

25

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



CAMPUS
A R A G O N

“ASPECTOS FUNDAMENTALES Y APLICACION
DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO
(CCR) EN PRESAS. ”

TESIS PROFESIONAL

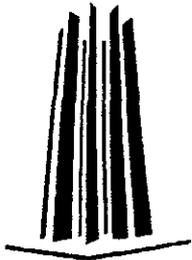
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

LUIS MIGUEL RIVERA MARTINEZ.

ASESOR:

ING. OCTAVIO RAMIREZ LEGARIA.



ENEP ARAGON

MEXICO, 1999.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

172236



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A DIOS

POR HABERME DADO LA CAPACIDAD DE RAZONAR Y LA DEDICACIÓN NECESARIA QUE ME PERMITIÓ REALIZAR LA CULMINACIÓN DE ESTE TRABAJO.

A MIS PADRES

JUANA MARTÍNEZ GARCÍA Q.E.D.
JUAN RIVERA ESPINOZA

CON ETERNO AGRADECIMIENTO POR EL CARIÑO Y APOYO QUE SIEMPRE ME BRINDARON PARA SER UN PROFESIONISTA, LES DEDICO EL PRESENTE TRABAJO.

A MI ESPOSA E HIJO

C.P. M^a CELENE Y LUIS EYLTÓN

POR SU APOYO, AMOR Y COMPENSIÓN Y QUE MI HIJO EN UN FUTURO SE MOTIVE PARA SER UN PROFESIONISTA.

A MIS HERMANOS Y CUÑADOS

C.P. MARCIANO, JESÚS, ELOISA Y C.P. M^a DOLORES
GLORIA G. Y JESÚS Z.

POR CONTAR CON SU APOYO Y ESTAR SIEMPRE CONMIGO.

A MIS SOBRINOS

PAOLA I., ROCÍO G., VÍCTOR A., ANA LAURA , JESÚS G., GLORIA A.
Y FRANCISCO J.

PORQUE SE MOTIVEN A SER UNOS PROFESIONISTAS.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS

QUE SIEMPRE ME APOYARON PARA SEGUIR ADELANTE.

A LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGÓN ", UNAM.

CON RESPETO Y AGRADECIMIENTO POR TODO LO QUE ME BRINDO

A MI ASESOR DE TESIS

ING. OCTAVIO RAMÍREZ LEGARÍA

**POR SU APOYO PROFESIONAL EN LA ELABORACIÓN Y
DESARROLLO DEL PRESENTE TRABAJO.**

AL HONORABLE CUERPO DE SINODALES

A MIS PROFESORES

MI AGRADECIMIENTO POR SUS ENSEÑANZAS DESINTERESADAS

TEMARIO

ASPECTOS FUNDAMENTALES Y APLICACIÓN DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (C.C.R.) EN PRESAS.

INTRODUCCIÓN.

- I.- ANTECEDENTES**
- II.- PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL C.C.R.**
- III.- DISEÑO DE MEZCLAS DE C.C.R.**
- IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**
- V.- EVALUACIÓN ECONÓMICA DE C.C.R. Y CONCRETO CONVENCIONAL**

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INDICE

INDICE

INTRODUCCIÓN.	
I.-	ANTECEDENTES.
	I.1 EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA DEL C.C.R. 1
	I.2 APLICACIONES DEL C.C.R. 5
	I.3 PRESAS CONSTRUIDAS EN MÉXICO CON C.C.R. 8
II.-	PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL C.C.R.
	II.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. 13
	II.2 RESISTENCIA AL CORTANTE. 16
	II.3 CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN. 16
	II.4 CAMBIOS VOLUMÉTRICOS. 17
	II.5 PROPIEDADES ELÁSTICAS. 18
	II.6 FLUENCIA. 19
	II.7 PERMEABILIDAD. 19
	II.8 DURABILIDAD.
III.-	DISEÑO DE MEZCLA DE C.C.R.
	III.1 CALCULO DE DISEÑO DE MEZCLA DE C.C.R. 22 (PRESA " LA MANZANILLA ").
	III.2 DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DE C.C.R. EMPLEADAS. 27
IV.-	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.
	IV.1 MATERIALES. 28
	IV.1.1 AGREGADOS. 28
	IV.1.2 CENIZAS VOLANTES. 31
	IV.1.3 CEMENTOS Y PUZOLANAS. 32
	IV.1.4 ADITIVOS. 33
	IV.2 MEZCLADO DE C.C.R. 34
	IV.2.1 MEZCLADORAS INTERMITENTES COMUNES. 34
	IV.2.2 MEZCLADORAS CONTINUAS. 35
	I.V.2.3 CAMIONES MEZCLADORA COMUNES. 35
	IV.3 TRANSPORTE. 35
	IV.3.1 SELECCIÓN DE EQUIPO. 35
	IV.3.2 PRINCIPALES METODOS PARA EL TRANSPORTE DEL C.C.R. . 36
	IV.4 COLOCACIÓN. 38

IV.5 COMPACTACIÓN.	40
IV.6 JUNTAS HORIZONTALES.	42
IV.7 CURADO.	43
IV.8 PROTECCIÓN.	43
IV.9 CONTROL DE CAMPO.	44
IV.10 BORDO DE PRUEBA.	45
IV.11 FORMAS PREFABRICADAS	48
IV.12 CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA.	51
IV.13 SEGREGACIÓN EN EL C.C.R.	51
 V.- EVALUACIÓN ECONÓMICA DE C.C.R. Y CONCRETO CONVENCIONAL.	
V.1 PORCENTAJE DE INDIRECTOS Y UTILIDAD.	57
V.2 RELACIÓN DE PERSONAL.	58
V.3 RELACIÓN DE MATERIALES.	59
V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS DE TRABAJO DE LA PRESA " LA MANZANILLA ".	60
V.5 ANÁLISIS DE COSTOS HORARIOS.	66
V.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PRESA " LA MANZANILLA ".	87
V.7 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE LA PRESA " GraI. RAMÓN CORONA MADRIGAL" ALTERNATIVA C.C.R.	122
V.8 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE LA PRESA " GraI. RAMÓN CORONA MADRIGAL" ALTERNATIVA CONCRETO CONVENCIONAL.	125
 CONCLUSIONES.	127
 BIBLIOGRAFÍA.	131

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo se ha observado que en todos los ámbitos, el despliegue de nuevas ideas puestas en marcha han permitido mejorar substancialmente La Tecnología avanzada y el progreso es evidente en todas las ramas, entre ellas la Ingeniería

La Infraestructura Hidráulica, es el reflejo de la tecnología aplicada al desarrollo, y cada vez los métodos constructivos se han ido perfeccionando, logrando obras mejores y mas económicas.

En la construcción de presas de concreto, la técnica ha evolucionado grandemente, desarrollándose procedimientos que permiten su edificación en un periodo de tiempo más corto, seguro, eficiente y con un considerable ahorro económico

Es así, como se ha observado que en varios países han venido investigando y aplicando la tecnología del concreto compactado con rodillos (C.C.R).

Existen aplicaciones documentadas de algo semejante al C.C.R , desde los años cuarenta, pero no es, sino hasta mediados de los setenta cuando se organiza y estructura esta tecnología, tanto en sus aplicaciones en presas, como en pavimentos.

Nuestro país no esta al margen de estas innovaciones, colocándose a la vanguardia, al iniciar los estudios y construcción de cortinas de concreto, aplicando el procedimiento que se ha denominado " CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO " (C.C.R.).

La primera aplicación fue a nivel experimental, en la construcción de la presa " La Manzanilla ", localizada en la Ciudad de León, Estado de Guanajuato. Contando actualmente con la edificación de la presa " Gral Ramón Corona Madrigal ", (Trigomil) en el Estado de Jalisco, siendo esta la mas grande del mundo en su tipo.

La aplicación del C.C.R. en cortinas de gravedad, el método constructivo es rápido y continuo con altos rendimientos de colocación, mediante la utilización de maquinaria empleada para terracerias, además de que la economía en el C C R. se deriva principalmente del bajo contenido de cemento para obtener resistencias comparables a las del concreto convencional

Se presenta la aplicación del C.C.R. como otra alternativa por evaluar contra la de materiales graduados y concreto convencional.

I

ANTECEDENTES

I.- ANTECEDENTES

I.1.- EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA DEL C.C.R.

El concreto compactado con rodillo tuvo sus inicios en 1970, en el décimo Congreso Mundial de Grandes Presas en Montreal, Canadá, donde el profesor Wallingford V M, presentó su artículo "Propuesta de Nueva Técnica para la Construcción de Presas de Gravedad de Concreto", proponiendo que la utilización de suelo-cemento en la construcción de presas, resultaba muy económica.

En ese mismo año, en el Congreso de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles en Asilomar, California, el profesor Jerome M. Raphael presentó un artículo titulado "La Presa Optima de Gravedad", en el que propuso el enriquecimiento del suelo-cemento, a fin de mejorar sus propiedades, principalmente su resistencia, postulando que esto haría posible la construcción de cortinas, con reducción significativa en la sección de la misma, finalmente, el artículo indica la forma en la que debe aplicarse la nueva mezcla (suelo-cemento enriquecido), para obtener mayor rendimiento y trabajabilidad y propone su aplicación por medio de maquinaria pesada.

Durante el desarrollo del último congreso citado, el Ing Robert W. Connan presentó el artículo "Construcción de presas de concreto utilizando equipo para compactación de tierra", en donde propone la aplicación de una mezcla ya graduada: grava, arena, finos, cemento y agua, a diferencia del suelo-cemento propuesto por el profesor Raphael un año después, el mismo Connan se dedicó a experimentar el vibrocompactador para grandes cantidades de concreto.

En 1972, en el Simposium de "Nuevos Métodos de Mezclado y Colado de Concreto", en Dallas, Texas, organizado por el ACI (Instituto Americano del Concreto"), Connan presentó otro artículo titulado "Compactación de Concreto Masivo con Rodillo Vibratorio", en el que expuso los resultados de sus experimentos en 1971, sobre el concreto transportado en camiones estándar de volteo, colocado con tractor Bulldozer y compactado con rodillo vibrador. Para ello utilizó una mezcla de bajo contenido de cemento y alto contenido de agregados, al cual llamó cemento-pobre, confirmando un incremento de resistencia, atribuida a la compactación obtenida por dicho rodillo.

Para entonces, el cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos ya se encontraba realizando sus propias investigaciones con el concreto compactado con rodillo y fue en 1974, cuando decidió utilizar, por primera vez, el concreto compactado con rodillo en la construcción de una sección de la cortina Lower Grant, situada en la frontera entre los Estados de Washington y Oregón. No se cuenta con los resultados de esta primer experiencia, puesto que la armada nunca los publicó.

En 1975, los mismos ingenieros realizaron un bordo de prueba en la presa Lost Creek, en Oregón, se obtuvieron muestras de corazón del bordo compactado y fraguado, cuyas pruebas indicaron no existir ninguna diferencia con el concreto convencional, pero detectaron variabilidad en la resistencia de las muestras, esta se presentaba al ensayar muestras compuestas por dos capas, ocurriendo fallas en las juntas entre ambas, lo cual se atribuyó a la segregación de los materiales. Se concluyó, que para mejorar las juntas entre las capas, debería evitarse la segregación utilizando agregados máximos más pequeños y en capas de menor espesor

Para esa época, 1975, varios centros de investigación del mundo, como el Instituto de Investigación de Trabajos Públicos de Japón, la Asociación Americana de Ingeniería Civil y el Instituto Americano del Concreto, empezaron a hacer estudios sobre el concreto compactado con rodillo

Previo a la construcción de la presa Milton Brook, en la gran bretaña, en abril de 1978 se inicio un proyecto de investigación bajo la dirección de la Asociación de Información e Investigación de la Industria de la Construcción (CIRIA), que consistió en investigaciones de laboratorio y una serie de pruebas a escala natural.

En 1978 en la Gran Bretaña, se inicio un proyecto de investigación bajo la Dirección de la Asociación de información e investigación de la industria de la construcción (CIRIA), que consistía en investigaciones de laboratorio que conduciría la Cement And Concrete Association y una serie de pruebas a escala natural que efectuaría la South West Water Authority

La investigación de laboratorio de CIRIA

El principal propósito de la investigación de laboratorio, era medir las propiedades del concreto con elevado contenido de ceniza volante, diseñado para lograr la alta densidad relativa y la buena adherencia entre capas sucesivas deseadas para una presa de concreto compactado con rodillos

Se observó que la proporción óptima de ceniza volante es del 60 a 80 % del contenido cementante, lo que depende del tipo de agregado (es decir que la relación ceniza volante/cementante sería 0.6 y 0.80). Para la piedra caliza triturada utilizada como agregado tipo en el proyecto, la optima fue de 0.75 .

Se llevaron a cabo pruebas de compresión de cubos hechos de mezclas con tres relaciones diferentes ceniza volante/cementante, observándose que podía obtenerse concreto satisfactorio con una relación ceniza volante/material cementante de 0.8, durante todo el proyecto se practico la prueba de tensión directa con el objeto de precisar la capacidad de esfuerzo de tensión del concreto, ya que se considero que

esta era la medida de la resistencia del concreto para soportar el agrietamiento térmico. Se midieron las propiedades térmicas del concreto con elevado contenido de ceniza volante, observando que todas eran similares a las del concreto convencional, el calor generado con el concreto con elevado contenido de ceniza volante fue aproximadamente la mitad del generado por el concreto pobre con el mismo contenido total de cementante. Se estudio la permeabilidad, la contracción por secado y la resistencia a la congelación, observando muy poca contracción por secado, del orden de 130 a 190 microesfuerzos después de un año de secado, las escasas pruebas practicadas parecen indicar que la resistencia a la congelación/deshielo que puede relacionarse con la resistencia a la compresión de los cubos de concreto, en el momento de la prueba.

En conclusión, las pruebas a escala natural mostraron que la compactación con rodillos en el concreto con elevado contenido de ceniza volante, crea una estructura casi monolítica en el centro de una presa con poca debilidad en las juntas

Del 29 de febrero al 2 de mayo de 1988 se celebro en San Diego California de la II conferencia sobre concreto compactado con rodillos (C.C.R), siendo esta una secuela a la reunión celebrada en Denver, Colorado el 1º y 2 de mayo de 1985, como parte de la convención de la ASCE.

Se presentaron trabajos de especialistas de diversos países que analizaron con detalle las aplicaciones del C.C.R. en la construcción de presas y pavimentos en Estados Unidos, Japón, Australia, Alemania, Inglaterra, Francia, Italia, Pakistán, Sudáfrica, Argentina y Brasil, destacando las ventajas que puede ofrecer, y de hecho ha demostrado ya, la aplicación del C.C.R. en determinados tipos de obras civiles

Se coincidió en definir al C.C.R., como una tecnología constructiva que utiliza una mezcla de concreto con revenimiento cero, bajo contenido de cemento (de 80 a 100 kg. por metro cubico), presencia opcional de puzolanas (de 20 a 30 kg. por metro cubico), relación agua/cemento muy baja, buena graduación de agregados con un tamaño máximo de 3", que generalmente se mezcla en planta de proceso continuo y se transporta y coloca usando equipos para movimiento de tierras, en capas del orden de 15 cm. y sometiendo cada capa a compactación con equipo vibratorio.

Estudios mas relevantes expuestos.

a) Lowe J. presento un panorama general de las presas que se han construido con la técnica del C.C.R., haciendo énfasis en que el costo es aproximadamente un tercio del costo del concreto convencional, con la ventaja de que el agua de alguna creciente inesperada puede brincar la cresta durante la etapa de construcción con un mínimo de daño

Señala la necesidad de una cimentación rocosa o cuando menos un suelo firme y el requisito adicional de asegurar la impermeabilidad entre las diferentes capas de C.C.R., así como evitar el deslizamiento en las juntas de las diferentes juntas de C.C.R., por medio de impermeabilización de la cara de aguas arriba y reducir la subpresión entre capas, mediante drenes colocados en el interior de la presa, que descarguen en una galería filtrante.

Establece la escasa posibilidad de que se produzcan fisuras por efecto térmico y da como receta que el ancho mínimo de la base debe ser aproximadamente 0.70 de la altura de la cortina.

b) Schader E. K. presentó un estudio del comportamiento de las presas de C.C.R., en lo referente a las filtraciones a través de las diversas capas. Hace énfasis en que el costo de varios de los proyectos, fue inferior en un 50% al costo de la misma presa, si se hubiera construido de enrocamiento, además de señalar el ahorro de tiempo en la ejecución de las obras y el nulo daño que ocasionó en algunas, el haber sido brincadas por alguna creciente durante el proceso de construcción, así mismo, señala que las filtraciones se reducen en las juntas a lo largo del tiempo, debido a la calcificación y depósito de azolve en las juntas.

c) Tarbox y Hansen resaltan, entre las principales ventajas, la velocidad de la construcción que permite ahorrar de 1 a 2 años en la terminación de un proyecto típico, debido a la utilización de un menor volumen de material, al manejo del vertedor como parte de la estructura del C.C.R. y a esquemas de desviación del río mucho más cortos.

También señalan que la cortina puede ser rebasada sin riesgo por alguna creciente inesperada y de hecho trabaja como vertedor de emergencias, la creciente de diseño que puede utilizarse para el vertedor mismo es la de 100 años, en lugar de la de 500 años.

Otras ventajas pueden ser la incorporación de escalones en el vertedor para amortiguar la energía del agua, lo que da lugar a una cubeta de menores dimensiones, además para el costo influye en una menor excavación en el suelo de cimentación y un menor volumen de inyecciones, conductos más cortos a través de la presa.

1.2.- APLICACIONES DEL C.C.R.

La primera construcción de concreto compactado con rodillo se llevó a cabo en 1974, en una sección de la cortina de la Presa Lower Grant, de la cual, solamente la armada de los Estados Unidos posee información

En 1975, una sección de la cortina de materiales graduados de la Presa Tarbela, en Pakistán, fue erosionada a causa de su desbordamiento, para colocar un gran volumen de material, aproximadamente $345,000 \text{ m}^3$, se contaba con menos de dos meses, antes de empezar la temporada de lluvias y llenarse la presa, por lo que se optó por reponer el volumen de la cortina con concreto compactado con rodillo. Aún cuando no se tenía mucha experiencia y sólo se había utilizado para experimentos, su rápido y continuo método constructivo lo hacía la única solución, para reponer ese volumen en tan poco tiempo, se reparó la cortina en sólo 44 días (2 Turnos), colocando un promedio de $7,600 \text{ m}^3$ diarios.

Para la ejecución del colado, se utilizaron bandas transportadoras de los materiales a una torre de mezclado y de ahí, por medio de otras, hasta la cortina, donde se extendió con un tractor Bulldozer y se compactó con un rodillo liso vibratorio autoimpulsado, obteniendo magníficos resultados.

En 1976, en la Planta Nuclear TVA de Bellefonte, U S A., se utilizó, por segunda vez, concreto compactado con rodillo, en la construcción de una losa de $8,000 \text{ m}^3$ de concreto, con espesor de 3 m, como base de soporte para el edificio de turbinas, a pesar del poco volumen colado, y del espacio tan confinado en el cual se colocó el concreto, el procedimiento probó ser económico y rápido, además de su flexibilidad para aplicarse en grandes obras distintas a los monolitos de concreto, para ello, se utilizó una planta de concreto que proporcionaba el rendimiento de sólo una capa diaria, en virtud de que no urgía concluir la obra y se deseaban realizar pruebas de laboratorio y revisar resultados.

El ministerio Japonés de construcción inició en 1974, un programa de investigación, cuyo objetivo era reducir el costo de las presas de concreto, y llegó a la conclusión de que el mejor método constructivo era el utilizado en la Presa Alpe Gera, combinado con el concreto pobre compactado con rodillo vibratorio, probado en la Presa Lost Creek, en Oregón por el cuerpo de ingenieros de la Armada de los Estados Unidos

La Presa Alpe Gera, es una presa de gravedad, construida en Italia en 1964, de concreto en capas de 70 cm. de lado a lado del valle, en lugar de bloques monolíticos del mismo material, como se acostumbraba

En esta Presa se utilizaron camiones de volteo para el transporte del concreto pobre: el cual se extendió con un tractor de orugas y se vibró con decenas de vibradores de

inmersión, adaptados en varios tractores.

En 1976, el Ministerio Japonés de construcción decidió construir un bordo de prueba utilizando la ataguía aguas arriba de la Presa Okawa. Dicha ataguía se ejecutó de concreto compactado con rodillo, extendido en capas, como se hizo en la Presa Alpe Gera y se compactó con rodillo vibratorio. Los paramentos aguas arriba y aguas abajo, se construyeron de concreto común, utilizando vibradoras comunes de inmersión, debido al gran volumen de concreto, fue necesario colocar juntas de contracción interiores, para evitar la propagación descontrolada de grietas en la superficie superior; cortadas con cuchillas vibratorias, introduciendo en ellas hojas de plástico para que no se cerraran. Este bordo de pruebas resultó ser todo un éxito y se decidió construir la losa de la base de la cortina en la misma forma.

El cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos, en 1979, se propuso construir la primera presa de concreto compactado con rodillo. Después de dos años de investigación, decidieron iniciar la presa Willow Creek, los propósitos principales de esta obra, son, el controlar inundaciones, tener provisiones para irrigación y conservar un embalse permanente para fines de recreo, localizada a unos cuantos kilómetros de Heppner, Distrito de Walla, en el Estado de Oregón, la cortina de gravedad tiene 542 m de longitud, 53 m de altura y un volumen de 307,000 m³ de concreto compactado con rodillo.

El concurso fue publicado en septiembre de 1981, y el 6 de noviembre, del mismo año, el mejor postor inició la construcción de dicha presa "Eucon Corporation of Pasco", ganó el concurso con un importe de \$14'094,762.00 dólares. El costo por pie cúbico de concreto colocado en la cortina fue de \$18 43 dólares aproximadamente, \$651 00 dólares por metro cúbico, el costo estimado del pie cúbico de concreto convencional era de \$65.00 dólares, \$2,296.00 dólares por metro cúbico, lo que significó una reducción del 70% del costo. Comparado con la opción de la cortina de materiales graduados, se estimó un ahorro de \$10'000,000 00 de dólares. En relación a la etapa de duración de la construcción, se estimó que se podrían colocar los 307,000 m³ de concreto compactado con rodillo en un año, y no en tres, como se había propuesto para la opción con concreto común, la producción de agregados, la excavación y la construcción de la ataguía de desvío, fue terminada en el invierno de 1981. en abril de 1982, se empezó a colocar el concreto y para noviembre de ese mismo año la presa estaba terminada en su totalidad.

La segunda presa completamente construida de concreto compactado con rodillo, fue la presa Tamandawa diseñada, en 1982 por el Ministerio de Construcción de Japón. quien inició la construcción en septiembre de 1983, presa hidroeléctrica de control de avenidas y de captación de agua para potabilizar, localizada sobre el río Tama, la cortina es de gravedad, de 441 m de longitud, 100 m. de altura y con un volumen de 1'140,000 m³ de concreto compactado con rodillo. La presa fue diseñada para una capacidad de almacenamiento de 254,000,000 m³, que se considera de

enormes dimensiones.

En la construcción se utilizó un método constructivo más sofisticado, debido principalmente a la gran altura de la cortina y al gran volumen que se colocó, aproximadamente 4 veces el de la Presa Willow Creek. Para el mezclado se utilizó una planta de concreto común, en el transporte de la mezcla se utilizaron dos cables grúas y un tren inclinado, este se usó para obtener grandes rendimientos en el transporte del concreto, desde la dosificadora en la cima de la boquilla, hasta 100 m abajo, en la base de la boquilla.

Los cables-grúas se utilizaron para transportar el concreto desde la dosificadora en un extremo de la cortina, hasta el otro extremo a 441 m, para después bajarlos hasta el nivel de avance, la compactación se efectuó con rodillo liso vibratorio autoimpulsado y se le dio un último acabado con rodillo de neumáticos.

Utilizando este método constructivo, se llegaron a colocar 5,800 m³ de concreto por día, logrando un promedio de 80,000 m³ de concreto por mes, la Presa Tamandawa se concluyó en septiembre de 1985, en sólo 24 meses, como se había propuesto. Puede decirse que la presa se construyó en sólo 19 meses, puesto que no se pudo trabajar durante 5 meses, a causa de la nieve.

El Ministerio de construcción del Japón, informó en su reporte, las conclusiones a las que llegaron después de haber concluido la obra, y estimaron, que cuando se tiene el tiempo limitado en la construcción de una presa, el concreto compactado con rodillo suele ser la mejor opción, debido a su rápido y continuo método constructivo, así como también a que reduce en gran cantidad la mano de obra.

En la construcción de cortinas de grandes longitudes, el concreto compactado con rodillo resultó ser aún más eficiente, debido a que se agiliza aún más el colado, puesto que se avanza en capas longitudinales.

Willow Creek y Tamandawa, son las construcciones más importantes en la historia del concreto compactado con rodillo y, gracias a ellas se comprobaron las teorías sobre el comportamiento de este concreto, formuladas en los bordos de pruebas y en los laboratorios, lo que inspiró confianza en la investigación del mismo.

Para 1984, se tenía publicada la información de Willow Creek, así como los artículos describiendo la magnitud de la presa Tamandawa que, para entonces, aún se encontraba en construcción.

1984 fue de gran interés y actividad en el diseño y construcción de presas utilizando esta prometedora técnica. En los Estados Unidos se iniciaron dos presas más de concreto compactado con rodillo, la Presa Upper Still Water, en Utah para control de avenidas y almacenamiento de agua potable, la cortina tiene 87 m. de altura, 823 m.

de longitud y un volumen de 1.070,000 m³ de concreto compactado con rodillo

La Presa Monksville Dam, al Norte de Nueva Jersey. es la segunda presa, que, en 1984, se inició en Estados Unidos, para captación de aguas para potabilizar, la cortina tiene 46 m de altura, 610 m de longitud y cuenta con un volumen de 300,000 m³ de concreto compactado con rodillo

En Sudáfrica y en la Gran Bretaña se utilizó el concreto compactado con rodillo en los bordos de las Presas "Braam Rauben Herimer".

En México se empezó a hacer estudios sobre el concreto compactado con rodillo en los laboratorios de la Dirección de Ingeniería y Desarrollo Experimental de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (actualmente Comisión Nacional del Agua)

En 1985. se inició la construcción de otras presas de concreto compactado con rodillo, ambas en Estados Unidos, la Presa Hidroeléctrica Geles Vile, localizada al sur de Oregón, tiene una cortina de 51 m de altura, 291 m de longitud y un volumen de 166,000 m³ de concreto compactado con rodillo, la cual se concluyó en sólo 4 meses, la segunda presa de concreto compactado con rodillo, construida en ese año, fue la Middle Fork en Parachute Credd, una tributaria del río Colorado, fue construida con el objeto de proteger de inundaciones a las minas de Oil-Shell,, tiene una cortina de 37 m de altura, 125 m de longitud y un volumen de 42,000 m³ y fue terminada en sólo 3 meses

I.3.-PRESAS CONSTRUIDAS EN MÉXICO CON C.C.R.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, por medio de la Dirección de Irrigación y Drenaje (actualmente Comisión Nacional del Agua), proyectó la primera presa con concreto compactado con rodillo, denominada "La Manzanilla", en el **Estado de Guanajuato.**

Esta primera aplicación a nivel experimental se realizo en una obra de pequeñas dimensiones. que no significarán grandes riesgos, para posteriormente en base a los resultados obtenidos, utilizar en otras presas de mayores dimensiones, de tal forma se proyecto la construcción de la segunda presa, aplicando la técnica del C C R., denominada "Gral. Ramón Corona Madrigal " (Trigomil), localizada en el Estado de Jalisco. plasmando en sus especificaciones de construcción, las conclusiones de las experiencias que tuvieron durante la construcción de la presa " La Manzanilla ", representando en la actualidad la obra mas importante en México, aplicando esta técnica del C C.R

Otras presas construidas en México aplicando esta técnica del C.C.R., son :

- a) La Presa "San Lázaro", en el estado de Baja California sur, construida a través de la Comisión Nacional del Agua
- b) La Presa "Vinoramas", en el estado de Sinaloa, construida a través del mismo gobierno del estado, con la supervisión y apoyo técnico de la Comisión Nacional del Agua.
- c) En el proyecto hidroeléctrico "Peñitas", en el estado de Chiapas, se utilizó C.C.R. en el canal de desvío, construido a través de la Comisión Federal de Electricidad.
- d) La presa "Peña Colorada I", en el estado de Colima, construida a través de la Comisión Federal de Electricidad.

Actualmente la Comisión Nacional del Agua, está llevando a cabo los estudios para determinar si se aplica la técnica del C.C.R., (mismos que comenzaron desde 1992, con la opción de concreto convencional), para la construcción de la presa "Las Blancas", en el estado de Tamaulipas

PRESA " LA MANZANILLA ".-El objetivo principal es el de control de avenidas y recargue de mantos acuíferos, protegiendo la cd. de León, Gto

Topográficamente la boquilla es simétrica, encontrando en ambas márgenes un conglomerado constituido litológicamente por fragmentos de riolita, andesita y basaltos, presentando una forma equidimensional con aristas que van de subredondeadas a angulares, cementadas en un material arcillo arenoso de coloración rojiza, la zona del cauce está constituida por aluvión

ESTRUCTURAS RELEVANTES DEL PROYECTO

CORTINA Y GALERÍA

La presa "LA MANZANILLA" es del tipo sección gravedad de concreto compactado con rodillo (C.C.R.) con galería de inspección de sección cóncavo recta y situada en la zona central del cuerpo de la cortina.

DIMENSIONES

La longitud de la cortina es de 150 m., la altura máxima desde el nivel de desplante es de 46.0 m. y el ancho de la corona es de 4.0 m

TALUDES

Talud en paramento mojado varía de vertical a 0.15 : 1

Talud en paramento seco es de 0.80 : 1

ELEVACIONES

Elevación de desplante 1,884.0 M.S.N.M
Elevación del umbral de las obras de control 1,903.45 M.S.N.M
Elevación de cresta vertedora 1,915.60 M.S.N.M
Elevación de la corona 1,920.00 M.S.N.M.

