



UN-A-CH
BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSITARIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA
CAMPUS I

COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

"CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE LA ZONA CENTRO DE CHIAPAS EN LA COMPOSICIÓN DEL CONCRETO APARENTE COMO ELEMENTO ARQUITECTÓNICO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN INGENIERÍA
(CONSTRUCCIÓN)**

PRESENTA

ARQ. NGUYEN MOLINA NARVÁEZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. FRANCISCO ALBERTO ALONSO FARRERA

ASESORES

MTRA. TERESA DEL ROSARIO
ARGÜELLO MÉNDEZ

DR. JOSÉ ÁNGEL ORTIZ
LOZANO

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, ABRIL 2010.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
15 de febrero de 2010

DR. JOSÉ ALONSO FIGUEROA GALLEGOS
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
P R E S E N T E:

Por medio del presente, me permito informarle que se ha concluido con el trabajo de asesoría de la tesis titulada: **CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE LA ZONA CENTRO DE CHIAPAS EN LA COMPOSICIÓN DEL CONCRETO APARENTE COMO ELEMENTO ARQUITECTÓNICO**, de la Maestría en Ingeniería con opción terminal en Construcción, desarrollada por la C. Nguyen Molina Narváez.

Sin otro particular, me despido de usted y le envío un cordial saludo.

Atentamente



DR. FRANCISCO ALBERTO ALONSO FARRERA
Director de Tesis

C.c.p. Archivo

DEDICATORIA

A mi esposo Eddy González García, por apoyarme en los momentos que más lo necesitaba y los consejos de superación que siempre me brinda.

A mi hija Nguyen, por ser el motivo y la fuerza, para concluir las cosas que emprendo.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, el Dr. Francisco Alberto Alonso Farrera, por su apoyo y tiempo dedicado, a la Mtra. Teresa del Rosario Argüello Méndez, por confiar en mí y las facilidades brindadas para la realización de este trabajo, al Dr. José Ángel Ortiz Lozano, Dr. Ernesto Castellanos Castellanos y Mtro. Fredy Caballero Rodríguez, por sus atinados consejos.

Al tesista C. Alejandro Ortiz Méndez, por su colaboración en las pruebas de laboratorio a los agregados y a los Servidores Sociales, C. Juana Ruiz Naunguse, C. Jairo G. Ramos Cruz y C. Luis Roberto Montejo Díaz, por el apoyo técnico en la elaboración de las piezas de concreto.

FINANCIAMIENTO

Este trabajo contó con el apoyo financiero del Fondo Mixto - Gobierno del Estado de Chiapas, con clave: CHIS 2007 C07 79198.

ÍNDICE

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	2
Capítulo 2. ANTECEDENTES	4
2.1 Origen y características del concreto reforzado	4
2.2 Transición del concreto reforzado como elemento estructural a elemento estético	5
2.3 Objetivos y alcances	25
2.4 Metodología	25
Capítulo 3. CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO APARENTE	27
3.1 El concreto aparente	27
3.2 Características físicas del concreto aparente	28
3.2.1 Componentes del concreto	28
3.2.1.1 Características del cemento	29
3.2.1.2 Características de los agregados	31
3.3.1.3 Características del agua	38
3.3.1.4 Características de los aditivos químicos	41
3.3 Tipos de concreto, uso y aplicación	44
Capítulo 4. ZONA DE ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS	53
4.1 Ubicación de la zona de estudio	53
4.2 Bancos de materiales	54
4.2.1 Resultados obtenidos	57
4.3 Elección de los agregados	58
4.3.1 Recolección de muestras	58
4.4 Análisis de resultados	66
Capítulo 5. PROCESO Y ELABORACIÓN DE LOS CONCRETOS APARENTES	
5.1 Diseño del concreto	70
5.2 Prueba de revenimiento	74
5.3 Elaboración de cilindros de concreto	78
5.4 Resistencia a la compresión	79
5.4.1 Preparación y acondicionamiento de las muestras	80
5.4.2 Procedimiento	83
5.5 Resultados obtenidos de $f'c$	84
5.6 Concretos aparentes propuestos	93
5.7 Acabados obtenidos	98
Capítulo 6. CONCLUSIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXO 1. PRUEBAS DE LABORATORIO DE LOS AGREGADOS	
ANEXO 2. DOSIFICACIÓN DE CONCRETOS	

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El concreto en las edificaciones tiene un papel importante ya que ha sido signo de la arquitectura moderna, debido a sus cualidades estructurales, durabilidad, flexibilidad y versatilidad, además de tener distintos colores y texturas. Ésta última característica es propia de los denominados concretos aparentes.

