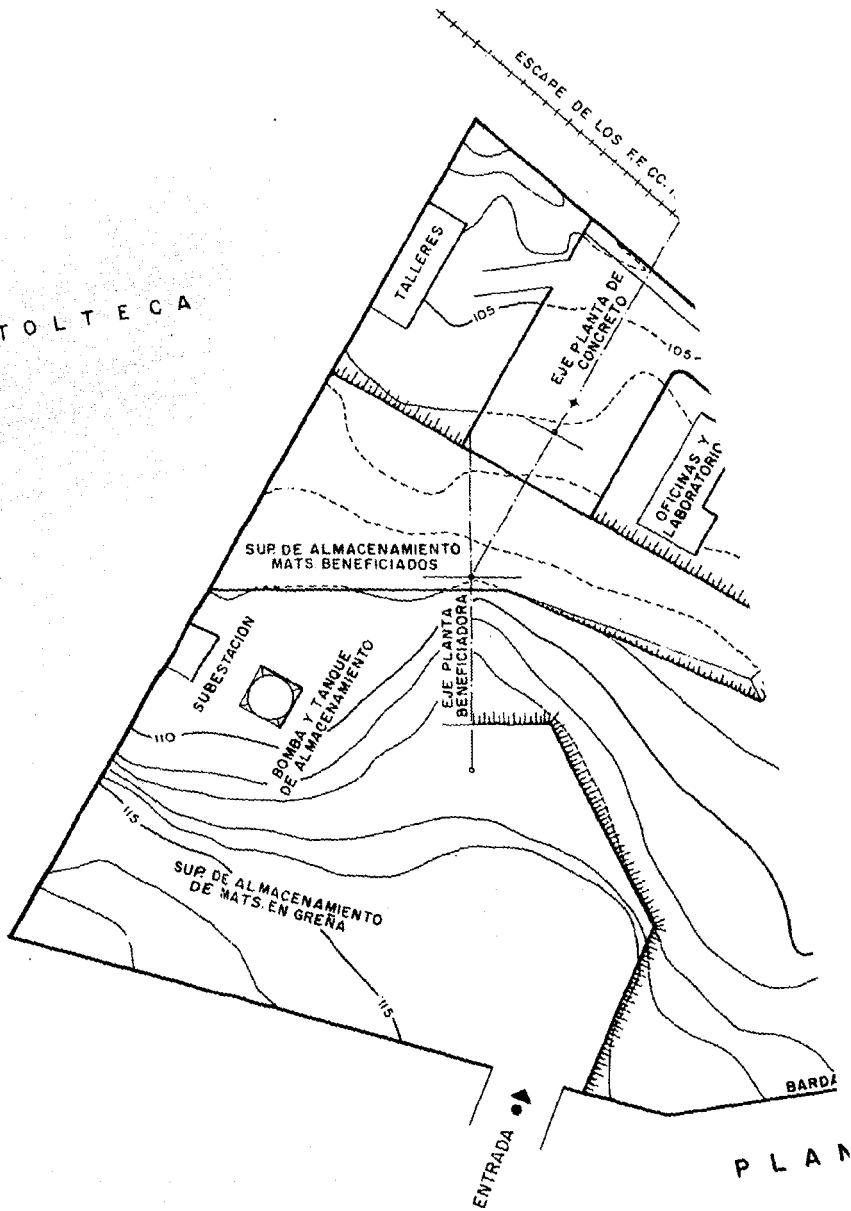
OFICINAS Y LABORATORIO

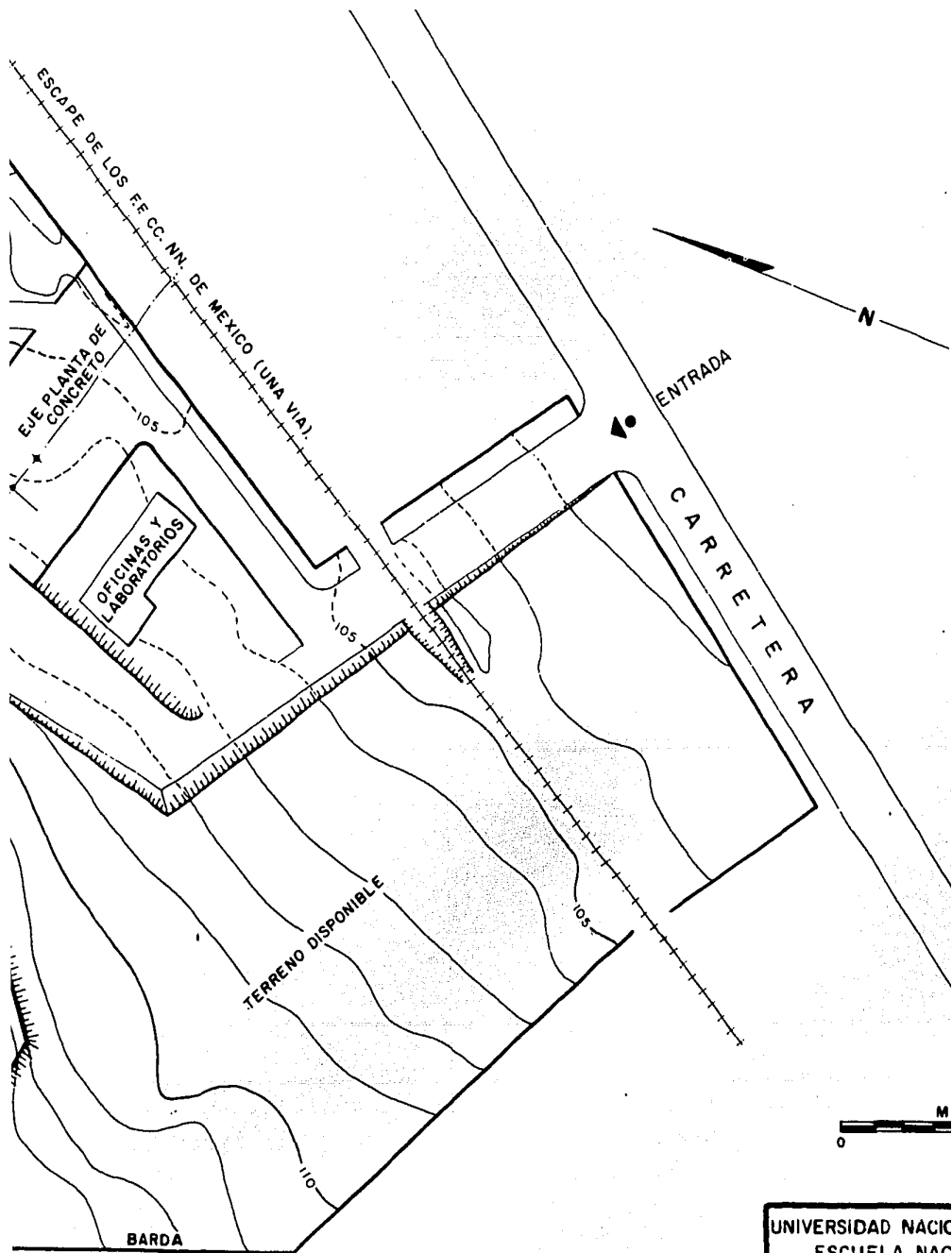
PLANO



TALLER MECANICO

LA TOLTECA