VERTEDOR Y OBRAS DE CONTROL

El vertedor es una estructura de concreto con cimacio tipo Creager situado entre los cadenamientos 0 + 120.25 y 0 + 127.75, la longitud de la cresta vertedora es de 7.50 m.,

Posee dos obras de control (conductos circulares), situados a ambos lados del vertedor

PRESA " GRAL. RAMÓN CORONA MADRIGAL" (TRIGOMIL), El objetivo de la construcción de la presa "Ramón Corona ", es el de proveer de riego al distrito El Grullo Autlán, teniendo una capacidad de almacenamiento que permitirá regar 19,500 hectáreas, adicionalmente tiene la función de controlar las avenidas del tramo Tacotán-Trigomil, del río Ayuquila.

El 25 de noviembre de 1985 fue publicada la convocatoria por la Dirección General de Irrigación y drenaje de la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica de la S.A.R.H. (actualmente Comisión Nacional del Agua), celebrando el acto de recepción de propuestas el 14 de Febrero de 1986.

ESTRUCTURAS RELEVANTES DEL PROYECTO

CORTINA Y GALERÍA

La presa "Ramón Corona "; Tiene una cortina con una sección de gravedad, aloja las obras de desvío, de toma y el vertedor. Consta de 6 galerías, 3 en cada margen, comunicadas con una galería que cruza la cortina, tiene un acceso por aguas abajo, estas galerías sirven para extraer los gastos de filtraciones que se presentan

DIMENSIONES

La longitud de la cortina es de 250 m., la altura máxima desde el nivel de desplante es de 81.40 m y el ancho de la corona de 5.0 m.

TALUDES

Talud en paramento mojado varia de vertical a 0 24 : 1
Talud en paramento seco es de 0 80 . 1

ELEVACIONES

Elevación de la corona 1,212 30 m
Elevación del N.A.M.E 1,209 36
Elevación de la cresta vertedora 1,201 40 m.

PRESA "VINORAMAS", Edo. Sin..

DIMENSIONES

Altura de la cortina 43 30 m
Ancho de corona 4.00 m
Ancho de cresta vertedora 15.00 m.
Ancho de escotadura 2 00 m

ELEVACIONES

Elevación de la corona 178.30
Elevación NAME 176 28
Elevación NAMO 168 50
Elevación terreno natural 135 00
Elevación cresta vertedora 168.50
Elevación galería de inspección y drenaje 152 00

TALUDES

Talud aguas abajo 0.80 : 1.00
Talud aguas arriba vertical

PRESA "SAN LÁZARO", se decidió construir con fines de regulación de avenidas y recarga del acuífero sobre el arroyo San Lázaro, Municipio de los Cabos, en beneficio de la población asentada a lo largo del corredor turístico. Después de evaluar diversas acciones para definir la ingeniería del proyecto, las características de la boquilla en forma de " V " extendida y la resistencia de la roca en ambos empotramientos, así como la inexistencia de bancos de material arcilloso a corta distancia del sitio, hicieron que se construyera una presa de gravedad.

Al verificarse la existencia de limos en las márgenes del arroyo, se optó por emplear concreto compactado con rodillo (C.C.R.), el cual permite lograr importantes economías en comparación con el concreto convencional.

ESTRUCTURAS RELEVANTES DEL PROYECTO

CORTINA Y GALERÍA

La Presa " San Lázaro ", es de tipo gravedad construida con concreto compactado con rodillo (C.C.R.), dispone de una galería longitudinal para inspección y drenaje en la parte inferior de la sección

DIMENSIONES

La longitud de la cortina es de 169.0 m , la altura desde el nivel de desplante es de 39 0 m y el ancho de la corona es de 5.0 m . la longitud de la galería de inspección y drenaje es de 90 0 m

TALUDES

talud en paramento mojado 0 2 : 1
talud en paramento seco 0 8 . 1

ELEVACIONES

elevación de desplante	268 50 m
elevación de la cresta vertedora	299 10 m
elevación de la corona	306 70 m

VERTEDOR Y OBRAS DE CONTROL

El vertedor es de cresta libre y se aloja en el centro de la cortina, dispone de una estructura disipadora con un radio de 5.0 m. Y dos muros laterales de encauce, la longitud de la cresta vertedora es de 75.0 m.

La obra de desagüe es mediante dos compuertas deslizantes de 0.60 X 0.91 m , operadas manualmente desde la corona y un conducto rectangular que descarga junto al muro derecho del vertedor

II

**PROPIEDADES
Y
CARACTERÍSTICAS
DEL C.C.R.**

II.- PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DEL C.C.R.

En este capítulo se hará referencia sobre las propiedades del C C R. de acuerdo a las pruebas e investigaciones que se han realizado

Las propiedades más importantes del concreto compactado con rodillo son: resistencia a la comprensión, resistencia al cortante, capacidad de deformación, cambios volumétricos, propiedades elásticas, fluencia, permeabilidad y durabilidad

La mayoría de las pruebas realizadas han estado relacionadas con la resistencia y las propiedades elásticas; sin embargo, los efectos generales de la variación de las proporciones de agua, pasta y agregados son bien conocidas

II.1.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

La resistencia a la comprensión del concreto compactado se ve principalmente afectada por la relación agua/material cementante total para mezclas con relaciones puzolana/cemento fijas, no existe ningún inconveniente en cuanto a la obtención de resistencia en una mezcla con cero de revenimiento o bajo contenido de agua, siempre y cuando la cantidad de agua sea suficiente para lograr la hidratación continua

El Concreto compactado con rodillo requiere de menor contenido de cemento para obtener resistencia comparable a la de concreto convencional

En la Tabla II-1A se pueden observar los contenidos de cemento y la resistencia de éstos a diferentes edades. Los datos se obtuvieron de corazones extraídos de diferentes estructuras construidas en los Estados Unidos

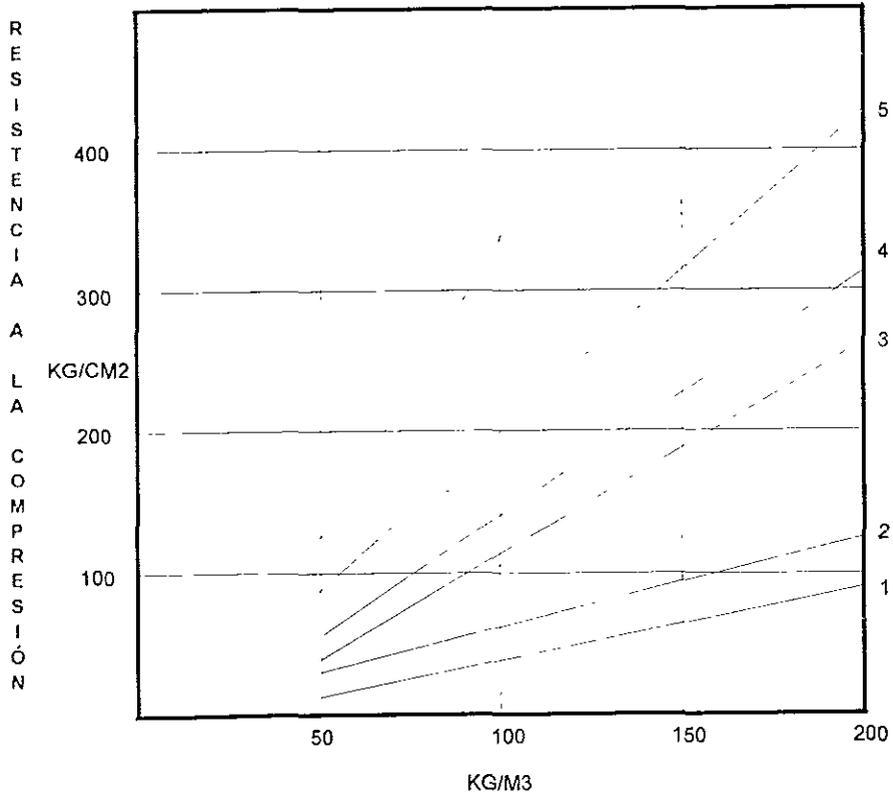
Puesto que no hay requisitos de resistencia a temprana edad, para colados masivos de concreto compactado con rodillo, las resistencias deben basarse en las resistencias a edades más avanzadas, aproximadamente de 6 meses a 1 año, salvo en caso de que la estructura se ponga en servicio antes.

Las propiedades más significativas para el concreto convencional también son las más importantes para el concreto compactado con rodillo

En general, las diferencias que existen entre las propiedades del concreto compactado con rodillo y el concreto convencional, son principalmente en la dosificación de las mezclas. En la de concreto compactado con rodillo, existe aproximadamente un 40% menos agua y 30% menos cemento o material cementan-

CONTENIDO DE CEMENTO/RESISTENCIA A DIFERENTES EDADES

6



CONTENIDO DE MATERIAL CEMENTANTE

EDADES DE PRUEBA	
1	3 DÍAS
2	7 DÍAS
3	28 DÍAS
4	90 DÍAS
5	1 AÑO
6	5 AÑOS

TABLA II-1A

te, que en el concreto convencional.

El material cementante consiste en la pasta formada por la mezcla de agua, cemento y puzolana o finos o cenizas volantes

Para cumplir con los requisitos de resistencia en losas y pavimentos, la edad del concreto puede ser hasta de 7 días o aún menos. No hay razón para restringir el contenido de cemento en las estructuras más delgadas de este tipo, ya que el calor de hidratación se disipa tan rápido como se genera

Se han llevado a cabo gran número de experimentos sobre especímenes de prueba moldeados a compresión, para establecer un procedimiento adecuado, los resultados ensayados indican una estrecha correlación entre las resistencias de los corazones y de los cilindros cuando el procedimiento de moldeado alcance la compactación total. Esto último se puede lograr fácilmente mediante el vibrado prolongado en un cilindro sobrellenado

Si el espécimen de prueba se fabrica mediante el empleo de una mesa vibradora o de un aparato de Vebe modificado, la compactación se completa cuando la pasta fluye afuera de los bordes de una sobre carga, que se mantiene en la parte superior del concreto depositado en el molde cilíndrico. Se han empleado pisonos de mano mecánicos y neumáticos para compactar especímenes de prueba más grandes, tales como vigas y losas. Los pisonos con los cuales se han obtenido los resultados más precisos son aquellos que proporcionan una presión de compactación de 2 Kg./cm^2

TABLA II-2B. La resistencia al cortante aumenta con el incremento de la resistencia a la compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg./cm ²	RESISTENCIA AL CORTANTE Kg /cm ²
162	39
181	18
231	57
232	45
262	49

II.2.- RESISTENCIA AL CORTANTE

Las pruebas de resistencia al cortante, no confinadas, desarrolladas de acuerdo con "CRD C89, Method Of Test for Longitudinal Shear Strength, Unconfined, Singel Plane", no revelan diferencias significativas entre las propiedades de cortante del concreto compactado con rodillo y las del concreto convencional.

El tratamiento de las juntas ha sido siempre un problema importante en el colado del concreto convencional y del concreto compactado con rodillo por esta razón se toman consideraciones especiales en las juntas de concreto compactado con rodillo, como son: la limpieza y escarificación de la superficie con chorro de agua y la aplicación de mezcla rica en cemento para asegurar buena liga entre capas

Por lo general, sin ser una regla, la resistencia al cortante no confinado varía entre un 20% y un 25% de la resistencia a la comprensión

II.3.- CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN.

El concreto sin confinar puede cambiar de volumen sin esfuerzo, cuando el concreto está confinado, el esfuerzo resultante debe inducir suficiente deformación para compensar el cambio de volumen. Si la deformación inducida es por tensión y excede de la capacidad de deformación en el concreto, ocurrirá agrietamiento.

Las deformaciones en el concreto se pueden desarrollar debido a reducciones del volumen inducidas por el secado y la contracción autógena, así como por congelación del concreto

Los factores que afectan a la capacidad de deformación son El contenido de cemento, el tipo de agregado y las características de su forma (anguloso, como el que se produce por trituración, en contraposición con el redondeado por medios naturales) Generalmente los agregados duros y quebradizos como la argilita y la cuarcita, producen baja capacidad de deformación, la trituración, o la adición de material triturado, mejora la capacidad de deformación El aumento del contenido de cemento desarrollará la capacidad de deformación al incrementar la resistencia a la tensión, sin embargo, esta mejoría suele ser contrarrestada por los problemas de disipación del calor, causados por el aumento que se genera debido al alto contenido de cemento

La capacidad de deformación del concreto compactado con rodillo no debería ser distinta de la del concreto común con el mismo contenido de material cementante, sin embargo, debe esperarse, que en la mayoría de los concretos compactados con rodillo sea más baja, ya que, por lo general, éstos están elaborados con contenidos de cementos más bajos y/o con mayor sustitución de cemento por puzolana, presen-

tando así deformación más baja inducida por temperatura, que resulta de una mezcla más pobre y de un colado en capas más delgadas.

II.4.- CAMBIOS VOLUMÉTRICOS.

La posibilidad de cambios de volumen, debido a la pérdida de humedad o a la contracción por secado, es muy baja en el concreto compactado con rodillo, puesto que tiene menor cantidad de agua en el mezclado, que el concreto convencional. El principal efecto del secado de la superficie sería el microagrietamiento de la pasta, alrededor de las partículas de agregado. La contracción por secado se ve además afectada por la relación agua/cemento; si la pasta no es lo bastante densa, o si la compactación no es suficiente para impedir o restringir el desplazamiento de la humedad, las grietas por contracción de la superficie terminarán por penetrar en el peralte

El Cambio de volumen autógeno de una mezcla de concreto es afectado por la cantidad y el tipo de cemento y puzolana que contiene. Los estudios dirigidos por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos indican que dicho cambio aumenta con el incremento en el contenido de material cementante y en su finura; Generalmente las puzolanas naturales producen mayores cambios de volumen autógenos en el concreto que la ceniza volante o el cemento portland puro

Las propiedades térmicas del concreto se ven influenciadas significativamente por el tipo de agregados y el contenido de humedad. La posibilidad de un cambio de volumen, debido a la disipación del calor de hidratación, puede reducirse considerablemente en el concreto compactado con rodillo

II.5.- PROPIEDADES ELÁSTICAS.

Las propiedades elásticas del concreto compactado con rodillo se ven principalmente afectadas por la relación agua/cemento o calidad de la pasta, tipo de agregados y por la edad, al igual que el concreto convencional. El módulo de elasticidad del concreto compactado con rodillo aumenta con el incremento en el contenido de cemento y con la edad.

El concreto compactado con rodillo tiene un módulo de elasticidad similar al del concreto convencional, cuando éste posee buena graduación en los agregados y es compactado adecuadamente. En la tabla II-5A, se puede apreciar el aumento del módulo de elasticidad con el contenido de cemento y el tiempo.

El aumento en las proporciones del agregado, relacionado con el concreto compactado con rodillo y el consiguiente incremento en la densidad, deben acrecen-

tar el módulo de elasticidad para un tamaño máximo de agregado dado, siempre que la mezcla tenga suficiente pasta. Si el volumen de pasta no es el suficiente, la densidad disminuirá con el aumento de cavidades de aire. En estas condiciones, el módulo de elasticidad no sólo se verá afectado por la pérdida de densidad, sino también por la discontinuidad de la pasta por toda la masa de concreto, y será razonable esperar que disminuya, en proporción, al aumentar el contenido de vacíos.

TABLA II-5A. El modulo de elasticidad aumenta con el contenido de cemento y con el tiempo.

contenido de cemento Kg./m3.	edad días	modulo de elasticidad kg./m2.
60	3	0.22
	7	0.49
	28	0.92
	90	1.51
	365	1.81
120	3	0.95
	7	0.92
	28	1.55
	90	1.74
	365	2.36

TMA 3"

II.6.- FLUENCIA.

La fluencia es directamente proporcional al volumen de material cementante de la mezcla, tal como ocurre en el concreto convencional. Por lo general, agregados que poseen un elevado índice de elasticidad ocasionan un concreto de baja fluencia. Es importante hacer notar, que los concretos con alta relación de vacíos, contribuyen a un incremento en la deformación por fluencias bajo carga.

Puede suponerse que un concreto con un mínimo de material cementante, compactado al 98% de su densidad óptima, tendría aproximadamente 20% menos de fluencia en una situación de carga determinada. Se puede apreciar en la Tabla II-6A, que la fluencia disminuye con el mayor contenido de cementante.

TABLA II-6A La fluencia disminuye con el aumento en el contenido de cemento

contenido de cemento kg./m ³	fluencia I/E
60	1.43
120	0.76

TMA 3'

II.7.- PERMEABILIDAD.

La permeabilidad de una masa de concreto depende en gran medida del sistema de cavidades de aire atrapado, es decir, de su relación de vacíos y, por lo tanto, está casi totalmente controlada por el proporcionamiento de la mezcla y por el grado de compactación. Cuando hay suficiente material cementante para reducir al mínimo la relación de vacíos, y el equipo de compactación es capaz de compactar por completo la masa, el concreto compactado con rodillo resultará relativamente impermeable.

El agrietamiento y las juntas frías representan los medios más frecuentes de filtración de agua a través de cualquier tipo de concreto; por esto, es importante que la mezcla de concreto compactado con rodillo que cubre las juntas frías, tenga un exceso de material cementante que adhiera y selle la junta, para impedir la filtración.

II.8.- DURABILIDAD.

La durabilidad del concreto se evalúa con base en su resistencia al intemperismo, al ataque de sustancias químicas, a la erosión y al desgaste.

La resistencia del concreto al ataque del intemperismo (o congelación-deshielo) depende de sus resistencia y contenido de aire incluido, así como de la resistencia a la congelación del agregado. La eficacia de los agentes inclusores de aire (AEA) para introducir aire en el concreto, depende en gran medida del contenido de agua de la mezcla. Mientras el contenido de agua de las mezclas para concreto compactado con rodillo, parece ser demasiado bajo para aceptar una inclusión de aire eficaz, las dosis normales de agentes producen una ligera reducción en los requerimientos para lograr una compactación completa a un nivel determinado. Por lo tanto, parece existir cierto grado de eficacia, aún cuando las densidades compactadas no reflejen aumento en los contenidos de aire. El Cuerpo de Ingenieros

del Ejército de los E. U. A., utilizó dosis normales de AEA, en los experimentos realizados para la presa de Lost Creek. Las pruebas de congelación deshielo se llevaron a cabo en prismas aserrados en corazones extraídos mediante taladro vertical desde el colado. Con base en las condiciones de los prismas después de dichas pruebas, se concluyó que este concreto se podía comparar favorablemente con otro concreto pobre masivo que se había utilizado en la mayor parte de la construcción de la presa. El terreno aglomerado de protección en las presas de tierra, y los diques de terreno aglomerado macizo que aún están en servicio, construidos mediante procedimientos similares a los de concreto compactado con rodillo, están demostrando buen comportamiento en servicio y condiciones de exposición, que a veces son muy severas. con base en esto, no deben esperarse problemas de durabilidad en esta clase de mezclas pobres, para concreto compactado con rodillo.

La resistencia al desgaste se beneficia al aumentar la resistencia del concreto, por el uso de tamaño máximo de agregados más pequeños y con texturas más suaves.

Los estudios sobre erosión realizados por el cuerpo de ingenieros para la presa del Zintel Conyo, demostraron que un concreto compactado con rodillo, con tamaño máximo de agregado de 1½ pulg. (38 mm), es resistente a la erosión cuanto ésta sometido a una velocidad del agua hasta de 20 m/seg

No se han llevado a cabo estudios ni experimentos relacionados con la resistencia al ataque de sustancias químicas, sin embargo, los principales factores que rijan la resistencia al deterioro por el ataque de sustancias químicas, deben ser muy semejantes a las del concreto común

III

**DISEÑO DE
MEZCLA DE C.C.R.**

III.- DISEÑO DE MEZCLA DE C.C.R.

Normalmente, la selección de las proporciones del concreto están basadas en la información obtenida de las pruebas o en la experiencia con los materiales que van a usarse. Para los casos en donde no se cuenta con información previa o sea muy limitada pueden emplearse las estimaciones de practicas existentes.

La información con respecto a los materiales disponibles es la siguiente:

- a) Análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos.
- b) Peso unitario del agregado grueso
- c) Peso específico y absorción de los agregados
- d) Requerimientos de agua de mezclado del concreto, de acuerdo a la experiencia obtenida con los agregados disponibles.
- e) Relación entre la resistencia y la relación agua/cemento para las combinaciones disponibles de cemento y agregado

El procedimiento para la selección de las proporciones de las mezclas de concreto comprende una secuencia de pasos lógicos y directos que concuerdan con las características de los materiales disponibles para obtener una mezcla apropiada para la obra. Las especificaciones de construcción de la obra pueden contener todos o algunos de los siguientes puntos

Relación agua/cemento, revenimiento, tamaño máximo de agregado, resistencia y otros requerimientos que se relacionen con temas tales como aditivos y tipos especiales de cemento o agregado.

El establecimiento del diseño de la mezcla por metro cúbico de concreto se obtiene de la siguiente secuencia

- Paso No. 1) Elección del revenimiento.
- Paso No. 2) Elección del tamaño máximo de agregado.
- Paso No. 3) Estimación del agua de mezclado.
- Paso No. 4) Elección de la relación agua/cemento
- Paso No. 5) Cálculo del contenido de cemento
- Paso No. 6) Estimación del contenido de agregado grueso
- Paso No. 7) Estimación del contenido de agregado fino
- Paso No. 8) Ajustes por el contenido de humedad del agregado
- Paso No. 9) Ajustes en la mezcla de prueba

Las proporciones calculadas mediante cualquier método, debe considerarse siempre como sujeto a revisión sobre la base de la experiencia obtenida con las mezclas de prueba (ACI -211 1-74)

En la presa " La Manzanilla ", conociendo las características de los agregados, se iniciaron los diseños de las mezclas, efectuándose siete diferentes, variando las granulometrias de los limites definidos por la envolvente, así como las cantidades de agua y cemento por utilizar

Para obtener las resistencias de las mezclas, se contó con una mesa vibratoria, sobre la cual se elaboraron los testigos de concreto en forma cúbica de 30 cm. de lado para tamaño máximo de 3" y moldes de fierro cilíndricos de 15 x 30 cm para tamaño máximo de 1 ½"

El cubo se fabrico colocando el concreto en cuatro capas, vibrando cada vez que se coloca una, durante ocho minutos, tiempo en que afloraba la lechada en la parte superior. Se descimbró a las 48 horas y se colocó en el cuarto de curado, para probarse a la compresión simple a la edad especificada

Dentro del C.C.R. se diferencia el " concreto de liga " y el C.C.R. propiamente dicho. El concreto de liga se utilizó cuando por algún motivo se suspendió la colocación de C.C.R. por más de seis horas. Tiene una función similar a la del mortero que se coloca para continuar colados de concreto normal.

La dosificación del concreto de liga es similar a la del C.C.R. pero en ella se elimina el agregado de 3" y se incrementa un poco el consumo de cemento y de agua

A continuación se detalla el cálculo para el diseño de una mezcla de C.C.R.

DISEÑO DE MEZCLA DE C.C.R.

DATOS

Cemento	6.0 %	Ceniza Volante	6.0 %
Agua	5.0 %	Relación grava/arena	65/35 %
$f'c =$	100 kg./cm ² .	Revenimiento	0.0 cm.
Cemento	León Puzolánico	Densidad Cemento	2.93
Densidad Arena	2.58	Densidad Gravas Trit.	2.73
Tam. Max. Agreg.	3"	Densidad Ceniza Volante	1.70
Absorción Arena	2.20	Absorción Gravas Trit.	2.30

Porcentajes de gravas tomadas de los promedios de las granulometrias muestreadas en la banda

	%
Grava 3	40.70
Grava 2	26.90
Grava 1	32.40

Promedios de porcentajes parciales de la granulometria de la arena obtenidos en la obra

Malla	%
No. 8	14.40
No. 16	21.60
No 30	37.30
No 50	12.70
No 100	6.50
Charola	7.50

Porcentajes de gravas Multiplicadas por la proporción de grava correspondiente a la relación grava/arena que se está empleando

Grava 3	$40.70\% \times 0.65 =$	26.50 %
Grava 2	$26.90\% \times 0.65 =$	17.50 %
Grava 1	$32.40\% \times 0.65 =$	21.00 %
		65.00 %

Porcentajes de arena multiplicados por la proporción de arena correspondiente a la relación grava/arena que se está empleando

Malla	%	%
No 8	$14.40 \times 0.35 =$	5.00
No 16	$21.60 \times 0.35 =$	7.60
No 30	$37.30 \times 0.35 =$	13.10
No 50	$12.70 \times 0.35 =$	4.40
No 100	$6.50 \times 0.35 =$	2.30
Charola	$7.50 \times 0.35 =$	2.60
		35.00 %

Porcentajes acumulados de los agregados:

Malla	Parcial	Acumulado
1 ½	26.50	26.50
¾	17.50	44.00
No 4	21.00	65.00
No 8	5.00	70.00
No 16	7.60	77.60
No 30	13.10	90.70
No. 50	4.40	95.10
No 100	2.30	97.40
charola	2.60	100.00

Para 234 Kilogramos de agregados

cemento	$234 \times 0.06 = 14\ 040\ \text{kg}$
Ceniza volante	$234 \times 0.06 = 14.040\ \text{kg.}$
Agua	$234 \times 0.05 = 11\ 700\ \text{kg}$

234 kg. De agregados - 14 040 kg (ceniza) = 219.960 kg

Peso agregado grueso $219.960\ \text{kg.} \times 0.65 = 142\ 974\ \text{kg.}$

Peso arena $219.960\ \text{kg.} \times 0.35 = \frac{76.986\ \text{kg.}}{219\ 960\ \text{Kg}}$

Porcentajes de gravas de la granulometria

Grava 3	$142\ 974 \times 0.0407 =$	58.190 kg
Grava 2	$142.974 \times 0.0269 =$	38.460 kg.
Grava 1	$142\ 974 \times 0.3240 =$	<u>46 324 kg.</u>
		142 974 kg.

Peso arena $+ \frac{76\ 986\ \text{kg}}{219\ 960\ \text{kg}}$

Peso cemento 14.040 kg

Proporción Base:

	kg.	kg.	
Cemento	14 040	- 14.040 =	1.00
Ceniza volante	14 040	- 14.040 =	1.00
Arena	76.986	- 14.040 =	5.48
Grava 1	46.324	- 14.040 =	3.30
Grava 2	38.460	- 14.040 =	2.74
Grava 3	58.190	- 14.040 =	4.14
Agua	11.700	- 14.040 =	0.83

Cálculo de consumo de cemento:

	kg /m3	Densidad	Lts.
Cemento	1.00	÷ 2.93	= 0.341
Ceniza volante	1.00	÷ 1.70	= 0.588
Arena	5.48	÷ 2.58	= 2.124
Grava	10.18	÷ 2.73	= 3.729
Relación Agua/Cemento	0.83	÷ 1.00	= <u>0.830</u>
			7.612 lt /kg

1,000 lt /m3 - 7.612 lt /kg. = 131.40 Kg / m3

Consumo de cemento por metro cúbico 131.40 kg.

Consumo de Ceniza volante por metro cúbico 131.40 kg

Volumen de lechada:

	kg /m3	Dens	
Cemento	131.40	÷ 2.93	= 44.80
Ceniza volante	131.40	÷ 1.70	= 77.30
Agua	131.40	÷ 0.83	= 109.10
			231.20 kg./m3

Volumen de Agregados.

$$1,000.00 - 231.20 = 768.80 \text{ Kg./m}^3$$

Peso Arena

$$(768.80 \times 2.58 \times 2.73) - [2.73 + (2.58 \times 1.86)] = 719.20 \text{ kg /m}^3$$

Peso Grava

$$719.20 \times 1.86 = 1,337.71 \text{ Kg /m}^3$$

Comprobación

Cemento	131.40	÷ 2.93	= 44.80
Ceniza volante	131.40	÷ 1.70	= 77.30
Arena	719.20	÷ 2.58	= 278.80
Grava	1 337.71	÷ 2.73	= 490.00
Agua	109.10	÷ 1.00	= 109.10
			1,000.00 Lts.

La corrección de humedad se presenta en la tabla siguiente

DISEÑO DE C C R TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO 3" $f_c = 100 \text{ Kg /cm}^2$

Proporción Base	Cantidades Iniciales	Humedad %	Absorción %	Cantidad Corregida
Cemento	1.00 12.000			12.000
Ceniza Vol	1.00 12.000			12.000
Arena	5.48 65.760	+ 2.3 1.512	- 2.12 1.447	65.825
Grava 1	3.30 39.600	+ 1.8 0.713	- 2.80 1.109	39.204
Grava 2	2.74 32.800	+ 2.0 0.656	- 2.00 0.656	32.800
Grava 3	4.14 49.680	+ 1.5 0.745	- 1.50 0.745	49.680
Agua	0.83 9.960	(-) 3.626	(+) 3.957	10.291
Sumas	221.800	Aguas Abs	0.331	221.800
Consumo de cemento = 129.80 Kg./m3		Revenimiento = 0.0 cm.		

Como se adicionó 1 080 litros de agua, el rediseño quedó como sigue:

Cemento	12 000	-	12.000	=	1 00
Ceniza volante	12.000	-	12 000	=	1 00
Arena	65 760	-	12 000	=	5 48
Grava 1	39.600	-	12 000	=	3.30
Grava 2	32 800	-	12 000	=	2 73
Grava 3	49.680	+	12.000	=	4,14
Agua	11 040	-	12.000	=	0 92

Cálculo de consumo de cemento

Cemento	1 00	-	2 93	=	0.341
Ceniza volante	1.00	-	1 70	=	0 558
Arena	5 58	-	2.58	=	2.124
Grava	10 18	-	2.73	=	3 729
Agua	0 92	x	1.00	=	<u>0 920</u>
					7 702

CONSUMO DE CEMENTO POR METRO CUBICO (1000 ÷ 7.702) = 129.80 kg./m³.