En México, como en diversas partes del mundo, se ha empleado el concreto aparente en diversas edificaciones ya sea como elemento estructural u ornamental. En el estado de Chiapas, también se han construido edificios con esta técnica. Es de destacar que no todos ellos han sido realizados con éxito debido a que comienzan con buena técnica pero al no tener los resultados esperados, terminan con recubrirlos con otros materiales y darle la apariencia de un concreto aparente, como es el caso del Teatro de la ciudad “Emilio Rabasa”, en la capital del estado de Chiapas.

Debido a esto se propuso hacer un estudio a los agregados del concreto y determinar si son aptos para la elaboración de concretos aparentes, garantizando sus cualidades estructurales así como su acabado final. Cabe mencionar que en la composición del concreto, los agregados representan el mayor volumen (66 a 78%) del material usado en el concreto. Estos debe ser limpios, duros, resistentes y durables, estar libres de químicos o partículas de arcillas u otros materiales extraños que impidan la adherencia entre el cemento y los agregados (Fahl, 2006).

El trabajo de investigación tiene como área de estudio la Zona Centro del Estado de Chiapas, y se enfoca en determinar los posibles acabados aparentes en las obras arquitectónicas de acuerdo a las características de los agregados de la zona, es de destacar que la arena proporciona en los concretos el color y la grava la textura, lo que genera una variedad de acabados en los concretos.

La tesis está compuesta de seis capítulos, en el capítulo 2, se describen los antecedentes del concreto aparente, los objetivos, alcances y la metodología empleada en la investigación.

En el Capítulo 3, las características de los concretos aparentes, la evolución que han tenido en su uso estructural al ornamental, la aplicación en las obras arquitectónicas, así como las características, tipos de concreto aparente, sus componentes y la normatividad que deben cumplir para garantizar su durabilidad y resistencia.

El Capítulo 4, se enfoca a la zona de estudio, la identificación de los bancos de gravas y arenas existentes en la zona, y se incluyen las pruebas de laboratorio realizadas para determinar que agregados cuentan con las características idóneas para la elaboración de concretos con la resistencia mecánica de un concreto estructural con un f_c de 250 kg/cm².

En el capítulo 5, se presentan las dosificaciones realizadas para la elaboración de los concretos estudiados, los resultados de las pruebas hechas para verificar sus adecuadas resistencias y por último los acabados y usos del concreto obtenidos a partir de las características de los agregados regionales.

Las conclusiones de esta investigación, son expuestas en el capítulo 6.

También se encuentran las referencias bibliográficas de la investigación, los anexos se presenta información complementaria a la tesis como son los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas a los agregados seleccionados, y las dosificaciones requeridas de estos agregados en la elaboración de los concretos para uso estructural.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2.1 ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO REFORZADO

Los primeros descubrimientos del concreto se remontan a zonas arqueológicas de la ribera derecha del río Danubio, donde se empleó concreto desde hace 7,600 años, así mismo se sabe que los egipcios, griegos y romanos lo utilizaron en sus urbanizaciones y edificaciones. Pero fue en el siglo XIX que se inventó el concreto reforzado, cuya resistencia y plasticidad permite el diseño y la realización de elementos con formas de gran variedad, algunas de ellas antes desconocidas, que por sus características de manejo permite trabajar con dos materiales diferentes como son el concreto y el acero, por lo cual su diseño requiere de un cálculo y ejecución correcto con los materiales y mano de obra idóneos.

Greenham (1997), menciona que el concreto reforzado es atribuido al francés J. Mounier en el año de 1867, el cual patentó su sistema y lo vendió a una casa alemana, que se dedicó a mostrar sus ventajas estructurales, construyendo los primeros puentes en 1890.

El surgimiento del concreto reforzado es paralelo a la arquitectura moderna, coincidiendo en su concepción, libertad de formas, funcionalismo y belleza. Los precursores de esta arquitectura fueron Antonio Gaudí, Walter Gropius, Mies Van der Rohe, Le Corbusier, Frank Lloyd Wright, Oscar Niemeyer, Santiago Calatrava, entre otros.