PLANTA

UNIVERSIDAD NACIK ESCUELA NAC
PLANTA

PLANTA ALMACÉN DE PULPERO  
MATERIAS BENEFICIAS

PLANTA BENEFICIA PORA

90.8

90

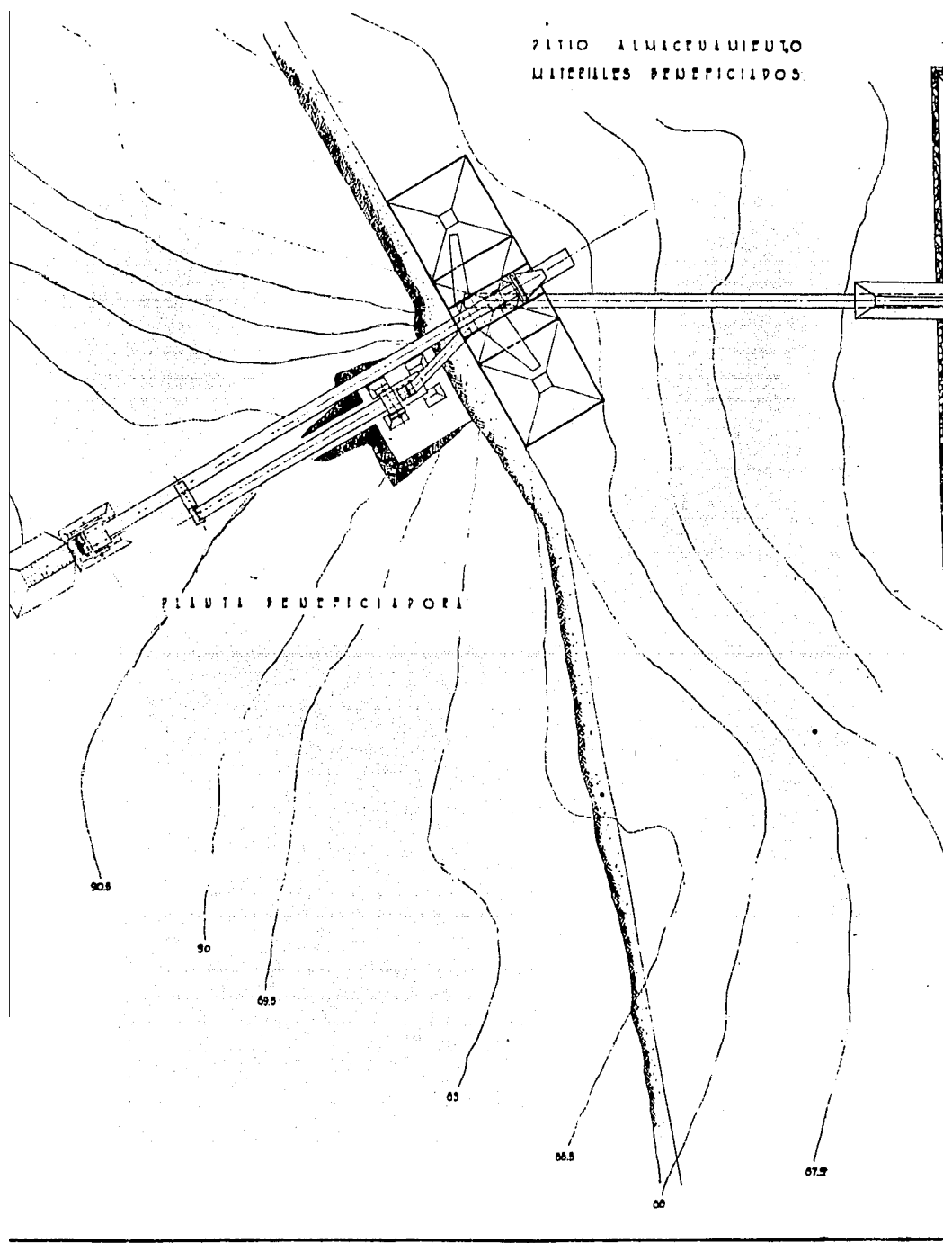
89.5

85

86.5

87.2

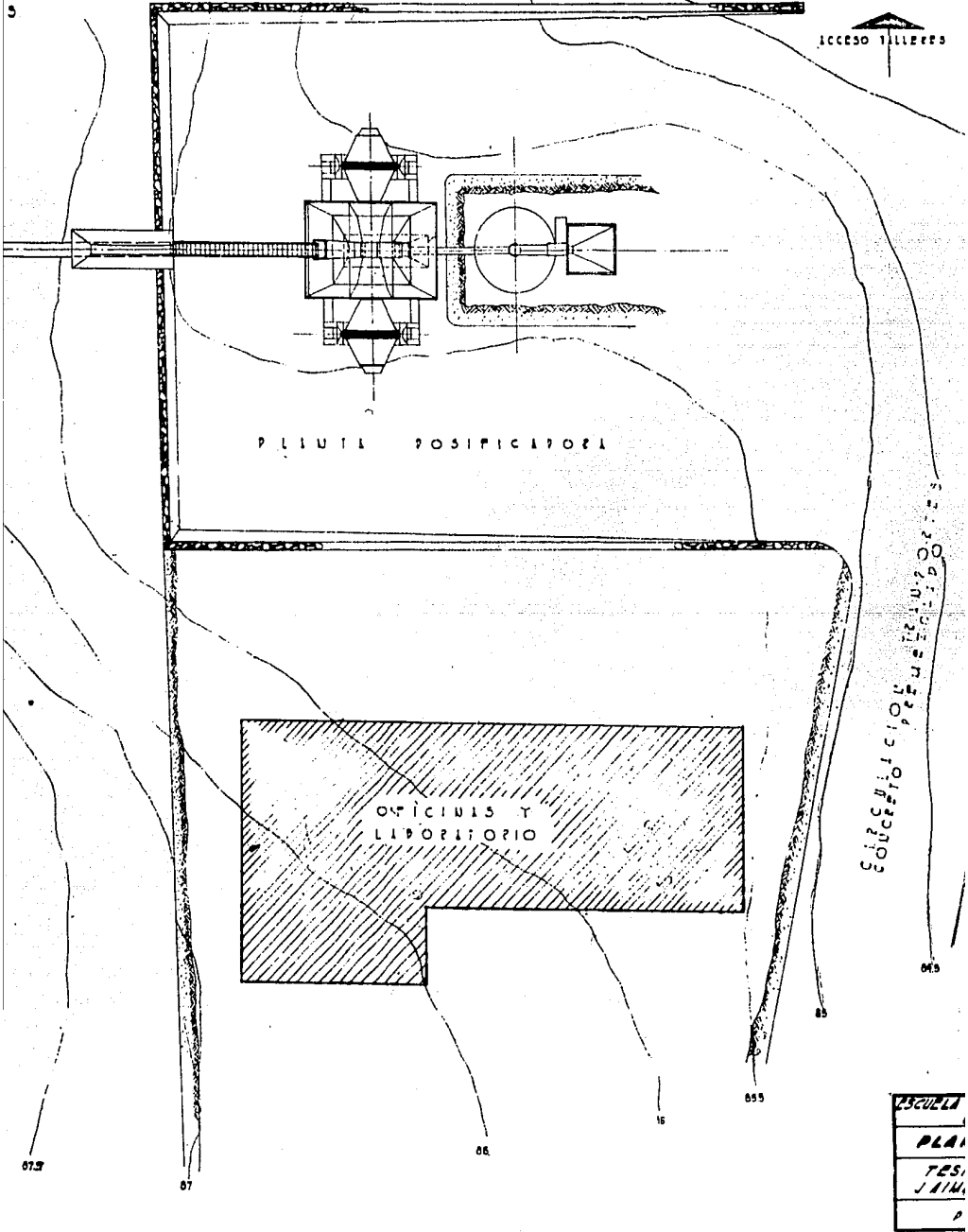
80





0  
5

ACCESSO TALLERES



07.2

07

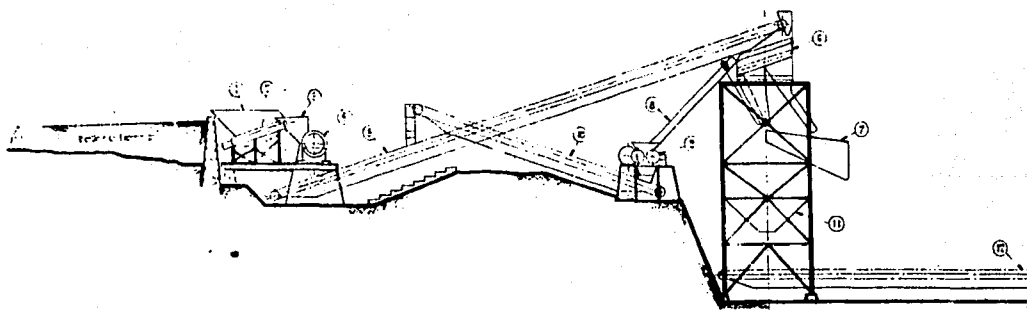
08

16

055

05

CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA POSICIÓN



P E P I L G C U E P  
 E S C L L I I S I