= 130.00 kg./m³.

Pruebas de laboratorio y su control de calidad

Se toman tres muestras durante un turno de colocación de C.C.R , y cada muestra se evalúa para determinar .

- 1.- Contenido de cemento
- 2.- Contenido de humedad
- 3.- Peso unitario del mortero sin aire incluido
- 4 - Peso unitario de la mezcla total
- 5 - Contenido de agregado grueso

Para cada prueba se calcula un índice de variabilidad, para compararla durante cada turno del cemento fresco en el lugar, si la variabilidad resulta mayor que la permitida por las especificaciones, deben realizarse modificaciones en el tiempo y en el proceso de mezclado

III.2 DOSIFICACIÓN DEL C.C.R. APLICADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CORTINAS DE GRAVEDAD.

PRESA	PAÍS	CEMENTO [KG./M ³ DE CONCRETO]	PUZOLANA [KG./M ³ DE CONCRETO]
SHIMAJIGAWA	JAPÓN	91	39
WILLOW CREEK	E.U.A	70	23
WINCHESTER	E.U.A	104	0
MIDDLE FORK	E.U.A	66	0
KIDSTON	AUSTRALIA	95	15
GALESVILLE	E.U.A.	54	52
LA MANZANILLA	MÉXICO	130	130 CENIZA VOLANTE 130 LIMO
GRAIGBOURNE	E.U.A	64	0
DE MIST KRAAL WEIR	SUDÁFRICA	58 5	58 5
ARABIE	SUDÁFRICA	36	74
GEINDTONE	E.U.A	74	30
SACO DE NOVA OLINDA	BRASIL	72	0
TAMAGAWA	JAPÓN	91	39
LES OLIVETTES	FRANCIA	88	47
LOWER CHASE CREEK	E.U.A	64	40
"GRAL RAMÓN CORONA" TRIGOMIL	MÉXICO	148	47 3 CENIZA VOLANTE
ERIZANA	ESPAÑA	90	90

IV

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El criterio de diseño al ser analizadas las condiciones de una boquilla y la disponibilidad de materiales con el fin de elegir el tipo de cortina, se consideran todos aquellos aspectos topográficos, hidrológicos y geotécnicos, que determinaran las características y el diseño de toda la obra

En ciertas circunstancias el sitio permite construir tanto una cortina de gravedad, como una de materiales graduados. en el caso del C.C R , el costo de construcción es el factor decisivo para la elección final. Sin embargo, algunos factores, como el tamaño y la localización del vertedor, podrían indicar que la solución mas adecuada sería la de construir una cortina de concreto, si el incremento en el costo final fuera aceptable.

Analizando la evolución de la tecnología para la construcción de cortinas de concreto, se observa que aun cuando los métodos de diseño han mejorado con el paso del tiempo, los procedimientos de construcción permanecen sin mucha variación. La inestabilidad dimensional del concreto masivo, provocado inicialmente por el proceso exotérmico de la hidratación del cemento impone severas limitaciones en el tamaño de los monolitos y en la velocidad de colado. La necesidad de proporcionar juntas de contracción, cimbras en las caras transversales de los monolitos y algunas veces sistemas de enfriamiento, ya sea en la masa de concreto o en los materiales que la constituyen, causan demoras en la construcción, además de otros inconvenientes.

En teoría, el optimo procedimiento de construcción se obtendrá al mínimo costo, al lograr conjuntar las ventajas que ofrece la construcción del tipo de cortina de concreto convencional y materiales graduados. En la actualidad el uso del concreto compactado con rodillos (C.C R) reúne tales ventajas.

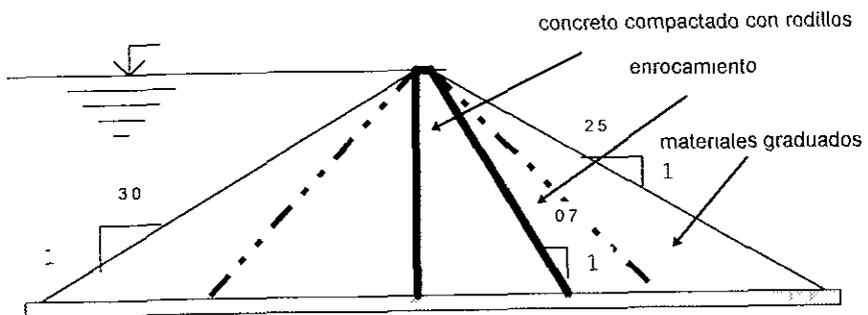
IV.1 MATERIALES

IV.1.1. AGREGADOS

La selección y control de la granulometría de los agregados son factores importantes que influyen en la calidad y propiedades del C.C.R., aunque los requerimientos de calidad de los agregados utilizados en el concreto no se ven directamente influidos por los requerimientos de resistencia del concreto, la variabilidad del agregado sí afecta significativamente los requerimientos de cemento y agua de la mezcla, que a su vez, altera la resistencia y la fluencia.

En estructuras de concreto masivo, la práctica de usar falsos requerimientos de alta resistencia aumenta innecesariamente el costo de la estructura y es un factor impor-

secciones transversales de diversos tipos de cortinas



tante de los problemas de agrietamiento asociado con el calor de hidratación de los materiales cementantes

Un análisis completo de los agregados para el concreto está incluido en el informe de comité 207 del ACI, "Mass Concrete for Dams and Other Massive Structures (ACI 207.1.R-70)", describe a las sustancias deletéreas como " las que ya sea juntas o separadamente hacen imposible lograr las propiedades requeridas del concreto cuando se emplean proporciones normales de los componentes". Algunas de las sustancias deletéreas, tales como las que son más finas que la malla No 200, algunos materiales friables, etc.. en cantidades que se aproximan al limite superior como se especifica en la norma ASTM C 33 que afecta los requerimientos de agua (y por lo tanto la resistencia) Se deben evitar las sílices y la mica, que pueden contribuir a la expansión incontrolada y a otros efectos indeseables. En muchas presas los requerimientos reales de resistencia, pueden ser suficientemente bajos para permitir un incremento de varios puntos porcentuales en los porcentajes óptimos de las clásicas sustancias deletéreas permitidas por la norma ASTM C 33 Los porcentajes superiores a lo normal de materiales finos que pasen por la malla No 200 pueden en realidad disminuir los requerimientos de la pasta para un nivel dado de esfuerzo de compactación. Los limites para materiales deletéreos cuando se aplica el rodillo de compactación deben, por lo tanto, ser establecidos mediante pruebas Estos limites se deben regular de acuerdo con su efecto en las propiedades del concreto requeridas para el tipo de estructura o de colado implicados.

Cuando el costo del material es un factor importante en la selección del tamaño máximo de agregado, se debe considerar el costo del control de la segregación o tomar en cuenta las consecuencias de ésta al determinar los requisitos de resistencia, adherencia y permeabilidad

Cuando se vuelan grandes volúmenes de concreto, el control del calor de hidratación puede ser más importante que los costos de materiales en la selección del tamaño máximo de agregado. Mientras la diferencia en los requisitos del cemento para tamaños de agregados de 1½ a 3 pulgadas (38 a 76 mm) sea menor en concreto sin revenimiento que en concreto con revenimiento normal.

La granulometría no es tan importante para lograr la compactación deseada en el C C R. como en el concreto de revenimiento normal, Gracias a las diferencias en el equipo utilizado para densificar los dos tipos de concreto. Sin embargo la graduación del agregado sí afecta la compactabilidad relativa del concreto y puede influir en el número mínimo de vibraciones requeridas para la compactación total de una capa con un ancho determinado de C.C R Asimismo, afecta los requerimientos de agua y materiales cementantes necesarios para llenar los huecos en el agregado, y proteger las partículas del agregado para producir un volumen de concreto sólido

La granulometría ideal para cubrir los requisitos mínimos de la pasta será la que produzca la máxima densidad varillada en seco con la mínima área de la superficie.

Los agregados usados en la mayoría de los trabajos de investigación que se han realizado hasta la fecha fueron graduados de acuerdo con normas aceptadas.

IV.1.2.- CENIZAS VOLANTES

Es el residuo de la combustión del carbón mineral, formado por cenizas que se alojan en los gases de combustión, y que son captadas en campos electrostáticos de recuperación

Como parte de un programa de diversificación de fuentes de energía, la Comisión Federal de Electricidad construyó en río escondido, Coah., la Central Termoeléctrica "José López Portillo", que consume carbón mineral procedente de cercanos yacimientos explotados por la Minera Carbonífera Río Escondido, S A (MICARE)

Durante la combustión del carbón mineral, previamente pulverizado, la materia no combustible se funde y solidifica sucesivamente, dando origen a lo que constituye el residuo de la combustión. Los fragmentos de mayor tamaño de éste residuo se depositan en el fondo de la cámara de combustión y por ello se les conoce como **cenizas de fondo**, en tanto que las partículas más finas permanecen suspendidas en los gases de la combustión, motivo por el cual se les denomina **cenizas volantes**. La ceniza de fondo sólo constituye el 15 % de la ceniza total, de manera que la ceniza volante representa el 85 %

Una vez captada la ceniza volante se maneja y transporta en seco a través de tuberías con aire a presión, mediante sistemas de operación automatizada

La C F E pone la ceniza volante a disposición de MICARE para su comercialización de acuerdo a convenio establecido.

EMPLEO DE LAS CENIZAS VOLANTES.

Entre las posibles aplicaciones destacan las siguientes.

- a) Como agregado ligero en combinación con cemento portland para la elaboración de lechadas, morteros y concretos de uso muy variado en la industria de la construcción
- b) Como materia prima para la elaboración de cemento puzolánico
- c) En combinación con cal para elaborar lechadas y morteros de relleno, mezclas para bases y sub-bases de carreteras y productos sílico-calcareos
- d) En combinación con cal para elaborar lechadas y morteros de relleno, mezclas para bases y sub-bases de carreteras y productos sílico-calcareos.

- e) En combinación con otros materiales tales como asfalto, arcilla bentonita para concretos asfálticos y productos cerámicos.

El empleo de cenizas volantes produce efectos provechosos tanto en el concreto fresco como en el endurecido.

En estado fresco mejora la manejabilidad de la mezcla y reduce su requerimiento de agua, manifestando menor contracción por secado en el concreto endurecido

En general, las ventajas que proporciona éste tipo de agregado ligero en la fabricación de concretos ocasionan que su empleo represente una opción altamente recomendable.

IV.1.3. CEMENTO Y PUZOLANAS

El concreto adecuado para compactación con rodillos puede ser fabricado con cualquiera de los tipos de cemento básicos y con cualquier clase de puzolana. La selección del tipo de cemento se basa en los requisitos estructurales y no en el método de colado y compactación del concreto, aunque se debe remitir a las especificaciones estándar para puzolanas a fin de seleccionar el tipo de puzolana que pueda utilizarse, la elección definitiva de esta debe basarse en su comportamiento en el concreto requerido para la obra, de acuerdo con las pruebas pertinentes. La disponibilidad de una puzolana determinada como satisfactoria puede ser la base para decidir si se utiliza o no

La diferencia fundamental en la selección y el proporcionamiento de los cementos y las puzolanas que se emplean en el concreto compactado con rodillos y los utilizados en concreto para fines estructurales normales radica en el empleo de mayores volúmenes de puzolanas y menor importancia del efecto de éstas en la trabajabilidad

En el proporcionamiento de mezclas con volúmenes mínimos de pasta, una de las principales funciones de la puzolana o de los finos añadidos es ocupar espacios que, si no, serían ocupados por cemento o agua. Obviamente, llenar estos espacios con agua daría como resultado una menor resistencia del concreto.

Ha sido demostrado por organismos internacionales (TVA), que han empleado cenizas durante muchos años para reemplazar el agregado fino y el cemento. Sus pruebas han demostrado la continua actividad puzolánica a lo largo de los años. Por lo que, las puzolanas no solo ocupan espacio, sino que también contribuyen al desarrollo de la resistencia. Su contribución a la generación de calor varía inversamente a la relación de puzolana-cemento de tal forma que para un determinado requisito de resistencia, la mezcla con el menor contenido de cemento

(que cumpla con la resistencia requerida) tendrá el menor incremento de temperatura

En mezclas con deficiencia de finos, la puzolana no necesita ser altamente reactiva para ser efectiva. Así, muchas cenizas volantes cuya reactividad, debida a insuficiente finura de partícula, no satisface las actuales especificaciones de la ASTM, serían adecuadas en la mayoría de las aplicaciones del concreto compactado con rodillos

No todas las puzolanas son igual de efectivas, tanto la forma de la partícula como la reactividad influirán en los requerimientos mínimos de cemento para producir una resistencia determinada. Sin embargo, el uso de una puzolana disponible en la localidad y que produzca menor resistencia, puede tener ventajas económicas significativas en situaciones en las que existe gran diferencia entre el costo de la puzolana local y el de otra más eficaz que tenga que ser transportada hasta la obra

La resistencia del concreto depende primordialmente de las proporciones de cemento, puzolana y agua. El tipo de cemento tiene un importante efecto en la velocidad de hidratación y en la velocidad de desarrollo de resistencia, por lo tanto influye significativamente en la resistencia a edades tempranas

A menudo se observa tanta diferencia en la resistencia de un mismo tipo de cemento, pero distintas fábricas como la que existe entre cementos de diferente tipo.

Para la mayoría de los cementos tipo I o II se puede aplicar para dosificar concreto de una misma resistencia con diversas proporciones de cemento y ceniza volante. Así mismo, se puede utilizar con puzolanas que no sean ceniza volante; sin embargo, la forma de partícula de otras puzolanas que no sean ceniza volante generalmente no es favorable para la cantidad reducida de agua que corresponde a la ceniza volante.

IV.1.4 ADITIVOS.

Están bien establecidas las ventajas que representa el uso de aditivos que aumenten la trabajabilidad y retarden el fraguado para conservar "vivas" las capas compactadas de concreto masivo y evitar las juntas frías, particularmente durante climas cálidos tanto los aditivos inclusores de aire como los reductores de agua y los retardantes han sido utilizados habitualmente en dosis normales en la mayoría de las aplicaciones y colados de prueba del C.C.R. hechos hasta la fecha.

Las pruebas de laboratorio han indicado que dichos aditivos son eficaces para reducir el tiempo de vibrado requerido para lograr la compactación total del C.C.R. Sin embargo, la eficacia de los aditivos inclusores de aire para establecer sistemas adecuados de inclusión de aire para la protección contra la congelación-deshielo del

C C R y las dosis apropiadas que deben aplicarse en éste, son aún necesarios programas de prueba para poder establecer estos parámetros en el futuro.

IV.2.- MEZCLADO DEL C.C.R.

El concepto de Concreto Compactado con Rodillo (C.C.R), cambia completamente los elementos del control de la producción para el colado de concreto masivo, desde la velocidad de colocación hasta el rendimiento de la planta de concreto. Una planta mezcladora común requiere aproximadamente de cuatro mezcladoras de 90 m3. Para igualar la capacidad de compactación de un rodillo vibrador grande en una operación de colado continuo. Si bien es cierto que se puede equiparar la producción mediante el empleo de mezcladoras grandes o almacenando o añadiendo mezcladoras y plantas de mezclado, estas nuevas condiciones parecen sugerir la conveniencia del mezclado continuo para compensar el tiempo perdido en las operaciones de mezclado.

Los requisitos de mezclado para el C.C.R. pueden ser tan variados como su aplicación lo permita.

IV.2.1 MEZCLADORAS INTERMITENTES COMUNES.

Se han empleado en todos los colados hasta hoy, excepto en la presa tarbela. Las revolventoras capaces de mezclar tamaños máximos de agregados de 3 pulgadas (76 mm) y de 6 pulgadas (152 mm) no presentan dificultades para mezclar la consistencia sin revenimiento y los volúmenes superiores de agregado del C.C.R , aunque se puede requerir mayor tiempo de mezclado que en concreto común.

El tiempo de mezclado se puede producir de manera eficaz mediante la alimentación en banda de los materiales.

Para llevar a cabo el mezclado se debe restringir la variación de la densidad a límites razonables, en especímenes de prueba completamente compactados tomados de muestras obtenidas del primero y último tercio de la mezcla según se descarga.

Es mejor comenzar con una mezcla demasiado húmeda para conseguir una adherencia adecuada y disminuir el agua en las mezclas posteriores hasta lograr la consistencia deseada.

Las dificultades para la compactación de las mezclas demasiado húmedas pueden reducirse o eliminarse mediante un colado en capas más delgadas. El exceso de agua emerge durante el colado de las capas subsecuentes, con lo cual se elimina cualquier preocupación acerca de la resistencia de la mezcla demasiado húmeda.

IV.2.2 MEZCLADORAS CONTINUAS.

Están especialmente adaptadas a la producción de grandes volúmenes de concreto, tales como los que se emplean en el colado mecanizado de losas continuas para pavimento. El principio para aplicar el C.C.R. como un sistema de colado mecanizado para pavimentos es el mismo que rige su colocación en capas durante la construcción de una presa

Las principales ventajas de las mezcladoras continuas son la eliminación de la etapa de mezclado del ciclo de producción y el costo *considerablemente más bajo* de la planta en relación con la capacidad de producción. Estos son dos factores primordiales cuando se consideran los requisitos de productividad de los proyectos importantes, en los que el uso de C.C.R. permite el colado de grandes volúmenes de concreto en periodos cortos.

IV.2.3 CAMIONES MEZCLADORA COMUNES.

Como no tienen tambor de volteo no son recomendables ni para mezclar ni para transportar C.C.R., a causa de los serios problemas de segregación anticipados durante el ciclo de descarga.

IV.3.- TRANSPORTE.

La mayor parte del equipo y procedimientos recomendados por el comité ACI 304-14 para el transporte y colocación de mezclas de concreto común son también aplicables al transporte y colado del C.C.R., sin embargo la extremadamente limitada capacidad para fluir del C.C.R. hace posible el empleo de un rango más amplio de equipo para el transporte y colado de este material, que el que se puede utilizar con concreto común. Aunque esta característica de poca capacidad de flujo también hace necesario establecer procedimientos especiales de manejo para impedir la ocurrencia de segregación importante, parece haber posibilidades reales de ahorro considerable, especialmente en el transporte y colado del C.C.R. para estructuras grandes

IV.3.1.- SELECCIÓN DE EQUIPO

El volumen de material que se va a colar y el acceso al área de colado serán por lo general los factores que controlen la selección del equipo que se va a utilizar para transportar el C.C.R. desde el lugar de mezclado hasta la zona de colado. A menudo el mismo equipo llevará a cabo ambas funciones, la de transporte y la de colado.

IV.3.2 PRINCIPALES MÉTODOS PARA EL TRANSPORTE DEL C.C.R.

Intermitente y continuo Hasta cierto punto, la selección del equipo de transporte puede estar influida por el tipo de equipo de mezclado que se utilice. Sin embargo, aplicando el control y accesorios apropiados, tales como tolvas de retención, las mezcladoras continuas se pueden utilizar junto con transporte intermitente, y las mezcladoras intermitentes junto con equipo de transporte de flujo continuo.

El total desarrollo del potencial económico del C.C.R también depende del mantenimiento adecuado de las pilas de almacenamiento de materias primas para conservar las altas velocidades de mezclado y colado continuo

CONSIDERACIONES PARA LA SEGREGACIÓN.

La clase de equipo de transporte que se utiliza para desplazar el C.C.R desde la planta de mezclado hasta la zona de colado recibe la influencia del tamaño mas grande de agregado especificado para la mezcla

El concreto con tamaño máximo de agregado de 3" (76 mm) puede transportarse y colarse en unidades de acarreo sin agitación diseñada para acarreo de agregados y movilización de tierra, pero que implica considerable riesgo de segregación cuando se descarga de este tipo de equipo sobre superficies duras, condiciones que prevalecen, como por ejemplo cuando se inicia un nuevo colado en una superficie previamente compactada

El riesgo de segregación en el colado y el transporte, marca las restricciones sobre el tipo de equipo y los procedimientos que se van a utilizar, por lo que el costo de estas restricciones se debe evaluar dentro de la economía general relacionada con la selección del tamaño máximo de agregado que se va a emplear

TRANSPORTE INTERMITENTE.

Suele ser alguna clase de depósito montado en una unidad de acarreo o remolque con llantas. Las unidades más comunes son camiones convencionales de volteo extremo o inferior. La selección del tamaño del equipo debe basarse en la capacidad de colado requerida, en la duración del ciclo, es decir el tiempo que tarda cada unidad en hacer un viaje redondo, y el volumen total por colarse. Las consideraciones adicionales son el costo de la unidad de transporte, lo accesible del área de colado, los requisitos de dispersión y el costo de la preparación y el mantenimiento de los caminos y puntos de acceso para el transporte

EQUIPO SIN AGITACIÓN.

Este equipo puede ser el más adecuado para el transporte intermitente de C.C.R. Se ha empleado mucho para acarreo de agregados, minería y movimiento de tierras, y

se puede emplear fácilmente para el C.C.R con alguna modificación o ninguna modificación. La mayoría de las unidades de este tipo están diseñadas para ser descargadas mediante volteo extremo o inferior, con poco control o ninguno sobre el flujo de los materiales hacia afuera de la unidad. En la selección del equipo debe tomarse en cuenta el costo del manejo de la segregación resultante.

EQUIPO CON AGITACIÓN

Como se indico en la selección de los camiones mezcladoras, el equipo convencional de acarreo intermitente con tambor que no sea de volteo y que este diseñado para agitar o mezclar el material durante el transporte no debe ser usado para C.C.R.

Los camiones mezcladora de volteo podrán manejar el C.C.R satisfactoriamente, pero requieren un período relativamente largo para descargarse. Por esta razón, se espera que este tipo de transporte para concreto premezclado se limite sólo a algunas aplicaciones y no a la extensa variedad de trabajos en los que se usa hoy en día.

TRANSPORTE CONTINUO.

Para el transporte continuo de C C R., el método más aplicable son las bandas transportadoras.

El extremadamente bajo contenido de agua y el alto contenido de agregado grueso de este concreto no suministran suficiente fluidez para hacer posible que la mezcla sea bombeada a través de tuberías.

Planta pug mill elaboradora de concreto C C R.

Esta planta básicamente se ha empleado en México en la construcción de las presas; Vinoramas, Sin. y San Lázaro, B C.S.

Sistema de dosificación

Sistema de alimentación de agregados para cuatro productos, compuesta de cuatro tolvas con capacidad cada una de 25 ton. Cortas considerándose un peso volumétrico de 100 lbs/pie³. Cada tolva equipada en la salida del material con un mecanismo de manivela e indicador de abertura. Este sistema de compuertas fácil de operar proporciona un flujo correcto. Cada tolva esta equipada con un transportador de 24' de ancho y 7'6" de largo con banda de dos capas de lonas movidas por un motor eléctrico de 3 h.p. C.A. y el cable variable controlador de velocidad; banda transportadora de 30" de ancho, la cual recoge el producto ya dosificado de las cuatro tolvas, esta banda es movida por un motor eléctrico de 15 h.p., rodillos de 35°

lubricados, todo lo anterior montado sobre chasis con doble eje, ocho llantas 1000 x 20, frenos de aire, alumbrado para su transportación. Las cuatro tolvas al estar equipadas con motores de velocidad variable se controla el flujo de cada una de ellas pudiéndose incrementar o decrecer el flujo de material.

Tolva alimentadora (adicional) para un quinto producto.

Tolva con capacidad de 12 yd³ (20 toneladas) fabricada en placa de acero de 1/4" de espesor, banda transportadora de 30" de ancho y 7' de largo, motor eléctrico de 3 h p C A y velocidad variable con reductor, rodillos de 35°, el sistema de compuerta es idéntico al alimentador de cuatro tolvas.

Banda transportadora

Banda transportadora de 30" de ancho por 65' de largo con banda de hule de dos capas de lona y espesores de hule de 3/16" y 1/16", cabezales con flechas de 2 15/16" y 2 7/16", rodillos lubricados y 35° de inclinación, transportador movido por motor eléctrico de 20 h.p. 1800 r.p.m. 230/460 volts 60hz y reductor marca dodge o similar.

Mezclador pug mill modelo 500 s.

Mezclador con capacidad de producción de 300 a 400 ton/hora, en función del tipo de agregado. equipado con dos motores eléctricos de 40 h.p. 1000 rpm, 60 hz, 230/460 volts y reductor marca dodge txt 715 o similar, doble flecha de acero de 3 7/16" de diámetro apoyadas sobre baleros seal master de 3 7/16" de diámetro mfs 55, barra de riego con válvula de 2" de diámetro, regaderas de tubería de 1" de diámetro, tolvas de descarga de 3 yd³. Con compuertas tipo almeja accionadas por sistema hidráulico con bomba y motor de 2 h p. para operación de compuertas.

Sistema de dosificación de cemento

Dosificador de cemento marca roto flo de 14 x 14, el cual garantiza un flujo de 1,890 ples cúbicos de cemento por hora, movido por motoreductor de velocidad variable de 2 h p , indicador de flujo del cemento, el cual corta la producción al faltar el cemento.

IV.4.- COLOCACIÓN.

El C C R debe colarse en capas lo suficientemente delgadas para permitir una compactación completa por medio del rodillo vibratorio. Hasta la fecha las pruebas de campo han demostrado que el rango de espesor óptimo para las capas de colado es de 20 a 30 cm.

Esto contrasta con las capas normales de concreto masivo común que varían de 46 a 60 cm

Las velocidades de colado que se alcanzan con C.C.R son mucho mayores con capas de espesor igual a un tercio o la mitad de las de concreto común, resulta evidente que la distribución del concreto antes de la compactación es una operación importante en el proceso de producción y debe ser eficaz para que avance al mismo paso que la capacidad de compactación

COLADO INTERMITENTE.

El equipo que deposita la mezcla en pilas de concreto debe complementarse con equipo que derribe las pilas y esparza el concreto en capas de 20 a 30 cm de espesor, a la misma velocidad que puede ser transportado y compactado. Los esparcidores del tipo de las excavadoras de cuchilla y las niveladores de terreno suelen ser los más prácticos. Se prefiere el equipo a base de llantas porque los materiales del concreto no tienen tendencia a pegarse en las llantas como lo hacen en las vías, en los rodillos y en las ruedas dentadas del equipo tipo oruga, la distribución del concreto se facilita con el colado simétrico y constante, siendo conveniente depositar el concreto en franjas para su mejor distribución.

El equipo de transporte a base de llantas puede operar sobre la superficie recién compactada sin ningún efecto negativo en el concreto.

Se deben tomar precauciones para que el equipo de transporte no ruede sobre lodo o suciedad, ya que esto tendría efectos nocivos en la calidad del concreto y podría causar problemas en la integridad de la junta, lo que provocaría la consecuente pérdida de agua.

COLADO CONTINUO.

Cuando el concreto se cuela en una operación continua mediante bandas transportadoras, la regla más importante es tener el menor número de equipo posible dentro del área de colado y minimizar tanto como se pueda el movimiento del equipo mientras se cuela el concreto. Para conseguir esto, la distribución del sistema de bandas debe estar bien planeada, de modo que haya un lugar por el que pasen todas las bandas transportadoras sin detener la operación de compactación con rodillos.

Es recomendable combinar el equipo de transporte y colado continuo e intermitente cuando las condiciones de la obra permitan el aprovechamiento de las ventajas inherentes a ambos sistemas.

IV.5.-COMPACTACION.

Se ha empleado una gran variedad de equipo con rodillos vibratorios para pruebas y construcción con C.C.R. Por lo general, cualquier rodillo vibratorio que se haya utilizado con éxito para compactar enrocamientos puede compactar C.C.R., se ha comprobado que los rodillos autopropulsados, con tambores vibradores mecánicos, son más adecuados para C.C.R. que los rodillos que solo vibran y requieren de otro vehículo o medio de propulsión

La unidad impulsora de los tambores vibratorios permite al rodillo cambiar de dirección sin agitar el concreto ya compactado. Un recorrido en una sola dirección reduce en gran medida la maniobrabilidad. Las levas excéntricas, que producen vibración sobre los rodillos remolcados, están diseñados para recorridos en una sola dirección y pueden gotear la superficie de concreto recién compactado si cambian de modo de vibrar. Los rodillos vibratorios de distinta manufactura y tamaño se han empleado con buenos resultados por lo que las principales características para la selección de un rodillo son :

- a) La maniobrabilidad
- b) La fuerza compactiva
- c) El tamaño del tambor
- d) La frecuencia.
- e) La amplitud.
- f) La rapidez de operación

La capacidad compactiva en volumen de concreto por hora aumenta, obviamente con el tamaño y rapidez del rodillo. Por lo general, el tamaño de la obra y las limitaciones de espacio norman la selección.

Los rodillos de mas de 4 ó 5 toneladas normalmente no pueden trabajar más cerca de 15 a 23 cm. de la cimbra o los obstáculos, por lo que se suelen requerir rodillos de menos de 1 ó 2 toneladas para compactar el concreto en dichas zonas.

NUMERO MÍNIMO DE PASADAS

El número mínimo de pasadas de un rodillo vibratorio necesario para lograr una compactación completa (máxima densidad alcanzable) depende básicamente de la mezcla de concreto y del espesor de la capa

Para controlar el espesor de la capa sirve más la habilidad para distribuir la mezcla que los requisitos de compactación, ya que los rodillos grandes son totalmente capaces de compactar capas de rocas en bruto de hasta 24 pulgadas (60 cm.) e incluso más

En la mayoría de los colados de C.C.R. se han empleado capas de 8 a 12 pulgadas (20 - 30 cm.). Para determinar el número mínimo de pasadas necesario para lograr una compactación completa, usando la mezcla correcta y el espesor de capa planeado, se deben aplicar pruebas en " rellenos de prueba " (bordes de prueba), ya sea antes o durante las primeras etapas de la construcción.