En México, destacaron José Arnal, Luis Barragán, Fernando Beltrán y Puga, José Creixell, Juan Legarreta, Enrique de la Mora, Juan O'Groman, Jospe Villagrán García, Enrique Yáñez, entre otros.

Con el paso del tiempo, la arquitectura moderna tuvo cambios ya que al principio se caracterizaba por un funcionalismo extremo (simplicidad) y se rechazaba cualquier detalle decorativo. Con el tiempo las técnicas de los cálculos estructurales evolucionaron a partir de los años veintes, hasta

principios de la década de los cincuentas, en los cuales los procedimientos constructivos eran bastantes rudimentarios. El concreto se preparaba en artesas improvisadas en el terreno y los componentes del concreto eran mezclados a pala en las proporciones requeridas para obtener la resistencia deseada, la elevación del material la hacían los peones que subían a los andamios con los botes de concreto a cuestas hasta vaciarlos en el elemento, el vibrado se realizaba picando con una varilla de acero.

Estos procesos evolucionaron y se comenzaron a emplear revolvedoras, los malacates para la elevación del material y los vibradores mecánicos.

En el país, la evolución de la técnica y del procedimiento de construcción fue en las obras de Ciudad Universitaria de México, a principios de los años cincuentas. Las plantas de concreto perfeccionaron su hechura, cumpliendo con los requisitos de cada constructor, y enviándolo a la obra en grandes camiones con revolvedoras.

2.2 TRANSICIÓN DEL CONCRETO REFORZADO COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL A ELEMENTO ESTÉTICO.

Los arquitectos e ingenieros empezaron a tener una nueva concepción del concreto y lo emplearon de diferentes maneras. Algunos de ellos se empeñaron en externar las formas estructurales del concreto de una manera aparente, mientras otros rechazaron su apariencia y lo cubrieron con otros materiales, justificando que el concreto no envejece con nobleza, como lo hacen los materiales pétreos, y porque al emplear concreto aparente se requiere de mejor control al diseñar, realizar y proteger el concreto.

El movimiento del concreto aparente en México se dio con el acontecer mundial, a lo que antes se llamaba arquitectura internacional, y que ahora se conoce como global. A continuación, se citan algunos representantes de estos movimientos arquitectónicos y sus principales obras en el uso de concretos aparentes:

Pier Luigi Nervi, ingeniero italiano, creador del domo del Palacio de los Deportes en Roma en 1958-1959 (Figura 2.1 y 2.2).

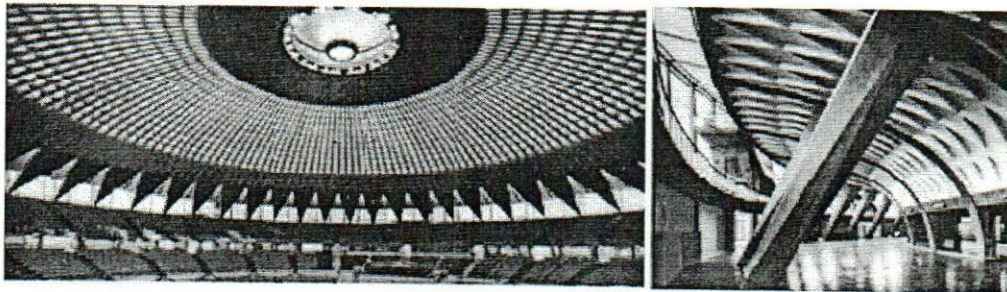


Figura 2.1 Cubierta del Palacio de los Deportes en Roma 2.2 Vista interior de la sala circular.

Le Corbusier, maestro de la arquitectura moderna empleó concreto reforzado aparente en diversas obras entre ellas la capilla de Ronchamp en 1953 (Figura 2.3) y el Convento Dominicano de Santa María de la Tourette en L'Arbresle en 1959 (Figura 2.4), empleando concreto aparente de primera intención, con cimbras muy toscas que armonizan con el estilo.

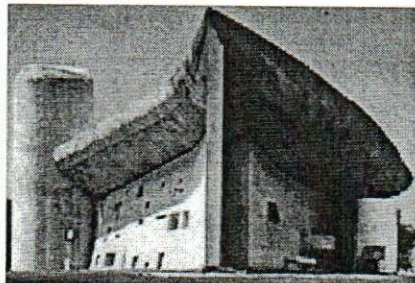


Figura 2.3 Capilla Ronchamp en 1953.



Figura 2.4 Convento Dominicano de Santa María de la Tourrette en L'Arbresle en 1959.