La identificación del concreto totalmente compactado depende hasta cierto grado de la mezcla de concreto. Si la mezcla se ha proporcionado para volúmenes de pasta, excediendo el mínimo, entonces el concreto totalmente consolidado mostrará plasticidad y se podrá detectar una onda de presión en frente del rodillo, particularmente cuando se han colado dos o más capas plásticas

Si el contenido de pasta no es suficiente para llenar todos los huecos del agregado, entonces habrá contacto entre las rocas y con la compactación total el agregado se va a quebrar un poco. Las pasadas adicionales sólo aumentarán la cantidad de trituración y cada capa resultará casi tan rígida como una junta fría

La masa compactada de una mezcla con volumen de pasta adecuado responderá a los trabajos en la superficie como el barro para modelar o como la gelatina cuando se ha endurecido. Esta acción permite que las rocas dispersas sobre juntas de colado se introduzcan en la superficie debido al esfuerzo de compactación de los rodillos vibradores, con lo que se obtiene una masa sólida a partir de la construcción en capas

La humedad superficial que aparece inmediatamente después de la compactación se evapora rápidamente, antes de que ocurra el endurecimiento, de manera que no se debe confundir con el agua de sangrado o con la lechada.

La única forma segura de determinar la compactación total en la obra consiste en medir la densidad compactada y compararla con la misma mezcla totalmente compactada en el laboratorio mediante vibración prolongada. Las pruebas aplicadas a corazones extraídos han respaldado la evaluación visual de la compactación total hecha por los inspectores.

En los estudios de campo de C.C.R. en la presa de Lost Creek el número mínimo de pasadas aplicado en una capa de 8 pulgadas (20 cm) de espesor fue de 4. En muchos casos, el número de pasadas no controlan la producción, pues al parecer la distribución es el factor que la controla

Los aparatos nucleares de medición que se emplean actualmente para determinar la densidad del suelo se pueden usar para medir la densidad plástica de las capas compactadas

Cuando el número mínimo de pasadas llegue a ser crítico con respecto a la capacidad productiva, será necesario un método rápido para medir la densidad compactada

IV.6.-JUNTAS HORIZONTALES.

Las juntas de construcción horizontales pueden ser del tipo planeado o del no planeado. Cuando una capa de colado no se cubre al comenzar al fraguado, deja de ser trabajable y se convierte en una junta fría, o junta de construcción no planeada. El elemento tiempo depende en gran medida de la temperatura, la cantidad de cemento portland en la mezcla y el tipo de agregado, si se empleó alguno, así como sus características de retardación del fraguado.

El tratamiento para los colados horizontales o las juntas de construcción difiere del concreto masivo colado del modo convencional, en que no hay aumento de agua en la superficie durante el fraguado del concreto, de tal forma que no hay una película delgada de lechada en la superficie. El aumento de agua en la superficie es el resultado del asentamiento durante el fraguado cuando el agua sobrante (sangrado) se separa del gel de cemento y por efecto de los materiales más pesados sube a la superficie.

La cantidad de agua de sangrado está en relación directa con el volumen de pasta en la mezcla y el espesor promedio de la pasta que cubre los agregados y los finos minerales.

En el C.C.R. hay por lo menos un 25 % menos de volumen de pasta y la reducción proporcional en el espesor de la cubierta es aun mayor debido al mayor volumen de agregado.

Si la junta de construcción se ha mantenido limpia y húmeda durante toda su exposición, no será necesario ningún tratamiento. Si la superficie se ha contaminado con mugre, lodo o algún otro elemento extraño, se aplicará el procedimiento que sea necesario para retirar la sustancia extraña, y si la superficie se ha secado, entonces se debe limpiar mediante chorro de arena o algún otro medio aceptable para limpiar y preparar la junta de construcción.

Los experimentos que se han realizado demuestran que, en juntas de construcción horizontales se puede asegurar una adherencia satisfactoria utilizando una mezcla de estratificación con agregado cuyo tamaño máximo sea de 38 mm o menos, siempre que la mezcla tenga un volumen de pasta de, por lo menos 20 % mayor que

el volumen mínimo de pasta que produce densidad máxima. La mezcla debe tener suficiente exceso de pasta para que fluya durante la compactación, y llenar los huecos que hay entre las partículas segregadas de la junta de construcción.

La consistencia de la mezcla de estratificación debe ser idealmente "demasiado humedad ". extendiendo en una capa de aproximadamente 8 cm de espesor y antes del laminado se debe cubrir con una capa suficiente de la mezcla masiva regular para lograr una capa de espesor total.

IV.7.- CURADO.

El curado y protección requerido para el C.C.R. coinciden generalmente con el tratamiento necesario para concreto común, por lo que el concreto debe mantenerse en condiciones húmedas y a una temperatura favorable para la hidratación del cemento. Los procedimientos recomendados por ACI 308-71, ACI 305R-77 Y ACI 306R-78, son aplicables a la construcción con C.C.R.

El C C R se debe mantener continuamente húmedo durante 7 días o hasta que se cubra con otra capa de concreto. No se debe usar ningún otro material de curado que no sea agua, arena u otra cubierta que se pueda retirar después, sobre la superficie de las juntas a las que será necesario adherir la siguiente capa de concreto. Todas las superficies permanentemente expuestas y las que no se van adherir pueden curarse mediante la aplicación de agua, compuestos líquidos para curado con membrana, asfalto líquido o cubierta de tierra.

Puede requerirse el no curado de la superficie compactada en condiciones de construcción en las que las capas sucesivas se colocan tan rápido que la superficie no llega a secarse, siendo este el caso el del colado continuo.

Protección del C C R en clima caluroso, condición climática en que el secado se acelera. situación que puede resultar necesaria la protección de las superficies del C.C.R., cuando se tiene esta condición se debe añadir agua a la superficie para complementar la humedad evaporada. Los problemas que generalmente se asocian con las obras de concreto en clima caluroso son la demanda de agua, pérdida de revenimiento y agrietamiento por contracción plástica, los cuales no suelen ser graves en la construcción con C C R, debido al bajo requerimiento de agua y a los métodos de transporte, colado y compactación empleados. Sin embargo, puede ser necesario tomar ciertas medidas para controlar la temperatura en ciertos casos en los que sea importante el control del agrietamiento por inducción térmica.

IV.8.- PROTECCIÓN.

Durante el clima cálido o en condiciones climáticas en que el secado de la superficie se acelera puede resultar necesaria la protección de las superficies del C.C.R., cuando se observan estas condiciones, se debe añadir agua a la superficie para

reemplazar y complementar la humedad evaporada.

Es importante señalar que la mayoría de los problemas que generalmente se asocian con las obras de concreto en clima caluroso son la demanda de agua, pérdida de revenimiento y agrietamiento por contracción plástica, no siendo graves en la construcción con C.C.R., gracias al bajo requerimiento de agua y a los métodos de transporte, colado y compactación empleados. Sin embargo, se deben tomar ciertas medidas para controlar la temperatura debido al agrietamiento que por inducción térmica se puede presentar.

En clima frío se debe proporcionar suficiente protección a las superficie expuestas de C.C.R durante siete días después del colado, cuando se suponga que la temperatura del aire puede descender hasta o por debajo del punto de congelación. La protección puede lograrse cubriendo la superficie con esteras aislantes, capas de paja, 15 cm. de tierra o con alguna otra forma de material aislante.

IV.9.- CONTROL DE CAMPO.

El control del laboratorio de campo sobre los contenidos de agua de la mezcla es necesario para asegurar que hay suficiente pasta en la mezcla

Se logra un mejor control en el laboratorio de campo mediante la observación de la compactación de muestras de rutina tomadas en la planta de mezclado. El equipo de vibrado del laboratorio de campo debe estar correlacionado con el equipo utilizado para determinar la consistencia de las mezclas de prueba analizadas. Con vibración continua, se puede suponer que la mezcla tiene un volumen adecuado de pasta cuando ésta sube a la superficie y es claramente perceptible en toda el área.

Para el control en el campo de contenidos de agua, el límite de tiempo de vibrado no debe de ser más de 1.5 veces el tiempo establecido en el programa de mezclas de prueba para la compactación total. Si la pasta no llena la superficie dentro del período asignado, el contenido de agua de la mezcla debe ser incrementado hasta que esto suceda. El método de Vebe modificado resulta un procedimiento de prueba satisfactorio para el control de la consistencia en el campo.

Cuando la mezcla tiene un volumen de pasta adecuado, la determinación gravimétrica de la densidad compactada se puede hacer midiendo la cantidad de agua necesaria para llenar el espacio que hay de la parte superior del concreto compactado a la parte superior del recipiente de peso específico, obteniendo el peso neto del concreto y aplicando los cálculos pertinentes. La densidad del concreto se ve afectada principalmente por el peso específico de los agregados. Cuando no hay cambios en el peso específico de los agregados, las densidades compactadas no sufrirán modificaciones de más de 16 kg./m³ para un cambio de 9 kg. en el contenido

de agua De modo similar se requiere una modificación significativa en las proporciones del agregado para efectuar un cambio más importante en la densidad. Por lo que se espera que el rango de densidades compactadas no excederá de 64 kg /m3 en una operación de mezclado controlado

Es de esperarse que las pruebas de control, incluyendo la fabricación de especímenes para prueba de resistencia a la compresión del C.C.R., se harán con la misma frecuencia que aquéllas que se hacen actualmente para evaluar la calidad del concreto convencional.

Considerando el inicio de la aplicación del concreto compactado con rodillos en México, en este trabajo, se señalarán principalmente los puntos relevantes de la construcción de la presa " La Manzanilla ", Gto y la aplicación en la presa " General Ramón Corona Madrigal ", Jal.

IV.10 BORDO DE PRUEBA

Bordo de prueba para la construcción de la presa " La Manzanilla " Cercano a la boquilla seleccionada para la construcción de la presa se hizo un bordo de prueba, en el cual se reflejaron las mismas condiciones y materiales que existían en el sitio de desplante de la cortina.

La finalidad de este bordo de prueba, llamado " concretaplén " fue el de probar mezclas, equipo, procedimiento constructivo, ligas con el terreno natural y entre capas lapsos de interrupción, concreto de liga y C C.R.

Las dimensiones elegidas para este concretaplén fueron las siguientes.

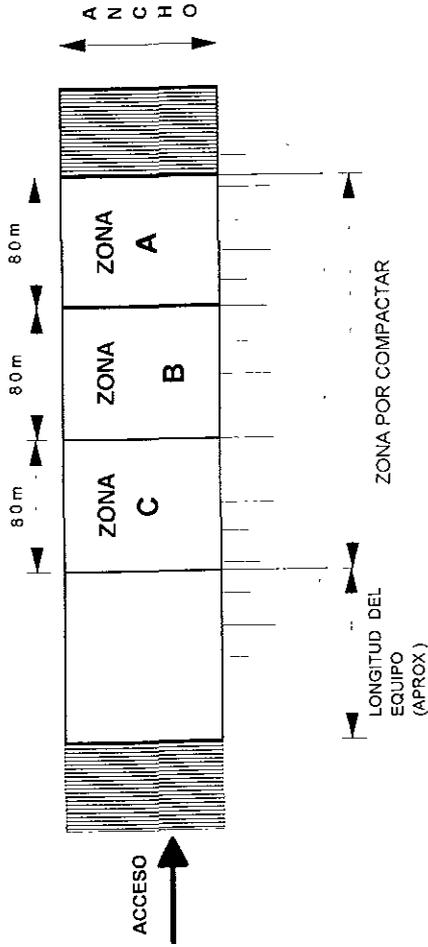
Longitud	24.0 m.
Sección	Trapezial
Ancho base	6.0 m
Ancho corona	4.0 m
Altura	3.0 m.

Este bordo se dividió en tres zonas con la finalidad de aplicarle a cada una un diferente número de pasadas con un rodillo liso vibratorio durante el proceso de compactación. De tal forma que se aplicaron 2, 4 y 6 pasadas respectivamente.

El equipo empleado fue el siguiente

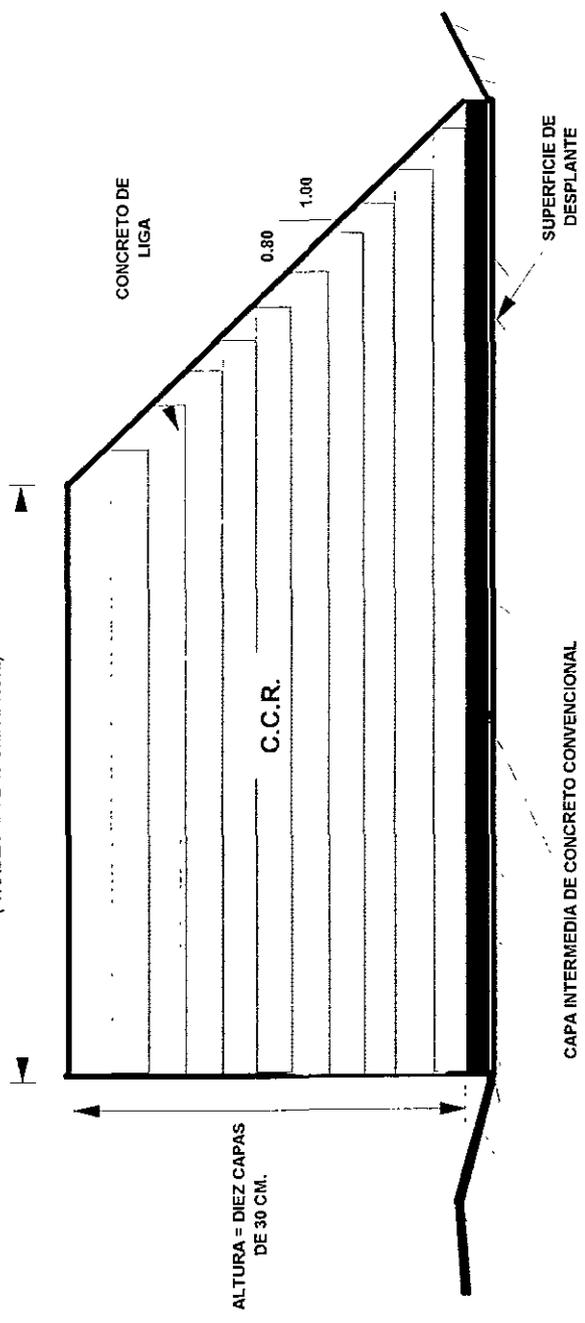
Motoconformadora MC-19
Cargador frontal sobre neumáticos PL3-920
Rodillo liso vibratorio Dynapac CA-25 de 10 Ton.
Camión de volteo

ZONAS DE DIFERENTE COMPACTACIÓN EN EL BORDO DE PRUEBA



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL BORDO DE PRUEBA

ANCHO = 2 VECES EL ANCHO DEL EQUIPO DE COMPACTACIÓN
(TRASLAPE DE 40 CM. APROX.)



La zona de desplante del concretaplén, se limpio con pico y pala, sopleteando con agua y aire hasta que el piso quedo perfectamente limpio

Una vez realizada la limpieza, se procedió a fabricar el concreto de liga seleccionado para éste fin, con una relación grava-arena de 65/35 % = 1.86, consumo de cemento de 172.3 kg /m³., relación agua/cemento de 0.63 con revenimiento cero

Sobre la capa de 8.0 cm. de espesor de concreto de liga, se colocó la capa de 22 cm de C.C R con tamaño de agregado de 3"

Ya colocado el concreto, se procedió a su compactación respetando la zonificación predeterminada.

El control de calidad se efectuó mediante calas volumétricas, dando por resultado que se debía colocar el C.C R en capas de 30.0 cm , con seis pasadas de rodillo liso vibratorio de 10 ton

Terminado el concretaplén, se procedió a curar durante 28 días para proceder a la obtención de núcleos de concreto de pruebas de 4" y 10" de diámetro, a los cuales se les efectuaron los estudios y pruebas necesarias, arrojando resultados satisfactorios

IV.11 FORMAS PREFABRICADAS.

Para la colocación de los concretos en la cortina se emplearon formas prefabricadas de concreto armado, las cuales constituyen una cimbra fija autosustentable que permite confinar el concreto rodillado contra el concreto de la membrana impermeable, y este contra las propias formas, proporcionando además el acabado final en el paramento mojado las características físicas de estos elementos se muestran en las figuras D y E.

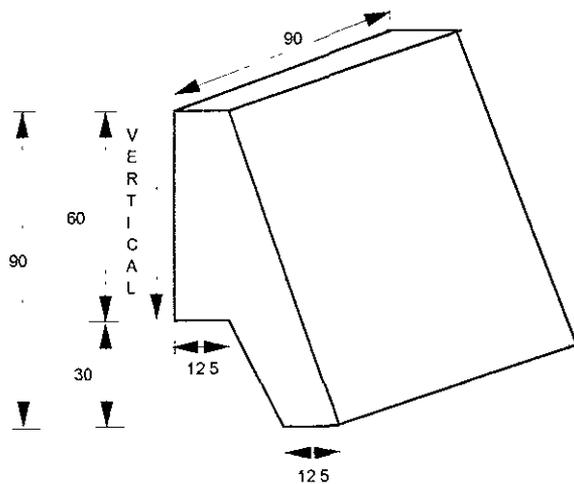
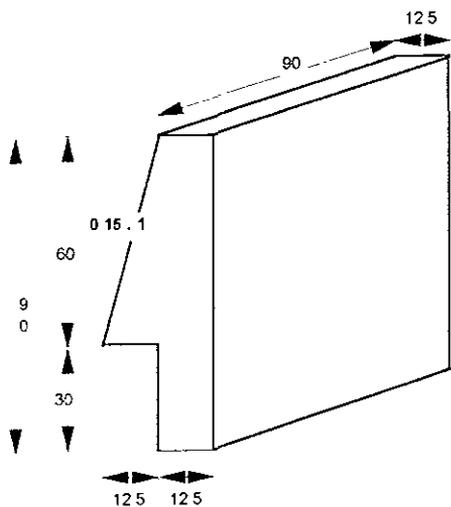
Las formas prefabricadas son manufacturadas en la obra, empleando moldes metálicos en los cuales se vacía el concreto convencional

Se debe evitar que los moldes empleados contaminen y disminuyan la capacidad de la forma para ligarse con el concreto colocado contra ella

La cara que estará en contacto con la membrana impermeable deberá quedar escarificada en 1/3 del tamaño del agregado expuesto, a fin de asegurar un adecuado anclaje con dicho concreto.

para realizar el transporte y las maniobras de colocación de los elementos prefabricados se procederá de una manera cuidadosa, a fin de evitar que sufran cualquier daño al realizar su colocación, las formas se deben presentar en su lugar

SECCIONES DE FORMAS PREFABRICADAS

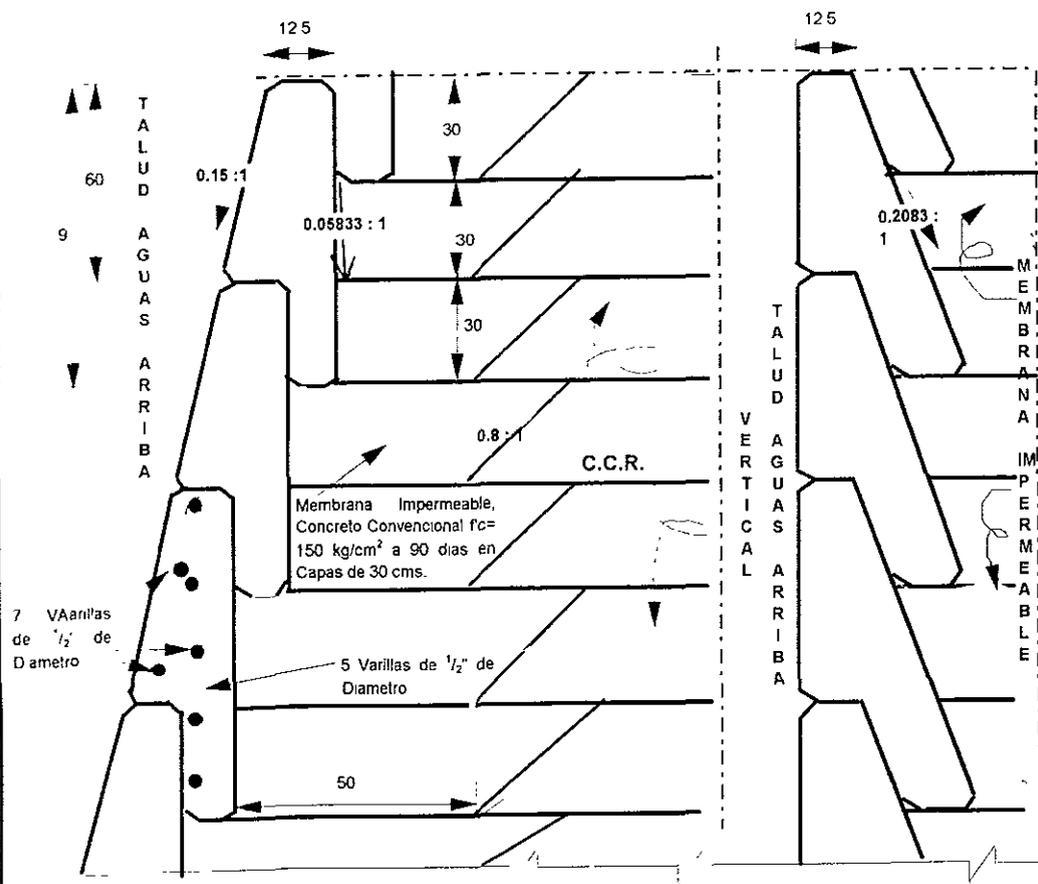


Nota

Acotación en centímetros

Figura D

COLOCACIÓN DE FORMAS PREFABRICADAS DE CONCRETO CONVENCIONAL



LA COLOCACIÓN DE LAS FORMAS PREFABRICADAS, SE DEBERÁ LLEVAR EL MISMO NIVEL DE COLOCACIÓN DEL C.C.R.

Nota

Acolación en centímetros

Figura E

definitivo, procediendo posteriormente a anclarlas conforme se avance en la colocación tanto del concreto rodillado como de aquel que forma la membrana impermeable.

IV.12 CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA.

Presa " La Manzanilla " Una vez concluidas las observaciones en el bordo de prueba, y determinados los procedimientos a utilizar, así como el sistema de construcción, el 17 de Noviembre de 1986 se inició la construcción de la cortina.

Efectuadas las limpias, se colocó la " Capa intermedia " formada de concreto convencional en la zona de desplante con el objeto de nivelarla. Sobre esta capa intermedia se inicio el tiro de C C R para lo cual y de acuerdo a las especificaciones, primero se colocaron 8.0 cm. de concreto de liga y los 22.0 cm. posteriores de C C R a lo ancho de la sección de desplante.

En forma similar, si habían transcurrido más de 6 horas entre colados de capa y capa o sin el concreto de liga, si el tiempo era menor de ese lapso, se continuó la colocación de C C.R hasta su terminación.

A medida que se elevaba la construcción, se colocaban las formas precoladas en el paramento mojado, las que junto con la capa de C.C.R. colocada, servía para confinar los colados de concreto convencional de 50 0 cm. de ancho y que formaron la membrana impermeable.

La liga de las laderas, se formó conforme avanzaba la colocación de capas de C.C.R., ya que el hueco entre éstas y la ladera se rellenó con concreto convencional, formando así la liga

IV.13 SEGREGACIÓN EN EL CCR.

PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y CORRECCIONES EFECTUADAS.

Se elimino la segregación en el C.C.R. casi al 100% mediante las siguientes maniobras:

- 1) Al descargar la banda en el camión, como el revenimiento del concreto es cero, se forma un cono, el cual propicia la segregación, se coloca personal, que con un rastrillo evita la formación de este cono a medida que el concreto cae, corrigiendo en un porcentaje muy alto este problema.

- 2) Durante el transporte y al vaciar el volteo en el sitio también apareció una pequeña segregación, la cual se corrige incorporándola al montón mediante el uso de personal con palas.
- 3) El cargador sobre neumáticos al efectuar el extendido, mediante maniobras hacia adelante y hacia atrás, elimina el resto de la segregación
- 4) Reducir el porcentaje de grava en 3" sin que la curva granulométrica se salga de la envolvente especificada

En relación con el talud de aguas abajo, en el proyecto se marcó 08:1, sin embargo no se pudo lograr ya que el C.C.R tiende a un talud 1:1, para solucionar este problema. se optó por colocar escalones de concreto convencional a cada determinada altura, con la finalidad de levantar el talud en cada escalón.

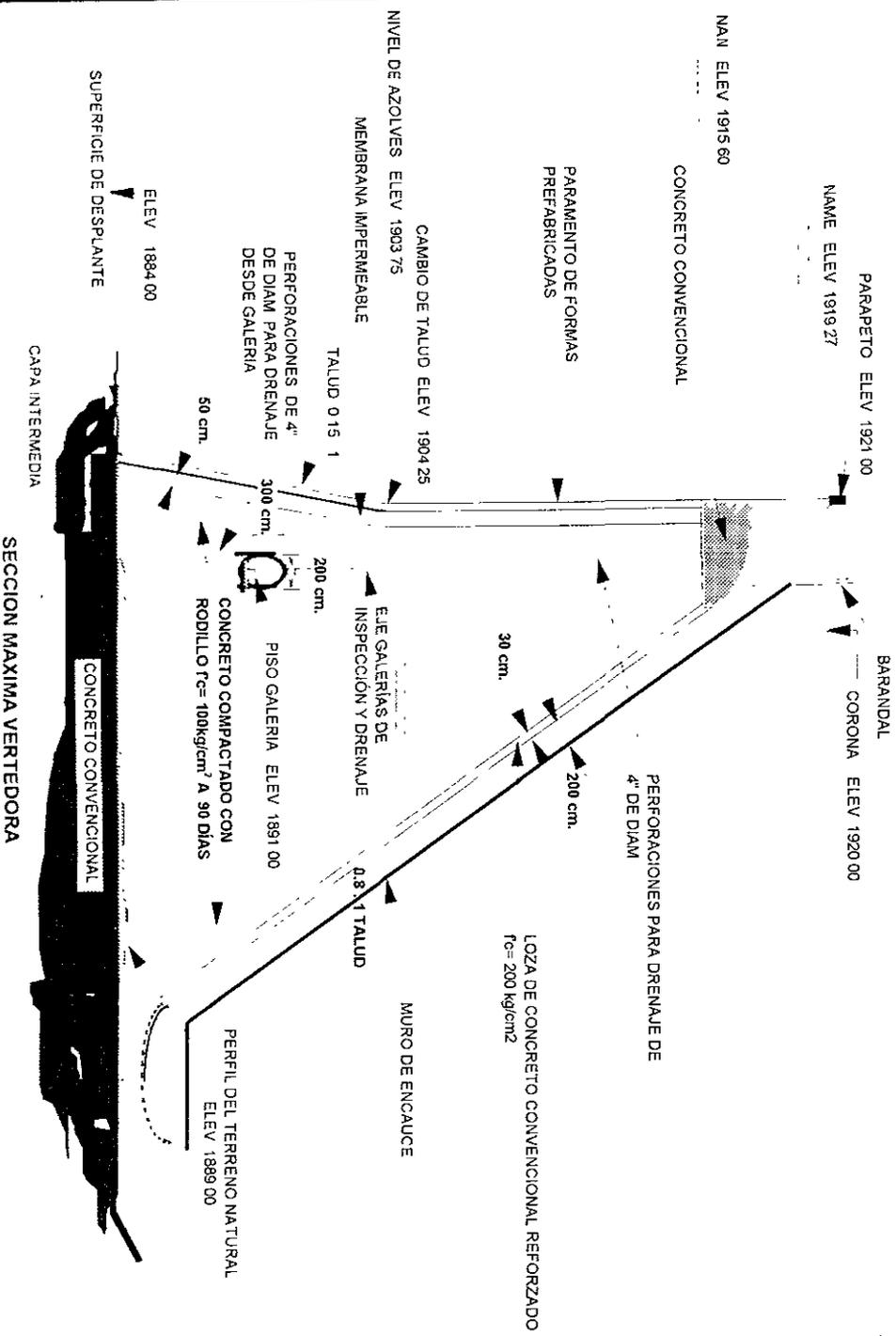
En la compactación del hombro, se detectó que esta zona quedaba semicompactada, aún utilizando el rodillo vibratorio manual o plancha vibratoria, por lo que se colocó un sobre ancho de 20.0 cm.

Los huecos en que irían colocadas tanto la galería de inspección y drenaje, como los conductos de la obra de control, fueron rellenos con grava-arena a medida que avanzaba la colocación de C.C.R , permitiendo esta maniobra el poder continuar con la colocación. Posteriormente el relleno se retiró una vez colocado C.C.R. al rededor de toda la zona.

Durante el proceso constructivo de la presa y debido a la falta de suministro de ceniza volante, hubo la necesidad de utilizar el limo (filler) en sustitución de la ceniza, por lo que se utilizó el diseño con limo. Observándose que el C.C.R se comportó en forma similar y los resultados de las calas dieron valores similares a los obtenidos con ceniza. Prácticamente sólo cambia el color, ya que el C.C.R. con ceniza es gris y con limo es beige. Por el contrario de la ceniza, se advirtió un rendimiento más uniforme del equipo de producción del C.C.R., ya que con la ceniza se tuvo el problema del constante deterioro del equipo, lo que ocasionó interrupciones en el proceso constructivo, siendo necesario para la producción de C.C.R. periódicamente durante el día dar limpieza a las diversas válvulas instaladas en la dosificadora. Además por lo ligero de este material durante las maniobras de descarga al almacén y el abastecimiento a las tolvas de la dosificadora se tuvieron pérdidas considerables

Referente al equipo utilizado durante la construcción de la cortina, fue el mismo empleado para la construcción del "concretaplén", a excepción de que se cambió la motoconformadora por un payloader, con el que se agilizaron las maniobras de extendido, ya que por lo reducido de la zona de trabajo la motoconformadora no era eficiente

PRESA " LA MANZANILLA ", CONSTRUCCIÓN MEDIANTE LA TECNOLOGÍA DE C.C.R., LEÓN, GTO.



PRESA " GRAL. RAMÓN CORONA MADRIGAL " (TRIGOMIL), CONSTRUCCIÓN MEDIANTE LA TECNOLOGÍA DE C.C.R., JAL.

NAME ELEV 1209 36
 NAMO ELEV 1201 40

CONCRETO CONVENCIONAL

PARAMENTO DE FORMAS
 PREFABRICADAS

DETALLE " A "

ELEV 1175 00
 ELEV 1165 00

MEMBRANA IMPERMEABLE

TALUD 0.24 : 1
 PERFORACIONES DE 3"
 DE DIAM PARA DRENAJE

CONCRETO DE LIGA
 ELEV 1119 00

SUPERFICIE DE DESPLANTE

CAPA INTERMEDIA

CORONA ELEV. 1212 30

EJE DE LA CRESTA VERTEDORA

PERFORACIONES PARA DRENAJE DE
 4" DE DIAM

LOZA DE CONCRETO CONVENCIONAL REFORZADO
 $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$

MURO DE ENCAUCE

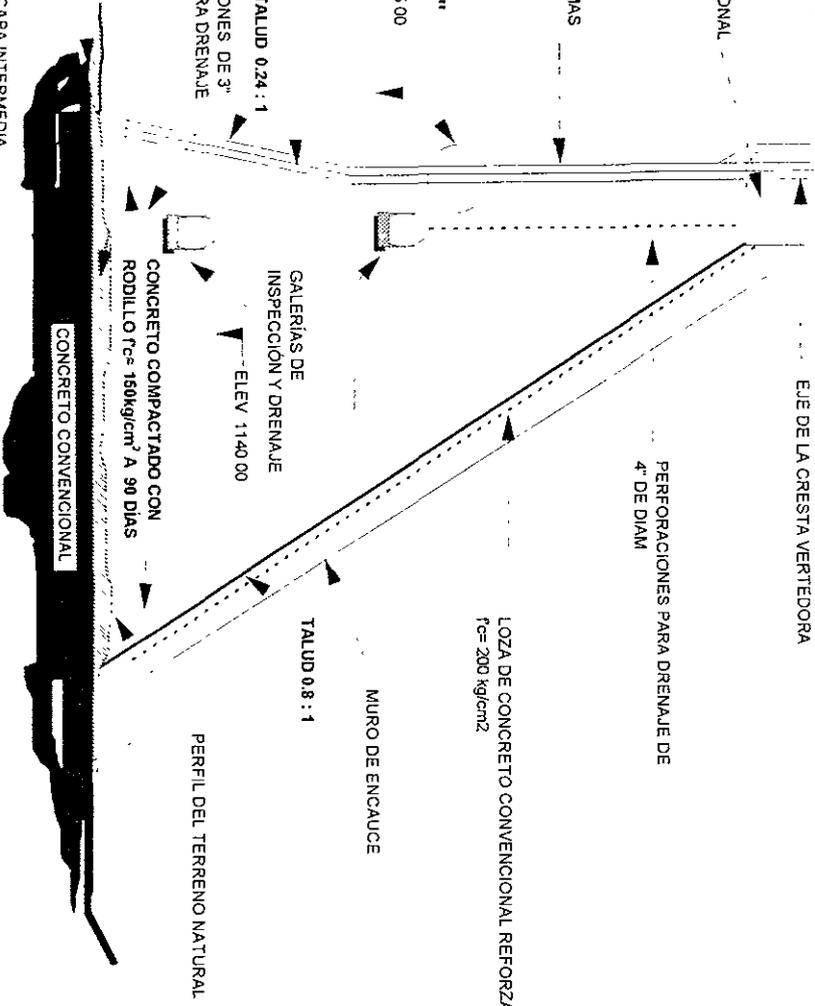
TALUD 0.8 : 1

PERFIL DEL TERRENO NATURAL

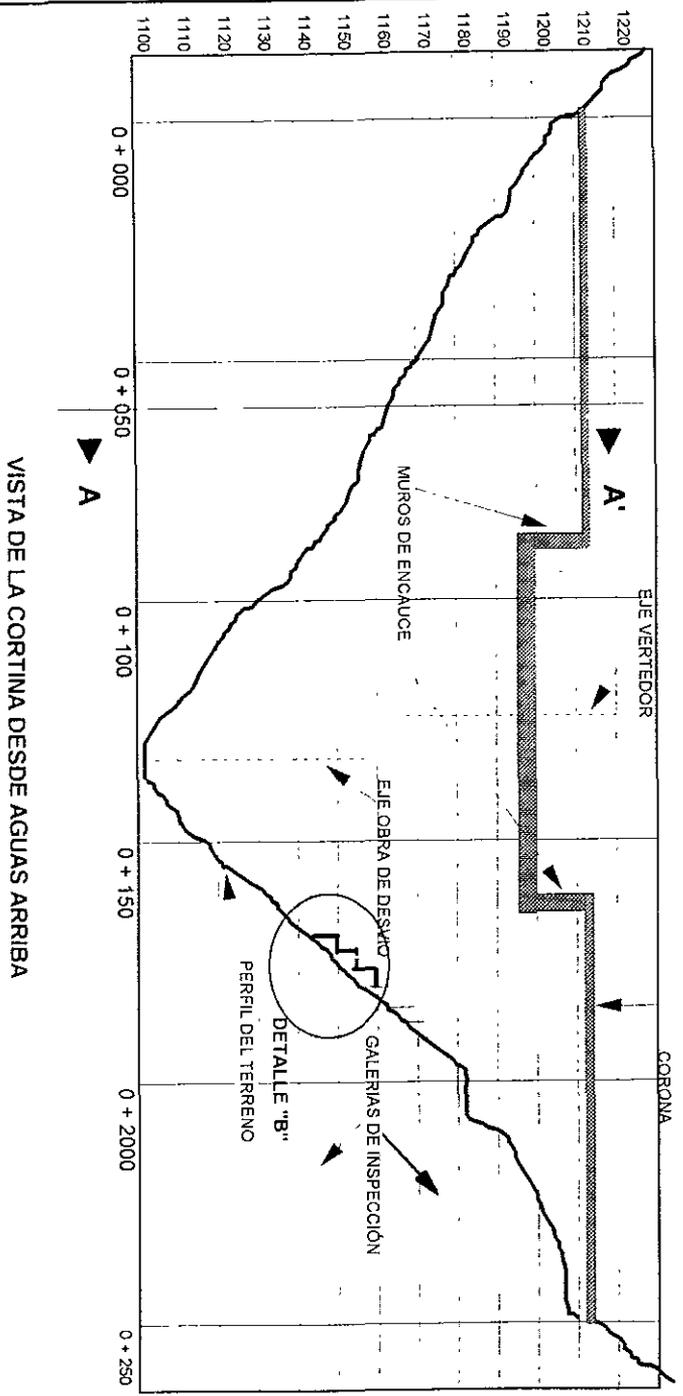
GALERIAS DE
 INSPECCION Y DRENAJE
 ELEV 1140 00

CONCRETO COMPACTADO CON
 RODILLO $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ A 90 DIAS

SECCION VERTEDORA CORTE A-A'



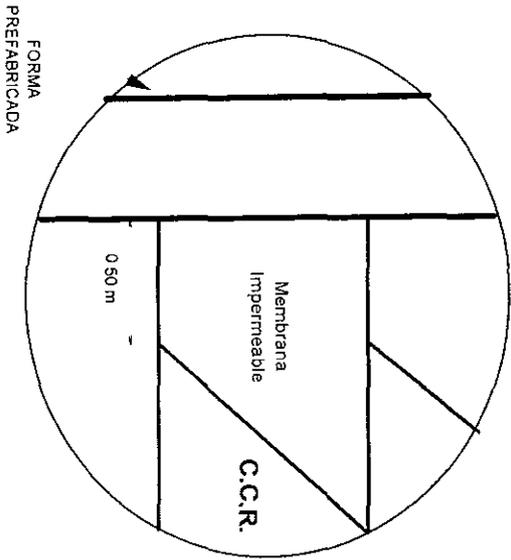
Presas " Gral. Ramón Corona Madrigal ", (Trigomil), Jal.



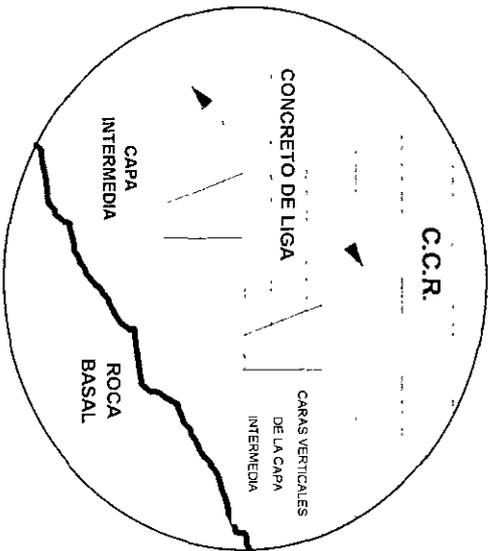
VISTA DE LA CORTINA DESDE AGUAS ARRIBA

DETALLES

" A "



" B "



V

**EVALUACIÓN
ECONÓMICA DEL C.C.R.
Y CONCRETO
CONVENCIONAL**

V.1 PORCENTAJE DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

1) ADMINISTRACIÓN CENTRAL		4.50%
2) ADMINISTRACIÓN DE CAMPO		2.40%
a) superintendente, vigilancia, almacenes y jefe de personal		1.30%
b) oficinas locales, personal administrativo, de control de costos, de seguro social y cedula IV		0.50%
3) PRESTACIONES SOCIALES		0.50%
4) CAMPAMENTOS		2.50%
5) VEHÍCULOS, AMORTIZACIÓN Y OPERACIÓN		7.00%
6) IMPUESTOS Y FIANZAS		8.30%
7) FINANCIAMIENTO, TOMANDO EN CONSIDERACIÓN EL 10 % DE ANTICIPO		3.00%
8) CONST Y CONSERV DE CAM DE ACCESO Y LET INF. ALMAC DE CAMPO, RADIOCOM		
	TOTAL	30.00%
INDIRECTOS S/COSTO DIRECTO	30.00%	
UTILIDAD S/COSTO DIRECTO	12.00%	
INDIRECTO MAS UTILIDAD S/COSTO DIRECTO	42.00%	

V.2 RELACIÓN DE PERSONAL

DESCRIPCIÓN	SALARIO \$/JOR
ALBAÑIL	2.41
AYUDANTE	1.74
CABO	2.41
CARPINTERO	2.24
FIERRERO	2.32
MECÁNICO	2.50
OPERADOR DE PLANTA DE TRITURACIÓN	3.76
OPERADOR DE BOMBA	1.91
OPERADOR DE CAMIÓN DE VOLTEO	2.47
OPERADOR DE COMPRESOR	1.93
OPERADOR DE CRIBA	2.54
OPERADOR DE MOTOCONFORMADORA	2.53
OPERADOR DE PLANTA ESTABILIZADORA	2.54
OPERADOR DE REVOLVEDORA	1.11
OPERADOR DE TRACTOR	2.54
OPERADOR DE TRAXCAVO	2.46
OPERADOR DE TRACK DRILL	2.38
OPERADOR DE VIBROCOMPACTADOR	1.91
PEÓN	1.65
POBLADOR	2.56
SOLDADOR	2.38

V.3 RELACIÓN DE MATERIALES

LISTA DE MATERIALES	COSTO
ALAMBRE 1/4	0.12
ALAMBRE RECOCIDO	0.16
CAÑUELA 1000	57.80
CAÑUELA 50	2.90
CAPSULA (100 PZAS.)	5.10
CONECTORES (100 PZAS)	4.30
CURACRETO ROJO	0.18
E-CORD (30 M)	4.42
FIERRO ESTRUCTURAL	0.17
FULMINANTE N° 6	0.005
LAMINA NEGRA	0.16
TABLON DE MADERA 2ª	0.23
TOVEX 100 1" X 8 (25 KG.)	19.80
TOVEX 700 1 1/8" X 8 (25 KG)	19.00
TRIPLAY 12 MM	12.90
TUBO 2 1/2" S/ROSCA (6 M.)	12.36
TUBO 4" S/ROSCA (6 M.)	18.55
VARILLA 1/2"	0.11
VARILLA 3/8"	0.11

V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS DE LA PRESA " LA MANZANILLA "

**V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS
PRESA "LA MANZANILLA"**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	<u>PRESAS Y DIQUES</u>				
1 1	<u>TERRACERIAS</u>				
1 1 1	<u>DESMONTE</u>				
1 1 1 1 a	Desmante, desenraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción	HA	5 00	98 50	492 50
1 1 1 2	Despalme en bancos de préstamo	M ³	3,800 00	0 14	532 00
1 1 1 3	Regreso del material producto del Despalme	M ³	3,800.00	0 11	418 00
1 1 2	<u>EXCAVACIONES</u>				
1 2 2 1 a	En cualquier material excepto roca fija que formen parte de las obras por ejecutarse o que alojen dichas obras o parte de las mismas.				
1 1 2 1 a 1	De limpia para el desplante de la cortina	M ³	9,000 00	1 09	9,810 00
1 1 2 1 a 2	De relleno en los conductos de la obra de toma o galerías	M ³	1,725 00	1 38	2,380 50
1 1 3 a	<u>SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MATERIALES</u>				
1 1 3 a 4	Suministro y colocación de las gravas y arenas para formación de conductos de control y galerías	M ³	1,725 00	5.36	9,246 00
1 1 5 a	<u>ACARREOS Y SOBRECARREROS DE TERRACERIAS</u>				
1 1 5 a 1	<u>ACARREOS</u>				
1 1 5 a 1 1	Acarreo en el primer kilómetro de los materiales correspondientes a las excavaciones ejecutadas en los conceptos: 1 1 2 1 a 1 y 1.1 2 1.a 2	M ³	10,725 00	0 16	1,716 00
1 1 5 a 2	Sobrecarreo en los kilómetros subsiguientes al primero de los materiales correspondientes a las excavaciones ejecutadas en los conceptos 1.1 2 1 a 1 y 1 1 2 1 a 2	M ³ -KM	21,450 00	0 08	1,716 00
1 2 1	<u>ESTRUCTURAS</u>				
1 2 2	<u>CONCRETO</u>				
1 2 2 1 a 1	<u>FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL.</u>				
1 2 2 1 a 1 1	En la capa intermedia cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M ³	2,850 00	14 01	39,928 50
1 2 2 1 a 1 2	En la membrana impermeable cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M ³	2,450 00	7 54	18,473 00
1 2 2 1 a 1 3	En la parte superior de la sección gravedad cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M ³	3,600.00	18 67	67,212 00
1 2 2 1 a 1 4	Entre el C C R y caras verticales de la capa intermedia cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M ³	655 00	14 01	9,176 55

**V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS
PRESA "LA MANZANILLA"**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1 2 2 1 a 15	En las estructuras y revestimiento de los conductos de control cuya resistencia sea de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$	M ³	380 00	23 92	9,089 60
1 2 2 1 a 16	En cimacio, losa de vertedor y muros de encauce cuya resistencia sea de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$	M ³	130 00	19 80	2,574 00
1 2 2 1 a 17	En la cubeta deflectora cuya resistencia sea de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$	M ³	25 00	19 80	495 00
1 2 2 1 a 18	En estructuras y revestimientos en galerías de inspección y drenaje	M ³	725 00	55 03	39,896 75
1 2 2 1 a 19	En el apoyo del deflector y los apoyos de los conductos de la obra de control	M ³	1,805 00	18 67	33,699 35
1 2 2 1 b	<u>COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO</u>				
1 2 2 1 b 5	En las estructuras y revestimiento de los conductos de control	KG	17,000 00	0 05	884 00
1 2 2 1 b 6	En losa de vertedor y muros de encauce	KG	6,800 00	0 05	353 60
1 2 2 1 b 7	En la cubeta deflectora	KG	1,200 00	0 05	62,40
1 2 2 1 b 8	En las estructuras y revestimiento en galerías de inspección y drenaje	KG	46,000 00	0 09	4,140 00
1 2 2 2 a	<u>CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO Y CONCRETO DE LIGA.</u>				
1 2 2 2 a 1	Fabricación y colocación de concreto compactado con rodillo en la cortina	M ³	35,000 00	4 94	172,900 00
1 2 2 2 a 2	Fabricación y colocación de concreto de liga en la cortina	M ³	3,000 00	5 77	17,310 00
1 2 2 4	Formas prefabricadas de concreto convencional para el paramento de aguas arriba de la cortina	PZA	5,250 00	4 68	24,570 00
1 2 2 5 a	<u>SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL</u>				
1 2 2 5 a 1	En los conductos de control	KG	2,500 00	0 47	1,175 00
1 2 7	<u>CONCEPTOS DIVERSOS</u>				
1 2 7 4 a	Suministro y colocación de barandales de tubo de acero galvanizado de 6 35 cm (2 1/2") de diámetro nominal	PZA	340 00	3 86	1,312 40
1 2 7 14	Perforación para drenes verticales de 10 2 cm (4") de diámetro a través de los concretos de la cortina, desde la corona hasta la galería de drenaje	M.	425 00	6 75	2,868 75
1 2 7 15	Perforación para drenes verticales de 10 2 cm (4") de diámetro a través de los concretos de la cortina y roca de cimentación desde la galería de drenaje	M	1,520 00	6 75	10,260 00

**V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS
PRESA "LA MANZANILLA"**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1 2 7 16	Colocación de anclas de varilla de 1 91 cm (3/4") de diámetro X 300 cm para anclaje de piezas prefabricadas	PZA	21,000 00	0.04	840 00
1 2 7 17	Colocación de anclas de varilla de 1 91 cm (3/4") de diámetro X 300 cm para anclaje de la losa del vertedor	PZA	3,000 00	0.04	120 00
1 2 7 18	Inyectado de empaque con lechada de cemento en los conductos de control y galería de inspección y drenaje	M ³	200.00	107.21	21,442 00
1 2 7 19	Suministro y colocación de tubo de fierro galvanizado de 5 08 cm (2") de diámetro para desagüe de la corona de la cortina	M	13 00	3.42	44.46
1 2 7 20	Suministro y colocación de tubo de fierro galvanizado de 10.2 cm (4") de diámetro para desagüe de la galería	M	100 00	5.12	512 00
1 2 7 21	Suministro y colocación de puertas de fierro estructural para galería de inspección y drenaje	PZA	2 00	45 00	90 00
1 3	<u>MAQUINARIA Y EQUIPO</u>				
1 3 1	<u>EQUIPO DE BOMBEO PARA DESAGUE EN GENERAL</u>				
1 3 1 3	Bomba de 102 mm (4") de diámetro	H E	100.00	1.38	138 00
1 3 1 4	Bomba de 152 mm. (6") de diámetro	H E	100 00	2.84	284 00
1 3 1 5	Bomba de 203 mm (8") de diámetro	H E	100 00	4.25	425 00
11	<u>ACARREO DE MATERIALES</u>				
11 2	Acarreo de cemento	TON	8,365 00	3.91	32,707 15
11 3	Acarreo de cenizas volantes	TON	2,670 00	3.62	9,665 40
11 4	Acarreo de acero de refuerzo.	TON	75 00	7.63	572.25
1 2 4 1	<u>RELLENO EN EL VERTEADOR</u>				
1 2 4 1 1 a	Relleno simple con material producto de excavación en la descarga del vertedor y obra de control	M ³	460 00	0.81	372.60
7	<u>PUENTE VEHICULO</u>				
7 2	<u>ESTRUCTURAS</u>				
7 2 1 2 a	Excavación en cualquier material excepto roca para alojar las estructuras	M ³	775 00	1.10	852.50
7 2 1 2 b	Excavación en roca para alojar las estructuras	M ³	775 00	2.44	1,891 00
7 2 1 5	Relleno compactado de cualquier material excepto roca proveniente de excavaciones previas	M ³	600 00	0.77	462 00

**V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS
PRESA "LA MANZANILLA"**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
7 2 2	<u>FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE MATERIALES MANUFACTURADOS PARA ESTRUCTURAS</u>				
7 2 2 a	Mampostería de 3a clase en estructuras	M ³	713 00	7 61	5,425 93
7 2 2 3 a	Fabricación y colocación de concreto fc= 100 kg /cm ² para desplante de estructuras	M ³	14 00	14 30	200 20
7 2 2 3 b	Fabricación y colocación de concreto fc= 210 kg /cm ² en corona y diafragma	M ³	16 00	23 92	382 72
7 2 2 4 a	Fabricación y colocación de concreto asfáltico en la losa del puente	M ³	35 00	15 93	557 55
7 2 2 5	Colocación de fierro de refuerzo.	KG	4,000 00	0 05	208 00
7 2 5	<u>CONCEPTOS DIVERSOS</u>				
7 2 5 1	Suministro y colocación de junta asfáltica de (dos) centímetros de espesor	M ²	6 00	4 14	24,84
7 2 5 6 a	Suministro y colocación de tubo de asbesto para los drenajes de los puentes de 10 cm (4") de diámetro nominal	M	27 00	0 75	20 25
7 2 5 10	Suministro y colocación de placas de neopreno dureza shore 70 para los apoyos de los puentes	DM ²	60 00	1 79	107 40
7 2 5 12	Suministro y colocación de traveses de concreto armado precoladas, postensadas para puente vehículo (claro 17 m) sección I de 1 15 m de peralte	M	102 00	60 51	6,172 02
7 2 5 13	Material para drenes que cubran las caras posteriores de muros con piedra de pepena	M ³	25 00	2 12	53 00
7 4 1	<u>ACARREOS Y SOBRECARREOS</u>				
7 4 1 a	Acarreo en el primer kilómetro de agregados pétreos	M ³	1,198.00	0 46	551 08
7 4 1 b	Sobrecarreo de agregados pétreos en los kilómetros subsecuentes al primero.	M ³ KM	13,250 00	0 09	1,192 50
009-C 01-C)	Desmante para densidad 100 % tipo monte de regiones áridas	HA	1 00	95 50	95 50
009-D 03 a)3)	Excavaciones en cortes y adicionales en material c	M ³	3,814 00	2 10	8,009 40
009 F 03 a)4)	Escarificado por alas tendido y compactado al 90 %	M ³	200 00	0 60	120 00
009-F 03 b)1)	Compactación de la superficie descubierta al escarificar para 90 %	M ³	500 00	0 12	60 00

V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS

PRESA "LA MANZANILLA"

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
009-F 04 a)2)	Formación y compactación de terraplenes para 90 % Mezclado y tendido y compactado en material de escarificación para 90 % (incluido en 009 D 03 a) 3).	M ³	336 00	0 25	84 00
047-C 02 a)3)	Excavaciones para cimentar estructuras a cualquier profundidad en material c	M ³	52 00	2 44	126 88
047-D 02 a)2)	Rellenos, incluyendo los colchones de protección en material B	M ³	58 00	1 90	110.20
047-E 03 C)1)	Mampostería de tercera clase en alcantarillas, piedra de pepena	M ³	8 00	7 73	61 84
047-Z 01 C)	Acarreo de tubos de concreto para alcantarillado de 75 cm de diámetro	M-KM	360 00	0 05	18 00
047-L 2 a) 3)	Tubería de concreto colocada en la obra de 75 cm de diámetro	M	15 00	18 29	274 35
030-p 02 a) 1)	Acarreo de los materiales seleccionados y de sus desperdicios, medidos en el camellón hasta 20 kms primer kilómetro	M ³	2,291 00	0 13	297 83
085-C 03 b) 2)	Extracción de los materiales aprovechables en material B	M ³	2,291 00	0 27	618 57
085-C 07	Operación de tendido, conformación y afinamiento para dar el acabado superficial	M ³	2,291 00	0 18	412 38
047-E 03 C) 1)	Mampostería de tercera clase a cualquier altura, piedra de pepena	M ³	30 00	7 73	231 90
009-F 08	Agua utilizada en compactaciones (revestimiento) y sup ras	M ³	625 00	0 31	193 75
009-F 06	Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreebanco con material no compactado	M ³	3,814 00	0 22	839 08
009-I 02	Acarreos del agua para compactaciones	M ³ -KM	1,875 00	0 09	168 75
085-C 09	Carga de los materiales almacenados (revestimiento) + (p b)	M ³	2,627 00	0 13	341 51
047-L 02 a) 2)	Tubería de concreto de 60 cms de diámetro	ML	29 00	11 34	328 86
047-Z 04 B)	Sobrecarreo de tubos de concreto para alcantarillas de 60 cms de diámetro	M-KM	696 00	0 029	20 18
047-L 02	Tubería de concreto de 120 cms. de diámetro	ML	44 00	37.51	1,650 44
047-Z 04	Sobrecarreos de tubos de concreto para alcantarillas de 120 cms de diámetro	M-KM.	1,056 00	0 11	116 16
009-I 02 a)	Sobrecarreos de los materiales producto de cortes y adicionales abajo de la subrasante para distancia de hasta cinco estaciones	M ³ -Est	7,839 00	0 013	101 91

**V.4 CATALOGO DE CONCEPTOS
PRESA "LA MANZANILLA"**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
B)	Para distancias hasta cinco hectómetros.				
b) 2)	Excedente al primer kilometro hectómetro	M ³ -KM	1,200 00	0 14	168 00
047-Z 02 a) 1)	Acarreo de la piedra para mampostería de 3ra	M ³	54 00	0 46	24 84
047-Z 02 a) 2)	Acarreo de arena para mampostería de 3ra	M ³	12 00	0 46	5 52
047-Z 03 a)	Acarreo de agua para mampostería de 3ra	M ³	10 00	0 11	1 10
085 C 10	Acamellonamiento de los materiales para revestimiento	M ²	2,291 00	0 08	183 28
086 C 02	Despa/me de bancos de préstamo para revestimiento	M ³	870 00	0 14	121 80
086-C 03	Extracción de material aprovechable y de los desperdicios en el banco	M ³	916 00	1 04	952 64

IMPORTE TOTAL \$ 583,744.42

FACTOR DE AJUSTE DE COSTOS, PERIODO DICIEMBRE-85/JULIO-98 29.0833

IMPORTE A JULIO./98 16,977,192.60

COSTO /M³ DE CORTINA

(A DIC /85) 11 53

ACTUALIZADO AL MES DE JULIO/98 335.19

NOTA NO INCLUYE EL SUMINISTRO DE CEMENTO

V.5 COSTOS HORARIOS PRESA " LA MANZANILLA "

UNAM

EQUIPO : TRAXCAVO 955

GRUPO IV

MODELO : CATERPILLAR

HOJA Nº 1

CAP. 1 3/4 - 2 1/4 YD3

CALC. LMRM

MOTOR : DIESEL

FECHA: NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	19,000.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	130.00	H P
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	2.39	
VALOR INICIAL (Va)	\$	19,000.00			
VALOR DE RESCATE(Vr)	25.00 %	\$ 4,750.00	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES.	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	1.43	0.71		
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	2.97	2.97		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.12	0.12		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	3.41	0.00		
			SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$ 7.92	/HR
			SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$ 3.80	/HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible $E = e * Pc$					
DIESEL E =	0.1032	X	130 H.P. NOM x \$	0.04 /lt. = \$	0.54 /HR
GASOLINA E =	0.1530	X	130 H.P. NOM. x \$	0.00 /lt. = \$	0.00 /HR
b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	130 H.P. NOM. x \$	0.00 /K.H = \$	0.00 /HR
c) Lubricantes $L = a * Pe$					
Capacidad carter C =	12.30	litros	Cambios de aceite I =	100.00	horas
Lg = $C * i +$	0.0075	X HP NOM	0.2722	lt/hr L =	0.00 /lt. = \$
Ld = $C * i +$	0.0095	X HP NOM	0.2505	lt/hr L =	0.23 /lt. = \$
d) Llantas $Ll = Vll / Hv$					
Valor llantas Vll = NS	0.00	/jgo			
Vida económica Hv =	2.100	horas		LL = \$	0.00 /HR
			SUMA CONSUMOS POR HORA	\$ 0.60	/HR
			SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$ 0.00	/HR

III.- OPERACION

salarios S					
OPERADOR	\$	2.46	/hno		
COMP		0.67	/hno		
AYUDANTES	\$	0.00	/hno		
Total salario / turno (S)	\$	3.13	/hno		
$O = (S * 381.5) / 2400 =$	\$	0.50	/HR		
			SUMA OPERACION POR HORA	\$ 0.50	/HR
			SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$ 0.50	/HR
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$ 9.01	/H.E.
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$ 4.30	/H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON."

UNAM

EQUIPO : TRACTOR D-6

GRUPO : IV

MODELO : CATERPILLAR

HOJA N° 1

CAP. 140

HP

CALC LMRM

MOTOR : DIESEL

FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	20,136.20	VIDA ECONOMICA (Ve)	5.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	140.00	H.P.
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	3.23	
VALOR INICIAL (Va)	\$	20,136.20			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 5,034.05	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES.	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

I - CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	1.51	0.76		
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	3.15	3.15		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.13	0.13		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	4.88	0.00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 9.66 / HR

SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 4.03 / HR

II. - CONSUMOS

a) Combustible $E = e * Pc$					
DIESEL $E =$	0.1032	X	140 H.P. NOM x \$	0.04 /lt = \$	0.58 /HR
GASOLINA $E =$	0.1530	X	140 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO $OE =$	0.745	X	140 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H = \$	0.00 /HR

c) Lubricantes $L = a * Pe$					
Capacidad carter $C =$			27.00 litros Cambios de aceite $t =$	100.00 horas	
$Lg = C * t +$	0.0075	X HP NOM	0.4307 lt/hr $L =$	0.00 /lt. = \$	0.00 /HR
$Ld = C * t +$	0.0095	X HP NOM	0.4073 lt/hr $L =$	0.23 /lt. = \$	0.10 /HR

d) Llantas $LI = V * II / H * v$					
Valor llantas $V * II = NS$	0.00		/jgo.		
Vida económica $Hv =$	2,100		horas	LL = \$	0.00 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 0.67 / HR

SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 / HR

III - OPERACION

salarios \$	OPERADOR	2.54	/hno
	COMP	0.67	/hno
	AYUDANTES \$	0.00	/hno

Total salario / turno (S) \$ 3.21 /hno

$O = (S * X * 381.5) / 2400 =$ \$ 0.51 / HR

SUMA OPERACION POR HORA \$ 0.51 / HR

SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 0.51 / HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 10.84 / H.E.

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 4.54 / H.E.

UNAM

EQUIPO : CAMION VOLTEO GRUPO : III
 MODELO : FORD F600 HOJA N° 1
 CAP. 16 M3. CALC. LMRM
 MOTOR : DIESEL FECHA: NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	6,400.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	4 00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	510.44	POTENCIA NOMINAL	200 00	H.P.
			FAC MANTENIMIENTO (Q):	1.00	
VALOR INICIAL (Va)	\$	5,889.56			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25 00 %	\$ 1,472.39	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50 00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2 00 %		COSTO LUBRICANTE GAS.	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

CARGOS FIJOS

			INACTIVO	PORCENTAJE CNA:	
a) Depreciación	$D=(Va-Vr)/Ve =$	0.55	0.28	50.00%	
b) Inversión	$I=(Va+Vr)/(2Ha)*i =$	0.92	0.92	100.00%	
c) Seguros	$S=(Va+Vr)/(2Ha)*s =$	0.04	0.04	100.00%	
d) Mantenimiento	$M= Q \times D =$	0.55	0.00	0.00%	

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 2.06 / HR
 SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 1.23 / HR

I.- CONSUMOS

a) Combustible $E = e \times Pc$					
DIESEL E =	0.0774	X	200 H.P. NOM x \$	0.04 /lt = \$	0.62 /HR
GASOLINA E =	0.1108	X	200 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	200 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H = N	0.00 /HR

c) Lubricantes $L = a \times Pe$					
Capacidad carter C =	7.50	litros	Cambios de aceite t =	100.00	horas
Lg = $C \times t +$	0.0075	X HP NOM	0.2412	lt/hr	L =
Ld = $C \times t +$	0.0095	X HP NOM	0.2221	lt/hr	L =

d) Llantas $ll = Vll / Hv$					
Valor llantas Vll = N\$	510.44	/jgo			
Vida económica Hv =	1,500	horas		LL = N\$	0.34 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA N \$ 1.01 / HR
 SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 / HR

III - OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	2.47	/lno
	COMP		1.14	/lno
	AYUDANTES	\$	0.00	/lno
Total salario / turno (S)		\$	3.61	/lno

$O = (S \times 381.5) / 2400 = N $ 0.57 / HR$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 0.57 / HR
 SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 0.57 / HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 3.65 / H.E.
 COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 1.81 / H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON.

UNAM

EQUIPO : REVOLVEDORA

GRUPO : II

MODELO : MIPS A

HOJA N° 1

CAP. : 2 SACOS

CALC LMRM

MOTOR : GASOLINA

FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	2,500.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	400	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	40.00	H P
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1.00	
VALOR INICIAL (Va)	\$	2,500.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	0.00 %	\$ 0.00	COSTO DIESEL	\$ 0.00	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.06	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.23	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES.	\$ 0.00	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D=(Va-Vr)/Ve =$	0.63	0.31		
b) Inversión	$I=(Va+Vr)/(2Ha)*i =$	0.63	0.63		
c) Seguros	$S=(Va+Vr)/(2Ha)*s =$	0.03	0.03		
d) Mantenimiento	$M=Q \times D =$	0.63	0.00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 1.90 / HR

SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 0.96 / HR

CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0.0620	X	40 H.P. NOM x \$	0.00 /lt. = \$	0.00 /HR
GASOLINA E =	0.0893	X	40 H.P. NOM. x \$	0.06 /lt. = \$	0.20 /HR

Otras fuentes de energía

c) CARGO OE = 0.745 X 40 H.P. NOM x \$ 0.00 /K-H=N 0.00 /HR

Lubricantes L = a Pe

Capacidad carter C =	3.00 litros		Cambios de aceite t =	100.00 horas	
Lg = Ct +	0.0075	X HP NOM	0.0568 lt/hr L =	0.23 /lt. = \$	0.01 /HR
Ld = CA +	0.0095	X HP NOM	0.0536 lt/hr L =	0.00 /lt. = \$	0.00 /HR

Llantas Ll = Vll / Hv

Valor llantas Vll = N\$ 0.00 /jgo
Vida económica Hv = 1,500 horas LL =N\$ 0.00 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA N \$ 0.21 / HR

SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 / HR

OPERACION

salarios S					
OPERADOR	\$	3.01	l/año		
COMP		0.33	l/año		
AYUDANTES	\$	0.00	l/año		

Total salario / turno (S) \$ 3.34 l/año

O = (S X 381.5) / 2400 = N \$ 0.53 / HR

SUMA OPERACION POR HORA \$ 0.53 / HR

SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 0.53 / HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 2.64 / H.E.

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 1.49 / H.E.

UNAM

EQUIPO : TRACK DRILL

GRUPO : II

MODELO : STENUIK

HOJA N° 1

CAP. 3 1/2 X 20 M.

CALC : LMRM

MOTOR :

FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	5,600.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	8.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	0.00	HP
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1.00	
VALOR INICIAL (Va)	\$	5,600.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 1,400.00	COSTO DIESEL	\$ 0.00	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.00	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	0.53	0.26		
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	1.75	1.75		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.07	0.07		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	0.53	0.00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 2.87 / HR

SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 2.08 / HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0.0620	X	0 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
GASOLINA E =	0.0893	X	0 H.P. NOM. x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	0 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H = N	0.00 /HR

c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad carter C =	2.00	litros	Cambios de aceite I =	100.00	horas
Lg = C * i +	0.0075	X HP NOM	0.0200 lt/hr L =	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
Ld = C * i +	0.0095	X HP NOM.	0.0200 lt/hr L =	0.00 /lt = \$	0.00 /HR

d) Llantas Li = V ll / Hv					
Valor llantas V ll = N \$	0.00	/jgo			
Vida económica Hv =	1,500	horas		LL = N \$	0.00 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA N \$ 0.00 / HR

SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 / HR

III - OPERACION

salarios S					
OPERADOR	\$	2.38	/tno		
COMP		0.15	/tno		
AYUDANTES	\$	0.00	/tno		

Total salario / turno (S) \$ 2.53 /tno

O = (S X 381.5) / 2400 = N \$ 0.40 / HR

SUMA OPERACION POR HORA \$ 0.40 / HR

SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 0.40 / HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 3.27 / H.E.

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 2.48 / H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON.

UNAM

EQUIPO :	COMPRESOR DE AIRE	GRUPO : II
MODELO :	ATLAS COPCO	HOJA N° 1
CAP.	335 PCM	CALC LMRM
MOTOR :	XA-160 DIESEL	FECHA: NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	5,050.00	VIDA ECONOMICA (Ve):	8.00 años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,000.00 hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	130.00 H.P.
			FAC. MANTENIMIENTO (Q)	2.00
VALOR INICIAL (Va)	\$	5,050.00		
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 1,262.50	COSTO DIESEL	\$ 0.04 /LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00 /LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00 /LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.23 /LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00 /KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO	
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	0.47	0.24	
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	1.58	1.58	
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.06	0.06	
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	0.95	0.00	

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$	3.06 /HR
SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$	1.88 /HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible $E = e * Pc$				
DIESEL $E =$	0.0620	X	130 H.P. NOM x \$	0.04 /lt = \$ 0.32 /HR
GASOLINA $E =$	0.0893	X	130 H.P. NOM x \$	0.00 /lt. = \$ 0.00 /HR

b) Otras fuentes de energia

CARGO $OE =$	0.745	X	130 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H = N 0.00 /HR
--------------	-------	---	-------------------	------------------------

c) Lubricantes $L = a * Pe$

Capacidad carter $C =$	18.00	litros	Cambios de aceite $t =$	100.00	horas
$Lg = Ct +$	0.0075	X HP NOM	0.2671	lt/hr	$L =$ 0.00 /lt = \$ 0.00 /HR
$Ld = Ct +$	0.0095	X HP NOM	0.2566	lt/hr	$L =$ 0.23 /lt = \$ 0.06 /HR

d) Llantas $LI = V // H * v$

Valor llantas $V // = N $$	0.00	/jgo		
Vida económica $H * v =$	1,500	horas		$LL = N $$ 0.00 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$	0.38 /HR
SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$	0.00 /HR

III.- OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	1.93	/Año
	COMP		0.65	/Año
	AYUDANTES	\$	0.00	/Año
Total salario / turno (S)		\$	2.59	/Año

$O = (S * X 381.5) / 2400 = N $$	0.41	/HR
SUMA OPERACION POR HORA	\$	0.41 /HR
SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$	0.41 /HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$	3.86 /H.E.
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$	2.29 /H.E.

UNAM

EQUIPO : CARGADOR FRONTAL
 MODELO : CAT-920
 CAP. : S/NEUMATICOS
 MOTOR : DIESEL

GRUPO : IV
 HOJA Nº 1
 CALC : LMRM
 FECHA : NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	9,800.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	103.00	H.P
			FAC. MANTENIMIENTO (Q).	3.23	
VALOR INICIAL (Va)	\$	9,800.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 2,450.00	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS.	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES.	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

I - CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	0.74	0.37		
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	1.53	1.53		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.06	0.06		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	2.37	0.00		
			SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$ 4.70	/HR
			SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$ 1.96	/HR

II - CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0.1032	X	103 H.P. NOM. x \$	0.04 /lt. = \$	0.43 /HR
GASOLINA E =	0.1530	X	103 H.P. NOM x \$	0.00 /lt. = \$	0.00 /HR
b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	103 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H = \$	0.00 /HR
c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad carter C =	12.30	litros	Cambios de aceite t =	100.00	horas
Lg = Ct +	0.0075	X HP NOM.	0.2412 l/hr L =	0.00 /lt. = \$	0.00 /HR
Ld = Ct +	0.0095	X HP NOM.	0.2240 l/hr L =	0.23 /lt. = \$	0.05 /HR
d) Llantas Ll = Vll / Hv					
Valor llantas Vll = NS	0.00	/jgo			
Vida económica Hv =	2.100	horas		LL = \$	0.00 /HR
			SUMA CONSUMOS POR HORA	\$ 0.48	/HR
			SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$ 0.00	/HR

III - OPERACION

salarios S					
OPERADOR	\$	2.46	/hno		
COMP		1.73	/hno		
AYUDANTES	\$	0.00	/hno		
Total salario / turno (S) \$		4.20	/hno		
$O = (S * 381.5) / 2400 =$	\$	0.67	/HR		
			SUMA OPERACION POR HORA	\$ 0.67	/HR
			SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$ 0.67	/HR
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$ 5.85	/H.E.
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$ 2.63	/H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON.

UNAM

EQUIPO :	CAMION PIPA	GRUPO : III
MODELO :	FORD F600	HOJA N° 1
CAP.	8 M3.	CALC.: LMRM
MOTOR :	DIESEL	FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	6,400.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	4.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	510.44	POTENCIA NOMINAL	200.00	H.P
			FAC. MANTENIMIENTO (Q)	1.00	
VALOR INICIAL (Va)	\$	5,889.56			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 1,472.39	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES.	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D=(Va-Vr)/Ve =$	0.55	0.28		
b) Inversión	$I=(Va+Vr)/(2Ha)*i =$	0.92	0.92		
c) Seguros	$S=(Va+Vr)/(2Ha)*s =$	0.04	0.04		
d) Mantenimiento	$M=Q \times D =$	0.55	0.00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$	2.06	/HR
SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$	1.23	/HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible: $E = e \times Pc$					
DIESEL E =	0.0774	X	200 H.P. NOM x \$	0.04 /lt = \$	0.62 /HR
GASOLINA E =	0.1108	X	200 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
b) Otras fuentes de energia					
CARGO OE =	0.745	X	200 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H = N	0.00 /HR
c) Lubricantes $L = a \times Pe$					
Capacidad canter C =	7.50	litros	Cambios de aceite =	100.00	horas
Lg = $C \times a$	0.0075	X HP NOM	0.2412	lt/hr	L = 0.00 /lt = \$ 0.00 /HR
Ld = $C \times a$	0.0095	X HP NOM	0.2221	lt/hr	L = 0.23 /lt = \$ 0.05 /HR
d) Llantas $Ll = Vll / H v$					
Valor llantas Vll = N\$	510.44	/jgo			
Vida económica Hv =	1,500	horas		LL = N\$	0.34 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$	1.01	/HR
SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$	0.00	/HR

III - OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	2.47	Año	
	COMP		1.14	Año	
	AYUDANTES	\$	0.00	Año	
Total salario / turno (S)		\$	3.61	Año	
$O = (S \times 3815) / 2400 = N $$			0.57	/HR	
SUMA OPERACION POR HORA		\$	0.57	/HR	
SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA		\$	0.57	/HR	
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)		\$	3.66	/H.E.	
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.		\$	1.81	/H.E.	

UNAM

EQUIPO : VIBROCOMPACTADOR
 MODELO : DYNAPAC
 CAP. : CA 25
 MOTOR : DIESEL

GRUPO III
 HOJA Nº 41
 CALC LMRM
 FECHA: NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	18,720 00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5 00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0 00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000.00	hr/año
VALOR LLANTAS	\$	1,711 20	POTENCIA NOMINAL	115 00	H.P.
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1 67	
VALOR INICIAL (Va)	\$	17,008 80			
VALOR DE RESCATE (Vr)	\$	4,252 20	COSTO DIESEL	\$	0 04 /LT
TASA INTERES (i)	25.00 %		COSTO GASOLINA	\$	0 00 /LT
PRIMA SEGUROS (s)	50 00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$	0 00 /LT
	2 00 %		COSTO LUBRICANTE DIES	\$	0 23 /LT
			COSTO KW-HR	\$	0 00 /KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D=(Va-Vr)/Ve =$	1 28	0 64		
b) Inversión	$i=(Va+Vr)/(2Ha)^{-1} =$	2 66	2 66		
c) Seguros	$S=(Va+Vr)/(2Ha)^{-1} s =$	0 11	0 11		
d) Mantenimiento	$M= Q \times D =$	2 13	0 00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 6.17 /HR

SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 3.40 /HR

II - CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0 0774	X	115 HP NOM x \$	0 04 /lt = \$	0 36 /HR
GASOLINA E =	0 1108	X	115 HP NOM x \$	0 00 /lt = \$	0 00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0 745	X	115 HP NOM x \$	0 00 /K-H = N	0 00 /HR

c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad carter C =	37.00	litros	Cambios de aceite t =	100 00	horas
Lg = C/l +	0 0075	X HP NOM	0 4656 l/hr L =	0 00 /lt = \$	0 00 /HR
Ld = C/l +	0 0095	X HP NOM	0 4546 l/hr L =	0 23 /lt = \$	0 11 /HR

d) Llantas Ll = Vll / Hv					
Valor llantas Vll = N\$	1,711 20	/jgo			
Vida económica Hv =	1,500	horas			
			LL = N\$		1 14 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA N \$ 1 60 /HR

SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 /HR

III.- OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	1 91	/año
	COMP		0 82	/año
	AYUDANTES	\$	0 00	/año

Total salario / turno (\$) \$ 2 73 /año

O = (S X 381 5) / 2400 = N \$ 0 43 /HR

SUMA OPERACION POR HORA \$ 0.43 /HR

SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 0.43 /HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 8.21 /H.E.

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 3.83 /H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON.

UNAM

EQUIPO :	MOTOCONFORMADORA	GRUPO : III
MODELO :	CAT 120-B	HOJA N° 1
CAP.		CALC LMRM
MOTOR :	DIESEL	FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	18,800.00	VIDA ECONOMICA (Ve) :	5 00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0 00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000 00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	663 60	POTENCIA NOMINAL	125 00	HP
			FAC MANTENIMIENTO (Q):	2 08	
VALOR INICIAL (Va)	\$	18,136 40			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25 00 %	\$ 4,534.10	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50 00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2 00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D=(Va-Vr)/Ve$	=	1 36	0 68	
b) Inversión	$I=(Va+Vr)/(2Ha)*i$		2 83	2 83	
c) Seguros	$S=(Va+Vr)/(2Ha)*s$		0 11	0.11	
d) Mantenimiento	$M=Q \times D$	=	2 83	0 00	

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$	7.14 / HR
SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$	3.63 / HR

I - CONSUMOS

a) Combustible E = e P _c					
DIESEL	E =	0 0774	X	125 H.P. NOM x \$	0.04 /lt = \$ 0 39 /HR
GASOLINA	E =	0 1108	X	125 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$ 0 00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO	OE =	0 745	X	125 H.P. NOM x \$	0 00 /K-H=N 0.00 /HR

c) Lubricantes L = a P _e					
Capacidad carter . C = 37.00 litros Cambios de aceite t= 100.00 horas					
Lg = C1 +	0 0075	X HP NOM	0 4739	lt/hr L =	0.00 /lt = \$ 0.00 /HR
Ld = C1 +	0 0095	X HP NOM	0 4619	lt/hr L =	0.23 /lt = \$ 0.11 /HR

d) Llantas Ll = Vll / Hv					
Valor llantas Vll = N\$		663.60	/jgo		
Vida económica . Hv =		1,500	horas	LL =N\$	0.44 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$	0.94 / HR
SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$	0.00 / HR

II. OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	2 53	/tmo	
	COMP		0 94	/tmo	
	AYUDANTES	\$	1 74	/tmo	
Total salario / turno (S)		\$	5 22	/tmo	

$D = (S \times 3815) / 2400 = N \$ 0.83 / HR$

SUMA OPERACION POR HORA	\$	0.83 / HR
SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$	0.83 / HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$	8.90 / H.E.
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$	4.46 / H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON.

UNAM

EQUIPO : COMPACTADOR

GRUPO : III

MODELO : DYNAPAC

HOJA N° 1

CAP. CC-43

CALC. LMRM

MOTOR : DIESEL

FECHA: NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	24,500.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5 00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000 00	hr/año
VALOR LLANTAS	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	115 00	HP
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1 60	

VALOR INICIAL (Va)	\$	24,500.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$	6,125.00	COSTO DIESEL	\$ 0.04 /LT
TASA INTERES (i)	50.00 %			COSTO GASOLINA	\$ 0.00 /LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %			COSTO LUBRICANTE GAS.	\$ 0.00 /LT
				COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.23 /LT
				COSTO KW-HR	\$ 0.00 /KW-HR

CARGOS FIJOS

				INACTIVO	
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	1.84	0.92		
b) Interés	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	8.43	3.83		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.15	0.15		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	2.94	0.00		

			SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$	8.76 / HR
			SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$	4.90 / HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible $E = e * Pc$					
DIESEL	E =	0.0774	X	115 HP NOM x \$	0.04 /lt = \$ 0.36 /HR
GASOLINA	E =	0.1108	X	115 HP NOM x \$	0.00 /lt = \$ 0.00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO	OE =	0.745	X	115 HP NOM x \$	0.00 /K-H = N 0.00 /HR

c) Lubricantes $L = a * Pe$					
Capacidad carter	C =	1000 litros Cambios de aceite		$t =$	100.00 horas
$Lg = C * t *$		0.0075	X HP NOM	0.1956 l/hr	$L =$ 0.00 /lt = \$ 0.00 /HR
$Ld = C * t *$		0.0095	X HP NOM	0.1846 l/hr	$L =$ 0.23 /lt = \$ 0.04 /HR

d) Llantas $Li = Vli / Hv$					
Valor llantas	$Vli =$ N\$	0.00 /jgo			
Vida económica	$Hv =$	1,500 horas		$LL =$ N\$	0.00 /HR

			SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$	0.40 / HR
			SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$	0.00 / HR

III - OPERACION

salarios \$	OPERADOR	\$	1.91	/lno	
	COMP		0.82	/lno	
	AYUDANTES	\$	0.00	/lno	
Total salario / turno (\$)			\$	2.73	/lno

$O = (S * X 381.5) / 2400 =$	N \$	0.43 / HR			
			SUMA OPERACION POR HORA	\$	0.43 / HR
			SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$	0.43 / HR

	COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$	9.59	/H.E.	
	COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$	6.33	/H.E.	

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON."

UNAM

EQUIPO : COMPACTADOR

GRUPO : III

MODELO : COMPACTO

HOJA N° 1

CAP. 13 T-9

CALC LMRM

MOTOR : DIESEL

FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	6,420.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,400.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	164.75	POTENCIA NOMINAL	88.00	H P
			FAC. MANTENIMIENTO (Q)	1.67	
VALOR INICIAL (Va)	\$	6,255.25			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 1,563.81	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D=(Va-Vr)/Ve =$	0.67	0.34		
b) Interés	$I=(Va+Vr)/(2Ha)*i =$	1.40	1.40		
c) Seguros	$S=(Va+Vr)/(2Ha)*s =$	0.08	0.08		
d) Mantenimiento	$M= Q \times D =$	1.12	0.00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 3.24 / HR

SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 1.78 / HR

CONSUMOS

a) Combustible $E = e \times Pc$					
DIESEL	E =	0.0774	X	88 H.P. NOM. x \$	0.04 /lt = \$ 0.27 /HR
GASOLINA	E =	0.1108	X	88 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$ 0.00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO	OE =	0.745	X	88 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H=N 0.00 /HR

c) Lubricantes $L = a \times Pc$					
Capacidad carter C = 10.00 litros Cambios de aceite f = 100.00 horas					
$Lg = C \times a$		0.0075	X HP NOM.	0.1731 lt/hr L =	0.00 /lt = \$ 0.00 /HR
$Ld = C \times a$		0.0095	X HP NOM	0.1647 lt/hr L =	0.23 /lt = \$ 0.04 /HR

d) Llantas $LI = VII / Hv$					
Valor llantas	VII = N\$	164.75	/jgo		
Vida económica	Hv =	1,500	horas	LL = N\$	0.11 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA N \$ 0.42 / HR

SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 / HR

OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	1.91	/lno
	COMP		0.65	/lno
	AYUDANTES	\$	0.00	/lno

Total salario / turno (S) \$ 2.56 /lno

0 - (S X 381.5) / 2400 = N \$ 0.41 / HR

SUMA OPERACION POR HORA \$ 0.41 / HR

SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 0.41 / HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 4.07 /H.E.

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 2.19 /H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON."

UNAM

EQUIPO :	COMPRESOR	GRUPO ://
MODELO :	GARDNER DENVER	HOJA N° 1:
CAP. :	G-600	CALC LMRM
MOTOR :	DIESEL	FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	11,000.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	2,000.00	hr/año
VALOR LLANTAS	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	220.00	H P
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1.83	
VALOR INICIAL (Va)	\$	11,000.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 2,750.00	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	D=(Va-Vr)/Ve =	0.83	0.41		
b) Interés	I=(Va+Vr)/(2Ha)*i=	1.72	1.72		
c) Seguros	S=(Va+Vr)/(2Ha)*s=	0.07	0.07		
d) Mantenimiento	M= Q x D =	1.51	0.00		

I.- CONSUMOS

			SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$ 4.12	/ HR
			SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$ 2.20	/ HR

a) Combustible E= e Pc					
DIESEL E =	0.0620	X	220 H P. NOM x \$	0.04 /lt = \$	0.55 /HR
GASOLINA E =	0.0893	X	220 H P NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR

b) Otras fuentes de energía

CARGO OE =	0.745	X	220 H P NOM x \$	0.00 /K-H = N	0.00 /HR
------------	-------	---	------------------	---------------	----------

c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad carter C =	18.00 litros		Cambios de aceite I =	100.00 horas	
Lg = C/I +	0.0075	X HP NOM	0.3273 lt/hr L =	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
Ld = C/I +	0.0095	X HP NOM	0.3096 lt/hr L =	0.23 /lt = \$	0.07 /HR

d) Llantas Ll = Vll / Hv

Valor llantas Vll = NS	0.00	/ jgo			
Vida económica Hv =	1,500	horas	LL = NS	0.00	/HR

III.- OPERACION

			SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$ 0.62	/ HR
			SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$ 0.00	/ HR

salarios S	OPERADOR	\$	1.93 /lno		
	COMP		0.98 /lno		
	AYUDANTES	\$	0.00 /lno		
Total salario / turno (S)			\$ 2.91 /lno		

O = (S X 381.5) / 2400 = N \$ 0.46 / HR

			SUMA OPERACION POR HORA	\$ 0.46	/ HR
			SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$ 0.46	/ HR
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$ 6.20	/ H.E.
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$ 2.66	/ H.E.

UNAM

EQUIPO : PLANTA DE TRITURACIÓN GRUPO III
 MODELO. 12 X 36 C/SECUNDARIA Y HOJA N° 1
 CAP. TERCIA RTIA CALC LMRM
 MOTOR : DIESEL 250 HP 440 VOLTS FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	36,000 00	VIDA ECONOMICA (Ve)	6 66	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0 00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,500 00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0 00	POTENCIA NOMINAL	20 00	KWH
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	3 33	
VALOR INICIAL (Va)	\$	36,000 00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25 00 %	\$ 9,000 00	COSTO DIESEL	\$ 0 00	/LT
TASA INTERES (i)	50 00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0 00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2 00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0 00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0 24	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0 05	/KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	2 70	1 35		
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	7 50	7 50		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0 30	0 30		
d) Mantenimiento	$M = Q \times D =$	9 00	0 00		
			SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$ 19.60	/HR
			SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$ 9.16	/HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0 0774	X	20 00 H P NOM x S	0 00 /lt = \$	0 00 /HR
GASOLINA E =	0 1108	X	20 00 H P. NOM x S	0 00 /lt = \$	0 00 /HR
b) Otras fuentes de energia					
CARGO OE =	0 745	X	20 H P NOM x S	0 05 /K-H = N	1 07 /HR
c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad carter C =	18.00	litros	Cambios de aceite t =	100 00	horas
Lg = Ct +	0 0075	X HP NOM	0 1966 lit/hr L =	0 00 /lt = \$	0 00 /HR
Ld = Ct +	0 0095	X HP NOM	0 3271 lit/hr L =	0 24 /lt. = \$	0 08 /HR
d) Llantas Ll = Vll / Hv					
Valor llantas Vll = N\$	0 00	/jgo.			
Vida económica Hv =	1,500	horas		LL = N\$	0 00 /HR
			SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$ 1 14	/HR
			SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$ 0.00	/HR

III.- OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	3 76	/tno	
	2 PEONES		3 31	/tno	
	2 AYUDANTES	\$	3 49	/tno	
	Total salario / turno (S)	\$	10 55	/tno	
O = (S X 381 5) 2400	= N \$	1 68	/HR		
			SUMA OPERACION POR HORA	\$ 1.68	/HR
			SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$ 1.68	/HR
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$ 22.33	/H.E.
			COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$ 10.83	/H.E.

UNAM

EQUIPO : PLANTA ESTABILIZADORA GRUPO : III
 MODELO : KR 45 HOJA N° 1
 CAP. 45 M3/Hr CALC. LMRM
 MOTOR : DIESEL 7.5 HP 440 VOLTS FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	18,500.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	6.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	7.50	HP
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1.00	
VALOR INICIAL (Va)	\$	18,500.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	25.00 %	\$ 4,625.00	COSTO DIESEL	\$ 0.00	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.24	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.05	/KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	2.31	1.16		
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	5.78	5.78		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.23	0.23		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	2.31	0.00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 10.64 / HR
 SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 7.17 / HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0.0774	X	7.5 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
GASOLINA E =	0.1108	X	7.5 HP NOM. x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR

b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	7.5 H.P. NOM x \$	0.05 /K-H = N	0.40 /HR

c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad Carter C =	2.00	litros	Cambios de aceite t =	100.00	horas
Lg = CA +	0.0075	X HP NOM	0.0262 lt/hr L =	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
Ld = CA +	0.0095	X HP NOM	0.0641 lt/hr L =	0.24 /lt = \$	0.02 /HR

d) Llantas Ll = Vll / Hv					
Valor llantas Vll = NS	0.00	/jgo.			
Vida económica Hv =	1,500	horas		LL = N\$	0.00 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA N \$ 0.42 / HR
 SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 / HR

III.- OPERACION

salarios S					
OPERADOR	\$	2.54	/dno		
2 PEONES		3.28	/dno		
2 AYUDANTES	\$	3.28	/dno		

Total salario / turno (S) \$ 9.10 /dno

O = (S X 381.5) / 2400 = N \$ 1.45 / HR

SUMA OPERACION POR HORA \$ 1.45 / HR
 SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 1.45 / HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 12.60 / H.E.

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 8.62 / H.E.

UNAM

EQUIPO : 'BOMBA 4" DIAM GRUPO II
 MODELO: 'MOTOR AUTOCEBANTE HOJA N° 1
 CAP. 12 HP CALC LMRM
 MOTOR : 'DIESEL FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	1,160.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,500.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	12.00	H P
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	0.90	
VALOR INICIAL (Va)	\$	1,160.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	0.00 %	\$ 0.00	COSTO DIESEL	\$ 0.04	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.00	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.00	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.23	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

I.- CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	0.15	0.08		
b) Interés	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	0.19	0.19		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.01	0.01		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	0.14	0.00		

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 0.49 /HR
 SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA \$ 0.28 /HR

II - CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0.0620	X	12 HP NOM x \$	0.04 /lt = \$	0.03 /HR
GASOLINA E =	0.0893	X	12 HP NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	12 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H = N	0.00 /HR
c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad carter C =			2.40 litros Cambios de aceite =	100.00 horas	
Lg = Ct +	0.0075	X HP NOM.	0.0320 lt/hr L =	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
Ld = Ct +	0.0095	X HP NOM	0.0311 lt/hr L =	0.23 /lt = \$	0.01 /HR
d) Llantas LI = Vll / H v					
Valor llantas Vll = N \$			0.00 /jgo		
Vida económica Hv =			1,500 horas	LL = N \$	0.00 /HR

SUMA CONSUMOS POR HORA N \$ 0.04 /HR
 SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA \$ 0.00 /HR

III.- OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	1.91 /año		
	COMP		0.82 /año		
	AYUDANTES	\$	0.00 /año		
Total salario / turno (S)	\$		2.73 /año		

O = (S X 381.5) / 2400 = N \$ 0.43 /HR
 SUMA OPERACION POR HORA \$ 0.43 /HR
 SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA \$ 0.43 /HR

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 0.97 /H.E.
 COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT. \$ 0.71 /H.E.

COSTO HORA-MAQUINA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON."

UNAM

EQUIPO :	REVOLVEDORA	GRUPO : II
MODELO :	MIPSA	HOJA N° 11
CAP. :	1 SACOS	CALC LMRM
MOTOR :	GASOLINA	FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	500.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	4.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,000.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	12.00	HP
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1.00	
VALOR INICIAL (Va)	\$	500.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	0.00 %	\$ 0.00	COSTO DIESEL	\$ 0.00	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.06	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.23	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.00	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

CARGOS FIJOS

			INACTIVO		
a) Depreciación	$D=(Va-Vr)/Ve =$	0.13	0.06		
b) Inversión	$I=(Va+Vr)/(2Ha)^{-1} =$	0.13	0.13		
c) Seguros	$S=(Va+Vr)/(2Ha)^{-1} s =$	0.01	0.01		
d) Mantenimiento	$M= Q \times D =$	0.13	0.00		

	SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$	0.38	/HR
	SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$	0.19	/HR

CONSUMOS

Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0.0620	X	12 HP NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
GASOLINA E =	0.0893	X	12 HP NOM x \$	0.06 /lt = \$	0.06 /HR

Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	12 HP NOM x \$	0.00 /K-H=N	0.00 /HR

Lubricantes L = a Pe					
Capacidad carter C =			3.00 litros Cambios de aceite t=	100.00 horas	
Lg = C1 +	0.0075	X HP NOM	0.0380 lt/hr L=	0.23 /lt = \$	0.01 /HR
Ld = C1 +	0.0095	X HP NOM	0.0371 lt/hr L=	0.00 /lt = \$	0.00 /HR

Llantas Ll = Vll / Hv					
Valor llantas Vll = NS			0.00 /jgo		
Vida económica Hv =			1,500 horas	Ll = NS	0.00 /HR

	SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$	0.07	/HR
	SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$	0.00	/HR

II.- OPERACION

salarios S					
OPERADOR	\$	3.01	/lno		
COMP		0.33	/lno		
AYUDANTES	\$	0.00	/lno		
Total salario / turno (S)			\$	3.34	/lno

$D = (S \times 3815) / 2400 = N \$$					
			0.53	/HR	

	SUMA OPERACION POR HORA	\$	0.53	/HR
	SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$	0.53	/HR
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$		0.98	/H.E.
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$		0.72	/H.E.

UNAM

EQUIPO : VIBRADOR P/CONCRETO GRUPO II
 MODELO: DYNAPAC K91 HOJA N° 1;
 CAP. 4 HP CALC LMRM
 MOTOR : GASOLINA FECHA: NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	100.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	3.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,000.00	hr/año
VALOR LLANTAS	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	4.00	H P
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	1.00	
VALOR INICIAL (Va)	\$	100.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	0.00 %	\$ 0.00	COSTO DIESEL	\$ 0.00	/LT
TASA INTERES (i)	50.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.06	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.23	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.00	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR

I - CARGOS FIJOS

a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	0.03	0.02	INACTIVO
b) Inersión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	0.03	0.03	
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.00	0.00	
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	0.03	0.00	

II.- CONSUMOS

			SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$	0.09	/HR
			SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$	0.04	/HR
a) Combustible E = e Pc						
DIESEL E =	0.0620	X	4 H P NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00	/HR
GASOLINA E =	0.0893	X	4 H P NOM x \$	0.06 /lt = \$	0.02	/HR
b) Otras fuentes de energia						
CARGO OE =	0.745	X	4 H P. NOM x \$	0.00 /K-H = N	0.00	/HR
c) Lubricantes L = a Pe						
Capacidad carter C =	1.00	litros	Cambios de aceite t =	100.00	horas	
Lg = C t +	0.0075	X HP NOM	0.0127	lt/hr L =	0.23	/lt = \$ 0.00 /HR
Ld = C t +	0.0095	X HP NOM	0.0124	lt/hr L =	0.00	/lt = \$ 0.00 /HR
d) Llantas Ll = V ll * Hv						
Valor llantas V ll = N \$	0.00	/jgo				
Vida económica Hv =	1,500	horas				
					LL = N \$	0.00 /HR

III.- OPERACION

			SUMA CONSUMOS POR HORA	N \$	0.02	/HR
			SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$	0.00	/HR
salarios S						
OPERADOR	\$	3.01	/ano			
COMP		0.33	/ano			
AYUDANTES	\$	0.00	/ano			
Total salario / turno (S)	\$	3.34	/ano			

O = (S X 381.5) / 2400 = N \$ 0.53 / HR

			SUMA OPERACION POR HORA	\$	0.53	/HR
			SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$	0.53	/HR
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$	0.65	/H.E.			
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$	0.67	/H.E.			

UNAM

EQUIPO : MALACATE
MODELO : 2 TON
CAP. 12 HP
MOTOR : GASOLINA

GRUPO : II
HOJA N° 1
CALC LMRM
FECHA NOV/85

DATOS GENERALES

PRECIO DE ADQUISICION	\$	385.00	VIDA ECONOMICA (Ve)	5.00	años
EQUIPO ADICIONAL	\$	0.00	HORAS POR AÑO (Ha)	1,500.00	hr/año
VALOR LLANTA S	\$	0.00	POTENCIA NOMINAL	12.00	H.P.
			FAC MANTENIMIENTO (Q)	0.90	
VALOR INICIAL (Va)	\$	385.00			
VALOR DE RESCATE (Vr)	0.00 %	\$ 0.00	COSTO DIESEL	\$ 0.00	/LT
TASA INTERES (i)	5.00 %		COSTO GASOLINA	\$ 0.06	/LT
PRIMA SEGUROS (s)	2.00 %		COSTO LUBRICANTE GAS	\$ 0.23	/LT
			COSTO LUBRICANTE DIES	\$ 0.00	/LT
			COSTO KW-HR	\$ 0.00	/KW-HR
I.- CARGOS FIJOS			INACTIVO		
a) Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve =$	0.05	0.03		
b) Inversión	$I = (Va + Vr) / (2Ha) * i =$	0.06	0.06		
c) Seguros	$S = (Va + Vr) / (2Ha) * s =$	0.00	0.00		
d) Mantenimiento	$M = Q * D =$	0.05	0.00		
			SUMA CARGOS FIJOS POR HORA	\$ 0.16	/HR
			SUMA CARGOS FIJOS HORA INACTIVA	\$ 0.09	/HR

II.- CONSUMOS

a) Combustible E = e Pc					
DIESEL E =	0.0620	X	12 H.P. NOM x \$	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
GASOLINA E =	0.0893	X	12 H.P. NOM x \$	0.06 /lt = \$	0.06 /HR
b) Otras fuentes de energía					
CARGO OE =	0.745	X	12 H.P. NOM x \$	0.00 /K-H=N	0.00 /HR
c) Lubricantes L = a Pe					
Capacidad Carter C =	1.00	litros	Cambios de aceite f =	100.00	horas
Lg = C1 +	0.0075	X HP NOM	0.0180 lt/hr L =	0.23 /lt = \$	0.00 /HR
Ld = C1 +	0.0095	X HP NOM	0.0171 lt/hr L =	0.00 /lt = \$	0.00 /HR
d) Llantas Ll = Vll / Hv					
Valor Llantas Vll = NS	0.00	/lgo			
Vida económica Hv =	1.500	horas		LL = NS	0.00 /HR
			SUMA CONSUMOS POR HORA	\$ 0.06	/HR
			SUMA CONSUMOS HORA INACTIVA	\$ 0.00	/HR

III.- OPERACION

salarios S	OPERADOR	\$	3.01	/lno	
	COMP		0.33	/lno	
	AYUDANTES	\$	0.00	/lno	
Total salario / turno (S)	\$		3.34	/lno	
$O = (S * 361.5) / 2400 = N $$			0.53	/HR	
			SUMA OPERACION POR HORA	\$ 0.53	/HR
			SUMA OPERACION POR HORA INACTIVA	\$ 0.53	/HR
	COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD)	\$	0.76	/H.E.	
	COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA INACT.	\$	0.62	/H.E.	

V.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS PRESA " LA MANZANILLA "

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
------------	--------	-------	-------	---------

				0.00 /M ³

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
--------------	--------	----------	------	---------

				0.00 /M ³

MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
---------------------	--------	----------	-------	---------

BOMBA DE 4' DE DIAMETRO	HR	0.0400000	0.97	0.04 /M ³
CAMION PIPA CAP 8 M3	HR	0.0532911	4.25	0.23 /M ³

				0.27 /M ³

				0.27 /M ³ .

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
AGUA PARA LAVADO DE MATERIAL	M3	0 20000	0 27	0 05 /M ³
CARGO MATERIALES				0 05 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
CARGO MANO DE OBRA				0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
TRACTOR D-8K DEMOL TAMAÑOS > Y APILE	HR	0 006667	19 50	0 13 /M ³
PAYLODER 920 CARGA A UNID DE ACARR	HR	0 016667	5 85	0 10 /M ³
CAMION VOLTEO CAP 6 M3 ACARR A CRIBA	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
CRIBA VIBRATORIA PARA CLASIFICACIÓN	HR	0 066667	5 23	0 35 /M ³
CAMIÓN VOLTEO CAP. 6 M3 ACARR A ALMAC	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 79 /M ³
COSTO DIRECTO				0 84 /M ³ .

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
BARRAS PARA PERFORACION	M3	0 000417	380 000	0 158 /M ³
TOVEX	KG	0.140000	0 700	0 098 /M ³
CORDON DETONANTE	M	0 300000	0 147	0 044 /M ³
FULMINANTE	PZA	0 166667	0 005	0 001 /M ³
CONECTOR	PZA	0 333333	0 004	0 001 /M ³
NITRATO DE AMONIACO	KG	0 260000	0 120	0 031 /M ³
CARGO MATERIALES				0 33 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
1 POBLADOR	JOR	0 00400	2 55954	0.01 /M ³
2 AYUDANTES	JOR	0 00800	1 74121	0 01 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				0 02 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
TRACTOR D-8K DEMOL TAMAÑOS > Y APILE	HR	0 012500	19 50	0 24 /M ³
TRAXCAVO 955 CARGA Y ACARR A TRIT	HR	0 012500	9 01	0 11 /M ³
CAMION VOLTEO CAP. 6 M3 ACARR A CRIBA	HR	0 049979	3.65	0 18 /M ³
PTA TRITURACIÓN TRIT TOT 3" A MALLA 4	HR	0 016667	22 33	0 37 /M ³
CAMIÓN VOLTEO CAP. 6 M3 ACARR A ALMAC	HR	0 024987	3 65	0 09 /M ³
COMPRESOR 300 ft ³ BARRENACIÓN	HR	0 066667	3 86	0 26 /M ³
TRACK DRILL STENUJK BARRENACIÓN	HR	0 066667	3 27	0 22 /M ³
CARGO MAQUINARIA				1 48 /M ³
COSTO DIRECTO GRAVA 3" MALLA N° 4				1.84 /M ³
TRITURACIÓN TOTAL DE 1 1/2" A MALLA N° 4				1 46 /M ³
COSTO SIN TRITURACION				0 64 /M ³
PTA TRITURACION TRIT TOTAL DE 3" A MALLA 4	HR	0 028571	22 37	0 64 /M ³
COSTO DIRECTO GRAVA 1 1/2" MALLA N° 4				2.10 /M ³

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
MADERA (INCLUYE 5 USOS)	PT	59.97	0.23	13.71 /M ³

			CARGO MATERIALES	13.71 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
HABILITADO TABLEROS, HERRAJES Y TROQUELES				
COSTO DE CIMBRA	%	0.150000	13.71	2.06 /M ³

			CARGO MANO DE OBRA	2.06 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
			CARGO MAQUINARIA	0.00 /M ³
			COSTO DIRECTO	15.77 /M ³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

1 2.2.2 a

CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO Y CONCRETO DE LIGA

1 2 2 2 a 1 -FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO
COMPACTADO CON RODILLO EN LA CORTINA

MATERIALES	UNIDAD	CANT	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3" A MALLA N° 4 (basico 3)	M ³	1.20	1.84	2.20 /M ³
ARENA	M ³	0.36	0.84	0.30 /M ³
AGUA	M ³	0.60	0.27	0.16 /M ³
CARGO MATERIALES				2.66 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
CARGO MANO DE OBRA				0.00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA	HR	0.015000	5.85	0.09 /M ³
CAMIÓN VOLTEO CAP 6 M3 ACARR A ALMAC	HR	0.029984	3.65	0.11 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA	HR	0.004500	5.85	0.03 /M ³
CAMIÓN VOLTEO ACARREO DE ARENA	HR	0.008995	3.65	0.03 /M ³
CAM. VOLT. ACARREO CENIZA DE ALM. A PTA	HR	0.002099	3.65	0.01 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE CENIZA VOLANTE	HR	0.001050	5.85	0.01 /M ³
PLANTA ESTABILIZADORA DE PALETAS, BAND	HR	0.010000	12.50	0.13 /M ³
CAM. VOLT. ACARREO MEZCLA PTA. A CORTINA	HR	0.047205	3.65	0.17 /M ³
MOTOCONFORMADORA 120 B TEND. Y CONFOR	HR	0.014286	8.90	0.13 /M ³
DYNAPAC CA-25 COMP 13T-9 COMPACTACIÓN	HR	0.014286	8.21	0.12 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0.81 /M ³
COSTO DIRECTO				3.48 /M ³
INDIRECTOS				42.00% 1.46 /M ³
PRECIO UNITARIO				4.94 /M ³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

1 2 2 4 -FORMAS PREFABRICADAS DE CONCRETO
CONVENCIONAL

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3 A MALLA N° 4 (basico 3)	M ³	0 1357	2 10	0 285 /PZA
ARENA	M ³	0 0678	0 84	0 057 /PZA
AGUA	M ³	0 0226	0 27	0 006 /PZA
MOLDES DE LAMINA	KG	1 2867	0 33	0 421 /PZA
MERMAS CEMENTO	M ³	0 0003	16	0 004 /PZA
ANTISOL BLANCO (CURADO DE FORMAS)	LT	0 6250	0 19	0 119 /PZA
DIÉSEL	LT	0 1000	0 04	0 004 /PZA
CARGO MATERIALES				0 90 /PZA
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO				
CABO	JOR	0 05000	2 41	0 12 /PZA
ALBAÑIL	JOR	0 15000	2 41	0 36 /PZA
PEON	JOR	0 55000	1 65	0 91 /PZA
CMBRADO Y DESCIMBRADO				
CABO	JOR	0 02500	2 41	0 06 /PZA
PEON	JOR	0 25000	1 65	0 41 /PZA
MANEJO DE CEMENTO CARGA DE ALM Y DESC OBRA				
PEON	JOR	0 01727	1 65	0 03 /PZA
CARGO MANO DE OBRA				1 89 /PZA
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	1 39	0 04 /PZA
CARGO HERRAMIENTA				0 04 /PZA
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA EN ALM.	HR	0 001663	5 85	0 01 /PZA
CAMION VOLTEO ACARREO DE GRAVA A REV	HR	0 003813	3 65	0 01 /PZA
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA EN ALM.	HR	0 001663	5 85	0 01 /PZA
CAMION VOLTEO ACARREO DE ARENA A REV	HR	0 003813	3 65	0 01 /PZA
CAMION VOLT ACARREO CEMENTO ALM -REV	HR	0 001770	3 65	0 01 /PZA
REVOLVEDORA 1 SACO ELAB. CONCRETO	HR	0 200000	0 98	0 20 /PZA
CAMION VOLTEO ACARREO DE FORMAS	HR	0 022633	3 65	0 08 /PZA
VIBRADOR DE CHICOTE	HR	0 005319	0 65	0 003 /PZA
MALACATE COLOCACIÓN DE FORMAS	HR	0 166667	0 76	0 127 /PZA
CARGO MAQUINARIA				0 46 /PZA
COSTO DIRECTO				3 29 /PZA
INDIRECTOS			42 00%	1 38 /PZA
PRECIO UNITARIO				4.68 /PZA.

UNAM

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE

		CARGO MATERIALES		0 00 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0 00	0 00 /M ³

		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
TRACTOR D-8K	HR	0 005000	19 50	0 10 /M ³

		CARGO MAQUINARIA		0 10 /M ³
		COSTO DIRECTO		0 10 /M ³
		INDIRECTOS	42 00%	0 04 /M ³
		PRECIO UNITARIO		0.14 /M ³ .

UNAM

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE

				0.00 /M ³

				0.00 /M ³

				0.00 /M ³

				0.00 /M ³

				0.08 /M ³

				0.08 /M ³

				0.03 /M ³

				0.11 /M ³

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3 A MALLA N° 4 (basico 3)	M ³	1 020	2 10	2 14 /M ³
ARENA	M ³	0 510	0 84	0 43 /M ³
AGUA	M ³	0 170	0 27	0 05 /M ³
C/M/BRA	M ³	0 500	15 77	7 89 /M ³
MERMAS CEMENTO	M ³	0 002	16 00	0 03 /M ³
CARGO MATERIALES				10 54 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
FABRICACION Y COLOCACIÓN DE CONCRETO				
CABO	JOR	0 040	2 41	0 10 /M ³
ALBAÑIL	JOR	0 120	2 41	0 29 /M ³
PEON	JOR	0 440	1 65	0 73 /M ³
C/M/BRADO Y DESC/M/BRADO				
CARPINTERO	JOR	0 083	2 24	0 19 /M ³
AYUDANTE	JOR	0 167	1 74	0 29 /M ³
MANEJO DE CEMENTO CARGA DE ALM Y DESC OBRA				
PEON	JOR	0 130	1 65	0 21 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				1 80 /M ³
HERRAMIENTA % M O	%	3 00%	1 59	0 05 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 05 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE GRAVA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA EN ALM	HR.	0 012500	5 85	0 07 /M³
CAMION VOLTEO ACARREO DE ARENA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
CAMION VOLT ACARREO CEMENTO ALM-REV	HR	0 013312	3 65	0 05 /M ³
REVOLVEDORA 2 SACOS ELAB CONCRETO	HR	0 125000	2 64	0 33 /M ³
VIBRADOR DE CHICOTE	HR	0 040000	0 65	0 03 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 76 /M ³
COSTO DIRECTO				13 15 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	5 52 /M ³
PRECIO UNITARIO				18.67 /M ³

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3 A 1/2" PALLA N° 4 (basico 3)	M ³	1 020	2 10	2 14 /M ³
ARENA	M ³	0 510	0 84	0 43 /M ³
AGUA	M ³	0 170	0 27	0 05 /M ³
CHIBRA	M ³	0 500	15 77	7 89 /M ³
MERMAS CEMENTO	M ³	0 002	16 00	0 03 /M ³
CARGO MATERIALES				10 54 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
FABRICACION Y COLOCACIÓN DE CONCRETO				
CABO	JOR	0 040	2 41	0 10 /M ³
ALBAÑIL	JOR	0 120	2 41	0 29 /M ³
PEON	JOR	0 440	1 65	0 73 /M ³
CIVBRADO Y DESCIMBRADO				
CARPINTERO	JOR	0 083	2 24	0 19 /M ³
AYUDANTE	JOR	0 167	1 74	0 29 /M ³
MANEJO DE CEMENTO CARGA DE ALM Y DESC OBRA				
PEON	JOR	0 130	1 65	0 21 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				1 80 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	1 59	0 05 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 05 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE GRAVA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE ARENA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
CAMION VOLT ACARREO CEMENTO ALM-REV	HR	0 013312	3 65	0 05 /M ³
REVOLVEDORA 2 SACOS ELAB CONCRETO	HR	0 125000	2 64	0 33 /M ³
VIBRADOR DE CHICOTE	HR	0 040000	0 65	0 03 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 76 /M ³
COSTO DIRECTO				13 15 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	5 52 /M ³
PRECIO UNITARIO				18.67 /M ³

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3 A MALLA N° 4 (basico 3)	M ³	1 020	2 10	2 14 /M ³
ARENA	M ³	0 510	0 84	0 43 /M ³
AGUA	M ³	0 170	0 27	0 05 /M ³
CEMENTO	M ³	0 700	15 77	11 04 /M ³
MERECAS CEMENTO	M ³	0 003	16	0 04 /M ³
CARGO MATERIALES				13 70 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO				
CABO	JOR	0 05000	2 41	0 12 /M ³
ALBAÑIL	JOR	0 15000	2 41	0 36 /M ³
PEON	JOR	0 55000	1 65	0 91 /M ³
CUMBRADO Y DESCUMBRADO				
CARPINTERO	JOR	0 12500	2 24	0 28 /M ³
AYUDANTE	JOR	0 25000	1 74	0 44 /M ³
MANEJO DE CEMENTO CARGA DE ALM Y DESC OBRA				
PEON	JOR	0 12987	1 65	0 21 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				2 32 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	2 11	0 06 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 06 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE GRAVA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE ARENA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
CAMION VOLT ACARREO CEMENTO ALM-REV	HR	0 013312	3 65	0 05 /M ³
REVOLVEDORA 2 SACOS ELAB CONCRETO	HR	0 125000	2 64	0 33 /M ³
VIBRADOR DE CHICOTE	HR	0 040000	0 65	0 03 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 76 /M ³
COSTO DIRECTO				16 85 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	7 08 /M ³
PRECIO UNITARIO				23.92 /M ³

MATERIALES	UNIDAD	CANT	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3 A MALLA N° 4 (basico 3)	M ³	1.02000	2 10	2 14 /M ³
ARENA	M ³	0.51000	0 84	0 43 /M ³
AGUA	M ³	0 17000	0 27	0 05 /M ³
CEMENTO	M ³	0 30000	15 77	4 73 /M ³
VERMAS CEMENTO	M ²	0 00208	16 00	0 03 /M ³
CARGO MATERIALES				7 38 /M ³
MAÑO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
FABRICACION Y COLOCACIÓN DE CONCRETO				
CABO	JOR	0 04000	2 41	0 10 /M ³
ALBAÑIL	JOR	0 12000	2 41	0 29 /M ³
PEON	JOR	0 44000	1 65	0 73 /M ³
CIMBRADO Y DESCIMBRADO				
CARPINTERO	JOR	0 06667	2 24	0 15 /M ³
AYUDANTE	JOR	0 13333	1 74	0 23 /M ³
MANEJO DE CEMENTO CARGA DE ALM Y DESC OBRA				
PEON	JOR	0 12987	1 65	0 21 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				1 71 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	1 49	0 04 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 04 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE GRAVA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE ARENA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
CAMION VOLT ACARREO CEMENTO ALM-REV	HR	0 013312	3 65	0 05 /M ³
REVOLVEDORA 2 SACOS ELAB CONCRETO	HR	0 125000	2 64	0 33 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 73 /M ³
COSTO DIRECTO				9 87 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	4 15 /M ³
PRECIO UNITARIO				14.01 /M ³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGÓN".

UNAM

1 2 2 2 a

CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO Y CONCRETO DE LIGA

1 2 2 2 a 2 -FABRICACION Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE
LIGA EN LA CORTINA

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3 A MALLA N° 4 (basico 3)	M ³	1 38000	1 84	2 53 /M ³
ARENA	M ³	0 41400	0 84	0 35 /M ³
AGUA	M ³	0 69000	0 27	0 18 /M ³
CARGO MATERIALES				3 06 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
CARGO MANO DE OBRA				0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA	HR	0 017250	5 85	0 10 /M ³
CAMION VOLTEO CAP 6 M3 ACARR A ALMAC	HR	0 034482	3 65	0 13 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA	HR	0 005175	5 85	0 03 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE ARENA	HR	0 010345	3 65	0 04 /M ³
CAM VOLT ACARREO CENIZA DE ALM A PTA	HR	0 002414	3 65	0 01 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE CENIZA VOLANTE	HR	0 001208	5 85	0 01 /M ³
PLANTA ESTABILIZADORA DE PALETAS, BAND	HR	0 011500	12 50	0 14 /M ³
CAM VOLT ACARREO MEZCLA PTA A CORTINA	HR	0 054286	3 65	0 20 /M ³
FOTOCONFORMADORA 120 B TEND Y CONFOR	HR	0 016429	8 90	0 15 /M ³
DYNAPAC CA-25 COMP 13T-9 COMPACTACION	HR	0 016429	12 28	0 20 /M ³
CARGO MAQUINARIA				1 00 /M ³
COSTO DIRECTO				4 06 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	1 71 /M ³
PRECIO UNITARIO				5.77 /M ³ .

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
GRAVA 3 A MALLA N° 4 (basico 3)	M ³	1 02000	2 10	2 14 /M ³
ARENA	M ³	0 51000	0 84	0 43 /M ³
AGUA	M ³	0 17000	0 27	0 05 /M ³
CIMBRA	M ²	0 70000	15 77	11 04 /M ³
MERVAS CEMENTO	M ³	0 00281	16 00	0 04 /M ³
CARGO MATERIALES				13 70 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO				
CABO	JOR	0 05000	2 41	0 12 /M ³
ALBAÑIL	JOR	0 15000	2 41	0 36 /M ³
PEON	JOR	0 55000	1 65	0 91 /M ³
CIMBRADO Y DESCIMBRADO				
CARPINTERO	JOR	0 12500	2 24	0 28 /M ³
AYUDANTE	JOR	0 25000	1 74	0 44 /M ³
MANEJO DE CEMENTO CARGA DE ALM Y DESC OBRA				
PEON	JOR	0 12987	1 65	0 21 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				2 32 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	2 11	0 06 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 06 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
PAYLODER 920 CARGA DE GRAVA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE GRAVA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
PAYLODER 920 CARGA DE ARENA EN ALM	HR	0 012500	5 85	0 07 /M ³
CAMION VOLTEO ACARREO DE ARENA A REV	HR	0 028669	3 65	0 10 /M ³
CAMION VOLT ACARREO CEMENTO ALM -REV	HR	0 013312	3 65	0 05 /M ³
REVOLVEDORA 2 SACOS ELAB CONCRETO	HR	0 125000	2 64	0 33 /M ³
VIBRADOR DE CHICOTE	HR	0 040000	0 65	0 03 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 76 /M ³
COSTO DIRECTO				16 85 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	7 08 /M ³
PRECIO UNITARIO				23.92 /M ³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

1 2 2 1 b

COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO
1 2 2 1 b 8 - EN LAS ESTRUCTURAS Y REVESTIMIENTO EN;
GALERIAS DE INSPECCION Y DRENAJE

MATERIALES	UNIDAD	CANT	COSTO	IMPORTE
ALAMBRE RECOCIDO	KG	0.03000	0.16	0.0048 /KG
VARILLA DE 3 8 DE DIAMETRO	KG	0.01668	0.11	0.0018 /KG
CARGO MATERIALES				0.0067 /KG
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO				
FIERRERO	JOR	0.00500	2.32	0.01 /KG
AYUDANTE	JOR	0.01000	1.74	0.02 /KG
ACARREO DE ACERO AL INTERIOR DE GALERIA				
PEON	JOR	0.01500	1.65	0.02 /KG
CARGO MANO DE OBRA				0.05 /KG
HERRAMIENTA % M.O	%	3.00%	0.03	0.00 /KG
CARGO HERRAMIENTA				0.00 /KG
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CARGO MAQUINARIA				0.00 /KG
COSTO DIRECTO				0.06 /KG
INDIRECTOS				42.00% 0.03 /KG
PRECIO UNITARIO				0.09 /KG

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

1.27

CONCEPTOS DIVERSOS

1.27.15-PERFORACIÓN PARA DRENES VERTICALES DE 4"
DE DIAMETRO A REAVES DE LOS CONCRETOS DE LA
CORTINA Y ROCA DE CIMENTACIÓN DESDE LA GALERIA DE
DRENAJE

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE

		CARGO MATERIALES		0 0000 /M L
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /M L
HERRAMIENTA % M.O	%	3.00%	0 00	0 00
		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /M L
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
COMPRESOR XA-160	HR	0 686667	3 86	2 57 /M L
TRAK DRILL STENUK	HR	0.686667	3 27	2 18 /M L.
		CARGO MAQUINARIA		4 75 /M L
		COSTO DIRECTO		4 75 /M L
		INDIRECTOS	42 00%	2 00 /M L
		PRECIO UNITARIO		6 75 /M.L.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

127

CONCEPTOS DIVERSOS

127.18 -INYECTADO DE EMPAQUE CON LECHADA DE
CEMENTO EN LOS CONDUCTOS DE CONTROL Y GALERIAS DE
INSPECCIÓN

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
TUBO DE EMPAQUE PARA INYECTADO	PZA	1 00000	3 00	3 00 /M ³

		CARGO MATERIALES		3.00 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%			
		3 00%	0 00	0 00 /M ³

		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
EQUIPO DE INYECTADO	HR.	5 00	14 50	72 50 /M ³

		CARGO MAQUINARIA		72 50 /M ³
		COSTO DIRECTO		75.50 /M ³
		INDIRECTOS	42 00%	31 71 /M ³
		PRECIO UNITARIO		107.21 /M ³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

11

ACARREO DE MATERIALES

11 2 -ACARREO DE CEMENTO (A GRANEL)

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
COSTO DE CEMENTO EN LEON	%	17 23%	16 00	2 76 /TON

		CARGO MATERIALES		2 76 /TON
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /TON
HERRAMIENTA % M.O	%	3.00%	0 00	0 00 /TON

		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /TON
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE

		CARGO MAQUINARIA		0 00 /TON
		COSTO DIRECTO		2 76 /TON
		INDIRECTOS	42 00%	1 16 /TON
		PRECIO UNITARIO		3 91 /TON

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

11.

ACARREO DE MATERIALES

11 3 -ACARREO DE CENIZAS VOLANTES

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
CARGO MATERIALES				0.00 /TON
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
CARGA A CAMION VOLTEO TARIFA SINDICATO DE ESTIBADORES	TON	1 00000	1 50	1.50 /TON
CARGO MANO DE OBRA				0 00 /TON
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0 00	0 00 /TON
CARGO HERRAMIENTA				0 00 /TON
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
ACARREO DE ESTACIÓN DE F F C C AL ALMACEN DE LA OBRA (20 KMS)	TON	1 20	0 88	1 05 /TON
CARGO MAQUINARIA				1 05 /TON
COSTO DIRECTO				2 55 /TON
INDIRECTOS			42 00%	1 07 /TON
PRECIO UNITARIO				3.62 /TON

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
ARENA	M ³	0 35154	0 84	0 29 /M ³
CEMENTO	M ³	0 00450	16 00	0 07 /M ³
CARGO MATERIALES				0 37 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
SELECCION Y APILE DE PIEDRA				
PEON	JOR	0 23333	1 65	0 39 /M ³
CARGA A MANO DE PIEDRA				
PEON	JOR	0 14000	1 65	0 23 /M ³
FAB Y COLOC DE MORTERO Y MAMPOSTERIA				
ALBAÑIL	JOR	0 50000	2 41	1 21 /M ³
PEON	JOR	1 00000	1 65	1 65 /M ³
ACARREOS LOCALES DE MATERIALES				
PEON	JOR	0 66667	1 65	1 10 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				4 57 /M ³
HERRAMIENTA 1/2 M.O	%	3 00%	3 96	0 12 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 12 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CAMION VOLTEO ACARREO DE PIEDRA	HR	0 083041	3 65	0 30 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 30 /M ³
COSTO DIRECTO				5 36 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	2 25 /M ³
PRECIO UNITARIO				7 61 /M ³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

7.22

FAB Y COLOC DE MAT MANUFAC PARA ESTRUCTURAS

7.224a-FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO
ASFALTICO EN LA BASE DEL PUENTE

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
MEZCLA ASFALTICA	M ³	225	4 25	9 56 /M ³
CARGO MATERIALES				9 56 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
CARGO MANO DE OBRA				0 00 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0.00	0 00 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CAMION VOLTEO ACARREO DE PTA A CAMINO (11 KMS)	HR	0.176712	3 65	0 64 /M ³
TENDIDO Y COMPACTADO				
MOTOCONFORMADORA	HR	0 047619	8 90	0 42 /M ³
COMPACTADOR CA-25	HR	0 047619	8 21	0 39 /M ³
COMPACTADOR 13-T-9	HR	0 047619	4 07	0 19 /M ³
CARGO MAQUINARIA				1 65 /M ³
COSTO DIRECTO				11 22 /M ³
INDIRECTOS			42.00%	4.71 /M ³
PRECIO UNITARIO				16.93 /M³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

725

CONCEPTOS DIVERSOS

72510 -SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PLACAS DE
NEOPRENO, DUREZA SHORE 70 PARA LOS APOYOS DEL
PUENTE.

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
NEOPRENO	DM ²	0 16129	7 82	1 2613 /DM ²

		CARGO MATERIALES		1 26 /DM ²
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /DM ²
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0 00	0 00 /DM ²

		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /DM ²
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE

		CARGO MAQUINARIA		0 00 /DM ²
		COSTO DIRECTO		1 26 /DM ²
		INDIRECTOS	42.00%	0 53 /DM ²
		PRECIO UNITARIO		1.79 /DM ²

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

725

CONCEPTOS DIVERSOS

72512-SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TRABES DE
CONCRETO ARMADO, PRECOLADO Y POSTENSADOS DE 17
CM, 0.56 DE ANCHO Y 1.15 DE PERALTE (SECCIÓN I)

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
TRABE TIPO I	M	1.00000	26.90	26.9047 /M
FLETE MEXICO LEÓN	M	1 00000	13.53	13 5294 /M
CARGO MATERIALES				40 43 /M
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
COLOCACION				
MECANICO		0 06735	2 50	0 17 /M
SOLDADOR		0 06735	2 38	0 16 /M
CABO		0 06735	1 65	0 11 /M
AYUDANTE		0 06735	1 74	0 12 /M
CARGO MANO DE OBRA				0 56 /M
HERRAMIENTA ¼ M.O	%	3 00%	0 00	0 00 /M
CARGO HERRAMIENTA				0 00 /M
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CARGADOR FRONTAL	HR	0 18	9 01	1 62 /M
CARGO MAQUINARIA				1 62 /M
COSTO DIRECTO				42 61 /M
INDIRECTOS				17 90 /M
PRECIO UNITARIO				60.51 /M.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

7 2 5

CONCEPTOS DIVERSOS

7 2 5 13 -MATERIAL PARA DRENES QUE CUBRAN LAS CARAS
POSTERIORES DE MUROS CON PIEDRA DE PEPENA

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
CARGO MATERIALES				0 00 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
SELECCIÓN Y APILE DE PIEDRA				
PEON	JOR	0 33333	1 65	0 55 /M ³
CARGA A MANO DE PIEDRA				
PEON	JOR	0 20000	1 65	0 33 /M ³
COLOCACION				
CABO	JOR	0 00667	2 41	0 02 /M ³
PEON	JOR	0 10000	1 65	0 17 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				1 06 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0 00	0 00 /M ³
CARGO HERRAMIENTA				0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CAMION VOLTEO ACARREO DE PIEDRA	HR	0.118630	3 65	0 43 /M ³
CARGO MAQUINARIA				0 43 /M ³
COSTO DIRECTO ..				1 49 /M ³
INDIRECTOS			42 00%	0 63 /M ³
PRECIO UNITARIO				2.12 /M ³

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

127

CONCEPTOS DIVERSOS

127.16 COLOCACIÓN DE ANCLAS DE VARILLA 3/4" DE
DIAMETRO POR 300 CM DE LONG PARA ANCLAJE DE PIEZAS
PREFABRICADAS

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
CARGO MATERIALES				0 00 /PZA
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
HABILITADO Y COLOCACIÓN				
FIERRERO	JOR	0.00500	2 32	0 01 /PZA
AYUDANTE	JOR	0.01000	1 75	0 02 /PZA
CARGO MANO DE OBRA				0 03 /PZA
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0 03	0 001 /PZA
CARGO HERRAMIENTA				0 00 /PZA
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CARGO MAQUINARIA				0 00 /PZA
COSTO DIRECTO . . .				0 03 /PZA
INDIRECTOS				42 00% 0 01 /PZA
PRECIO UNITARIO				0.04 /PZA.

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
BARRAS PERFORACIÓN (1 JGO 8 A 3M)	JGO	0 000893	168 30	0 150 /M ³
TOVEX 100	KG	0 100000	0 79	0 079 /M ³
CORDON DETONANTE	M	0 714286	0 15	0 105 /M ³
FULMINANTE	PZA	0 238095	0 01	0 001 /M ³
NITRATO DE AMONIACO	KG	0 150000	0 12	0 018 /M ³
CARGO MATERIALES				0 35 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
VOLADURA				
POBLADOR	JOR	0 00400	2 55954	0 01 /M ³
AYUDANTES	JOR	0 00800	1 74121	0 01 /M ³
CARGO MANO DE OBRA				0 02 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
REMOSION DEL MATERIAL				
TRACTOR D-8K REMOSION	HR	0 020000	19 50	0 39 /M ³
BARRENACIÓN Y VOLADURA				
COMPRESOR G-600 BARRENACION	HR	0 047619	5 20	0 25 /M ³
TRACK DRILL STENUIK BARRENACION	HR	0 142857	3 27	0 47 /M ³
CARGO MAQUINARIA				1 10 /M ³
COSTO DIRECTO				1 48 /M ³
INDIRECTOS				42 00% 0 62 /M ³
PRECIO UNITARIO				2 10 /M ³

(009-F 042).-FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES
AL 90% MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN EN MATERIAL
DE ESCARIFICACIÓN PARA 90% (INCLUIDO EN 009 D 03 a)3)

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE

		CARGO MATERIALES		0 00 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0 00	0 00 /M ³

		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
FORMACIÓN DE TERRAPLEN				
MOTOCONFORMADORA	HR	0 008333	8 90	0 07 /M ³
COMPACTACION				
COMPACTADOR CA-25	HR	0 008333	8 21	0 07 /M ³
COMPACTADOR T-13-9	HR	0.008333	4 07	0 03 /M ³

		CARGO MAQUINARIA		0 18 /M ³
		COSTO DIRECTO		0 18 /M ³
		INDIRECTOS	42.00%	0 07 /M ³
		PRECIO UNITARIO		0.25 /M ³ .

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

080-pf02 a)1) -ACARREO DE LOS MATERIALES SELECCIONADOS Y DE SUS DESPERDICIOS, MEDIDOS EN CAMELONES, HASTA 20 KMS EN EL 1^{er} KM

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
TARIFA FLETEROS	M ³	1 10	0 08	0 09 /M ³

				CARGO MATERIALES
				0 09 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

				CARGO MANO DE OBRA
				0 00 /M ³
HERRAMIENTA 1/2 M.O	%	3 00%	0 00	0 000 /M ³

				CARGO HERRAMIENTA
				0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE

				CARGO MAQUINARIA
				0 00 /M ³
				COSTO DIRECTO
				0 09 /M ³
				INDIRECTOS
			42 00%	0 04 /M ³
				PRECIO UNITARIO
				0.13 /M ³ .

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE

		CARGO MATERIALES		0.00 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0.00 /M ³
HERRAMIENTA % M.O	%	3.00%	0.00	0.000 /M ³

		CARGO HERRAMIENTA		0.00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CONFORMACIÓN Y BANDEADO				-----
TRACTOR DB-K	HR	0.00800	19.50	0.16 /M ³

		CARGO MAQUINARIA		0.16 /M ³
		COSTO DIRECTO		0.16 /M ³
		INDIRECTOS	42.00%	0.07 /M ³
		PRECIO UNITARIO		0.22 /M ³

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE

		CARGO MATERIALES		0 00 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /M ³
HERRAMIENTA 1/2 M.O	%	3.00%	0.00	0 000 /M ³

		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /M ³
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
CARGA A UNIDADES DE ACARREO				
TRAXCAVO CAT-955 L	HR	0 01000	9 01	0 09 /M ³

		CARGO MAQUINARIA		0 09 /M ³
		COSTO DIRECTO .		0 09 /M ³
		INDIRECTOS	42 00%	0 04 /M ³
		PRECIO UNITARIO		0.13 /M ³ .

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

B b.2 -SOBREACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE
CORTES Y ADICIONALES ABAJO ABAJO DE LA SUBRASANTE
PARA DISTANCIAS DE HASTA 5 HECTOMETROS, EXCEDENTE
AL PRIMER HECTOMETRO

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
TARIFA FLETEROS	M ³ /HM	0 5	0 08	0 04 /M ³ -KM

				CARGO MATERIALES 0 04 /M ³ -KM
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

				CARGO MANO DE OBRA 0 00 /M ³ -KM
HERRAMIENTA % M O	%	3 00%	0 00	0 000 /M ³ -KM

				CARGO HERRAMIENTA 0 00 /M ³ -KM
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
TRAXCAVO CAT-955 L	M ³	0 006250	9 18	0 06 /M ³ -KM

				CARGO MAQUINARIA 0 06 /M ³ -KM.

				COSTO DIRECTO 0 10 /M ³ -KM
				INDIRECTOS 42 00% 0 04 /M ³ -KM
				PRECIO UNITARIO 0.14 /M ³ -KM

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE

		CARGO MATERIALES		0 00 /M ³
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE

		CARGO MANO DE OBRA		0 00 /M ³ .
HERRAMIENTA % M.O	%	3 00%	0 00	0 000 /M ³

		CARGO HERRAMIENTA		0 00 /M ³ .
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
MOTOCONFORMADORA CAT 120-B	HR	0 006667	8 90	0 06 /M ³

		CARGO MAQUINARIA		0 06 /M ³
		COSTO DIRECTO		0 06 /M ³
		INDIRECTOS	42 00%	0 02 /M ³
		PRECIO UNITARIO		0,08 /M ³ .

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES "ARAGON".

UNAM

047-L 02 SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERIA DE
CONCRETO DE 120 CM DE DIAMETRO

MATERIALES	UNIDAD	CANT.	COSTO	IMPORTE
TUBERIA	ML	1 10	21 05	23 16 /ML
CARGO MATERIALES				23 16 /ML
MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	\$/J	IMPORTE
COLOCACIÓN DE TUBERIA				
CABO	JOR	0 02000	2 41	0 05 /ML
PEON	JOR	0 16000	1 65	0 26 /ML
CARGO MANO DE OBRA				0 31 /ML
EMBOQUILLADO % M O	%	20 00%	0 31	0 06 /ML
CARGO HERRAMIENTA				0 06 /ML
MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	\$/HR	IMPORTE
TRAXCAVO CAT-955L	HR	0 320000	9 01	2 88 /ML
CARGO MAQUINARIA				2 88 /ML
COSTO DIRECTO				26 42 /ML
INDIRECTOS				42 00% 11 10 /ML
PRECIO UNITARIO				37 61 /ML

**V.7 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE LA PRESA " GraI. RAMÓN CORONA MADRIGAL"
ALTERNATIVA C.C.R.**

V.7 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA " GRAL. RAMÓN CORONA MADRIGAL " (TRIGOMIL), EDO. DE JALISCO.

ALTERNATIVA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLOS

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<u>SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MATERIALES</u>					
1	Suministro y colocación de las gravas y arenas para formación de conductos de control y galerías	M ³	4,000.00	2.87	11,480.00
<u>FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL.</u>					
2	En la capa intermedia y dentellones cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M ³	19,600.00	10.65	208,740.00
3	En la membrana impermeable cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M ³	7,000.00	18.10	126,700.00
4	En la parte superior de la sección gravedad cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M ³	15,270.00	9.19	140,331.30
5	Entre el C C R y caras verticales de la capa intermedia cuya resistencia sea de $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$.	M ³	6,200.00	14.23	88,226.00
6	En las estructuras y revestimiento de los conductos de control cuya resistencia sea de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$.	M ³	1,210.00	18.86	22,820.60
7	En cimacio, losa de vertedor y muros de encauce cuya resistencia sea de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$	M ³	6,630.00	21.38	141,749.40
8	En la cubeta deflectora cuya resistencia sea de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$	M ³	2,650.00	16.30	43,195.00
9	En las estructuras y revestimientos en galerías de inspección y drenaje	M ³	1,230.00	24.90	30,627.00
10	En la estructura y galerías de acceso de la obra de toma provisional	M ³	940.00	22.56	21,206.40
11	En tapon y relleno del conducto de desvío	M ³	10,500.00	5.99	62,895.00
<u>COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO</u>					
12	En las estructuras y revestimiento de los conductos de control	KG	17,000.00	0.05	884.00
13	En losa de vertedor y muros de encauce	KG	6,800.00	0.05	353.60
14	En la cubeta deflectora	KG	1,200.00	0.05	62.40
15	En las estructuras y revestimiento en galerías de inspección y drenaje	KG	46,000.00	0.09	4,140.00

UNAM

**V.7 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
PRESA " GRAL. RAMÓN CORONA MADRIGAL " (TRIGOMIL), EDO. DE JALISCO.**

ALTERNATIVA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLOS

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<u>CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO Y CONCRETO DE LIGA.</u>					
16	Fabricación y colocación de concreto compactado con rodillo en la cortina	M³	332,500.00	3.67	1,220,275.00
17	Fabricación y colocación de concreto de liga en la cortina	M³	29,000.00	4.07	118,030.00
18	Formas prefabricadas de concreto convencional para el paramento de aguas arriba de la cortina	PZA	28,000.00	5.64	157,920.00
<u>CONCEPTOS DIVERSOS</u>					
19	Perforación para drenes verticales de 10.2 cm (4") de diámetro a través de los concretos de la cortina, desde la corona hasta la galería de drenaje	M.	1,400.00	7.62	10,668.00
20	Perforación para drenes verticales de 10.2 cm (4") de diámetro a través de los concretos de la cortina y roca de cimentación desde la galería de drenaje	M	1,900.00	8.46	16,074.00
21	Colocación de anclas de varilla de 1.91 cm (3/4") de diámetro X 300 cm para anclaje de la losa del vertedor	PZA	600.00	0.53	318.00
<u>ACARREO DE MATERIALES</u>					
22	Acarreo de cemento	TON	89,500.00	4.09	366,055.00
23	Acarreo de cenizas volantes	TON	26,000.00	3.21	83,460.00
24	Acarreo de acero de refuerzo	TON.	195.00	10.10	1,969.50
IMPORTE PARCIAL(88 %) \$					2,878,180.20
IMPORTE TOTAL DEL CONTRATO \$				3,258,421.82	
FACTOR DE AJUSTE DE COSTOS, PERIODO FEBRERO-86/JULIO-98				16.3019	
IMPORTE PARCIAL A JULIO/98 \$					46,919,805.80
IMPORTE TOTAL A JULIO./98 \$					53,118,466.64

UNAM

**V.7 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
PRESA " GRAL. RAMÓN CORONA MADRIGAL " (TRIGOMIL), EDO. DE JALISCO.**

ALTERNATIVA CONCRETO COMPACTADO CON RODILLOS

COSTO POR METRO CUBICO DE CORTINA

A FEBRERO/86 **7.53**
ACTUALIZADO AL MES DE JULIO/98 **122.75**

NOTA NO INCLUYE EL SUMINISTRO DE CEMENTO

**V.8 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE LA PRESA " GraI. RAMÓN CORONA MADRIGAL"
ALTERNATIVA CONCRETO CONVENCIONAL**

UNAM

**V.8 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
PRESA " GRAL. RAMÓN CORONA MADRIGAL " (TRIGOMIL), EDO. DE
JALISCO.**

ALTERNATIVA CONCRETO CONVENCIONAL

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<u>FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL.</u>					
1	En la sección gravedad no vertedora	M ³	135,950.00	10 12	1,375,814 00
2	En la sección gravedad vertedora	M ³	251,850 00	9 51	2,395,093 50
3	En la obra de toma en estructura de rejas	M ³	31 00	25 00	775 00
4	En la obra de toma en estructura de salida	M ³	436 00	23.60	10,289.60
5	En la obra de toma en atraque de la bifurcación	M ³	417 00	22 37	9,328 29
6	En la obra de desvio en plantilla y muros de gravedad	M ³	10,100 00	14 46	146,046 00
7	En la obra de toma provisional y galerías de acceso	M ³	317 00	23 60	7,481 20
8	En revestimiento de galerías	M ³	1,300 00	29.62	38,506 00
<u>COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO</u>					
9	En la sección gravedad no vertedora	KG	6,750 00	0 08	540 00
10	En la sección gravedad vertedora	KG	62,200 00	0 07	4,354 00
11	En la obra de toma en estructura de rejas camara y galerías	KG	6,390 00	0 11	702 90
12	En la obra de toma en estructura de salida	KG	19,350 00	0 10	1,935.00
13	En la obra de toma en atraque de la bifurcación	KG	4,300 00	0 09	387 00
14	En la obra de toma provisional en galerías de acceso y estructura de salida	KG	16,500 00	0 11	1,815 00
<u>CONCEPTOS DIVERSOS</u>					
15	Suministro y colocación de tubo de asbesto cemento de 25 2 (10) de diámetro para desague de las galerías de inspección y drenaje	M	120 00	2 17	260 40
16	Perforaciones de 7 83 (3") de diámetro para drenaje en la cortina a través de concreto y roca	M	2,363 00	8 00	18,904 00

UNAM

**V.8 CATALOGO DE CONCEPTOS PRINCIPALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE
LA PRESA " GRAL. RAMÓN CORONA MADRIGAL " (TRIGOMIL), EDO. DE
JALISCO.**

ALTERNATIVA CONCRETO CONVENCIONAL

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
ACARREO DE MATERIALES					
15	Acarreo de cemento	TON	89,500 00	4 26	381,270 00
16	Acarreo de acero de refuerzo	TON	195.00	11 78	2,297 10
IMPORTE PARCIAL(95 %) \$					4,395,798.99
IMPORTE TOTAL DE LA PROPUESTA \$				4,624,188.31	
FACTOR DE AJUSTE DE COSTOS, PERIODO FEBRERO-86/JULIO-98				16.3019	
IMPORTE PARCIAL A JULIO/98 \$					71,659,875.56
IMPORTE TOTAL A JULIO/98 \$					75,383,055.46

COSTO POR METRO CUBICO DE CORTINA

A FEBRERO/86 **11.46**
ACTUALIZADO AL MES DE JULIO/98 **186.87**

NOTA NO INCLUYE EL SUMINISTRO DE CEMENTO

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En este trabajo se trata únicamente sobre la construcción de presas con concreto compactado con rodillo. Las limitantes que determinan la decisión del tipo de cortina por construir, como son condiciones Topográficas, Geotécnicas e Hidrológicas no quedan expuestas. Por lo que, la comparación se efectúa, considerando que la boquilla permite la construcción de cortina de gravedad

Así mismo el estudio se realiza en igualdad de circunstancias para los dos tipos de concreto utilizados en las cortinas de gravedad. tomando como únicas limitantes la Economía y el Tiempo.

A) COMPARACIÓN DE COSTOS

Se establece un análisis comparativo de los precios unitarios por metro cubico de concreto convencional y de concreto compactado con rodillo

En los análisis de precios unitarios para la construcción de la presa " La Manzanilla , Gto . no se incluyo el costo del cemento, debido a que fue proporcionado por la dependencia

Los precios unitarios fueron calculados con costos al mes de diciembre de 1985 , tanto de maquinaria y equipo, como de materiales y mano de obra, de tal forma se actualizo el importe total con los factores de ajuste de costos autorizados por la dependencia al mes de julio de 1998

P.U C.C.R. (C/PZAS PREFAB.) \$ 5.43 /M³. P.U. CONCRETO CONVENCIONAL \$ 14.01/ M³

DIFERENCIA \$ 8.58/M³. PORCENTAJE 61 %

Como se puede observar los precios unitarios analizados muestran la diferencia económica que existe entre el concreto convencional y el concreto compactado con rodillo en el orden de un 61 %.

DOSIFICACIÓN

	CONSUMO DE CEMENTO
CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO	130 KG /M ³ .
CONCRETO CONVENCIONAL	300 KG./M ³ .
DIFERENCIA	170 KG./M ³
PORCENTAJE	57 %

Por otro lado, de acuerdo a la dosificación de cemento en concretos convencionales con resistencia de 150 kg /cm², para la construcción de cortinas de gravedad se tiene un consumo de 300 kg./m³, los resultados obtenidos de laboratorio para el concreto compactado con rodillo, como se puede observar en la tabla II 1A en el capítulo II, el consumo de cemento es de 130 kg./m³ para obtener una resistencia de 150 kg./cm² a 28 días, significando una disminución en el consumo de cemento en el orden de un 57 %

COSTO DEL C.C.R. POR METRO CUBICO DE CORTINA ACTUALIZADO AL MES DE JULIO DE 1998.

<u>PRESA</u>	[\$/M ³] s/incluir cemento
"La Manzanilla ", Gto	\$ 335 19
" Gral Ramón Corona Madngal ", Jal.	\$ 122 75
" Vinoramas ", Sin	\$ 578.56 *
" San Lázaro", B C S.	\$ 566.87 *
* Incluye cemento	

COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS \$ (CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO-CONCRETO CONVENCIONAL) DE LA PRESA " Gral. Ramón Corona Madrigal ", (trigomil) Edo. de Jal.

<u>ALTERNATIVA</u>	<u>IMPORTE TOTAL DE LA PROPUESTA</u>
CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO	\$ 3' 258,421.82
CONCRETO CONVENCIONAL	\$ 4' 624,188.31
DIFERENCIA	\$ 1'365,766.50
PORCENTAJE	30 %

Aunado a las ventajas indicadas, es importante mencionar que el ahorro en tiempo de construcción obtenido por el alto rendimiento de colocación del concreto compactado con rodillo, es quizá la condición mas importante debido al constante aumento en los costos y los periodos de los trabajos, que se ven reducidos por la temporada de lluvias y el aumento en los cauces

En la construcción de la presa " La Manzanilla " , se colocaron 29, 697 m³ de concreto en un periodo de 6 meses. La construcción de esta presa con concreto convencional requeriría de mayor tiempo, puesto que el colado de bloques monolíticos se limitaría a volúmenes de 1.50 X 1.50 X 3.0 M alternados, situación que prolongaría el tiempo de terminación de la presa

B) PRESAS DE MATERIALES GRADUADOS

Aunque las cortinas de materiales graduados cuentan con un método constructivo continuo, tienen mayores inconvenientes que las cortinas de concreto, tales como mayor volumen del cuerpo de la cortina, contar con la disponibilidad de materiales con características idóneas, requerimiento de diferentes equipos de compactación, el vertedor se construye fuera del cuerpo de la cortina requiriendo de una estructura adicional, las cortinas de materiales graduados no resisten desbordamientos sobre estas. Estos inconvenientes se ven reflejados en los costos y el tiempo de construcción

C) PRESAS DE CONCRETO CONVENCIONAL

En la actualidad existen métodos de diseño sofisticados, empleando programas por computadora, en cambio el método constructivo para grandes monolitos de concreto en las cortinas de concreto ha variado poco desde hace varias décadas.

el método constructivo de estos grandes monolitos de concreto, es un proceso semicontinuo y requiere de gran cantidad de mano de obra. Esto se debe a la necesidad de proporcionar juntas de contracción, mayor cantidad de cimbra y sistemas de enfriamiento, tanto para el concreto como para los agregados.

Otro problema que hace a este procedimiento constructivo semicontinuo y lento es proceso exotérmico de la hidratación del cemento, que impone limitaciones en la velocidad de colado y la necesidad de utilizar juntas de contracción, aunque el empleo de cemento puzolánico o con moderado calor de hidratación ayuda un poco a solucionar este problema, se limita aun a la velocidad de colado.

Las modernas dosificadoras de concreto han resultado de poca ayuda para el aumento del rendimiento, puesto que la colocación y vibrado, así como la fabricación de la cimbra, son los factores limitantes del bajo rendimiento. En consecuencia la baja eficiencia en el método constructivo han ocasionado que los costos del concreto masivo aumenten considerablemente, en comparación con los de cortinas de materiales graduados

Como se puede observar las cortinas de concreto convencional cuentan básicamente con dos inconvenientes un método constructivo lento y semicontinuo y un alto costo de construcción

D) CORTINAS DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO

El material óptimo para la construcción de cortinas de gravedad, será aquel que conjunte las ventajas de los materiales graduados y del concreto convencional, es decir será aquel material con el que resulte menor volumen por colocar y cuyas características sean definidas, confiables y no sujetas a posibles cambios, que no exista gran dificultad para obtener materiales idóneos para su elaboración, que no requiera de diferentes equipo de compactación para su construcción, que pueda construirse el vertedor sobre la misma cortina, que resista desbordamientos sobre la cortina, ya sea terminada o en construcción, que no existan limitantes en la velocidad en la velocidad de colado impuestas tanto por el proceso exotérmico de hidratación del cemento como por la utilización de cimbra en ambas caras de la cortina y cuyo método constructivo sea rápido y continuo con altos rendimientos de colocación utilizando la maquinaria para terracerías , además de poseer las características descritas, la economía en el concreto compactado con rodillo se deriva principalmente del bajo contenido de cemento para obtener resistencias comparables a las del concreto convencional

Por lo antes mencionado, no se pretende presentar el concreto compactado con rodillo (C.C.R.), como la optimización en la construcción de cortinas de gravedad, sino como otra alternativa por evaluar, contra las de materiales graduados y/o las de concreto convencional en la construcción de presas de gravedad.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

1. ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)
" ROLLER COMPACTED CONCRET "
COMITÉ 207
WALTER H. PRICE CHAIRMAN 1980.
2. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION
" PRESAS PEQUEÑAS DE CONCRETO "
EDITORIAL LIMUSA
MÉXICO 1982
3. ALLAN T RICHARDSON
" UPPER STILL WATER DAM ROLLER COMPACTED CONCRETE
DESING AND CONSTRUCTION CONCRETE "
XV CONGRESO DE GRANDES PRESAS
LAUSANA 1985.
4. ERNEST K SCHRADER
" MONKS VILLE DAM-A ROLL ER COMPACTED CONCRETE
WATER SUPPLY STRUCTURE "
XV CONGRESO DE GRANDES PRESAS
LAUSANA 1985
5. ING. ANTONIO MOSQUEDA TINOCO
" PRESAS DE CONCRETO RODILLADO "
INGENIERIA ESPERIMENTAL SARH
MÉXICO, D.F. OCTUBRE 1985.
6. ERNEST K SCHRADER
" SEMINARIO DE CONCRETO RODILLADO "
CONFERENCIA
GUADALAJARA, JAL.
MAYO 1986
7. LA TECNOLOGIA DEL CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO
(C.C.R.)
DR. JUAN JOSÉ A NIETO R
CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA
MÉXICO OCTUBRE 1988.
8. INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LA GERENCIA DE LA
CNA EN EL ESTADO DE GUANAJUATO
ING MIGUEL ÁNGEL SOLIS MONTEMAYOR
JULIO 1989.