Frank Lloyd Wright, creador de la casa Kauffmann "Casa de la cascada" (Figura 2.5), en Pensilvania, en 1953 y el Museo Guggenheim en Nueva York, en 1959 (Figura 2.6).

Santiago Calatrava, español, actual representante del concreto aparente, realizador de obras como el Pórtico del Hall de la Estación de Ferrocarril en Lucerna, Suiza, en 1989, Estación de Ferrocarril en Zurich, Suiza en 1990, Auditorio en Tenerife, España en 2003 (Figura 2.7), entre otros.

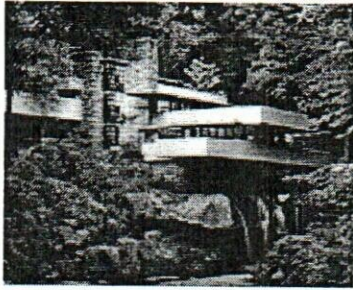


Figura 2.5 Casa Kauffmann, 1953.



Figura: 2.6 Museo Guggenheim, 1959.

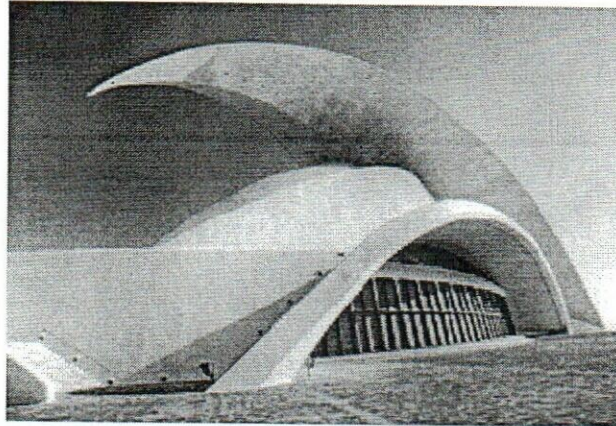


Figura 2.7 Auditorio de Tenerife, 2003

Estas obras arquitectónicas se han llevado acabo por las cualidades de los componentes del concreto así como su tecnología y diseño, que al conjugarse se crean nuevas y sorprendentes formas arquitectónicas, teniendo el concreto como función principal la parte estructural en la construcción, así como la formal, al dejarlo aparente.

El concreto aparente en México se empezó a utilizar a finales de los años veinte y de esas obras existen ejemplos notables, como las casas y escuelas de Juan O’Gorman y el trampolín olímpico de Augusto Pérez Palacios. A partir de entonces, su uso ha sido continuo en la arquitectura de México.

En los años 60’s, el concreto en la arquitectura se relacionaba con el “brutalismo”, este término se empleó de forma despectiva, ya que las edificaciones realizadas con concreto aparente eran consideradas inhumanas (Croft, 2005). Debido a que decían que no era posible vivir en ellas, que el color

gris del cemento era deprimente y se tenía la apariencia de habitar dentro de una cisterna, por lo que era necesario recubrirlo con algún material para evitar esa pobreza del concreto.

Con el tiempo esta idea ha ido cambiando, ya que cada vez el concreto aparente se utiliza con mayor frecuencia, a pesar de la popularidad del acero, vidrio y madera. Y poco a poco, se le ha ido dando mayor valor a las cualidades de este material para utilizarlo como una solución formal y no únicamente en el plano estructural como anteriormente se hacía.

En sus inicios el concreto se trabajaba con una apariencia tosca, pero con el paso de los años se han perfeccionado los sistemas, como el mejoramiento de la cimbra, agregándole chaflanes en las aristas y evitar despostillamientos, goteros, entrecalles para separar juntas de colados y crear claroscuros, así como el uso de aditivos como el fluidizante y hacer el concreto mas plástico, facilitando su total contacto con la superficie de la cimbra.

La arquitectura mexicana ha seguido cuatro tendencias: la de las grandes masas de muros aplanados, la de edificios con fachadas de cristal, la que emplea el concreto aparente y la que conjunta todas las tendencias llamada "posmodernismo".

En la tendencia del concreto aparente han sobresalido entre otros arquitectos: Salvador de Alba Martín, Vicente Alonso Ibarra, Augusto H. Álvarez, Francisco Artigas Carranza, Antonio Attolini Lack, Alejandro Caso, Margarita Chávez de Caso, Juan José Díaz Infante, Ernesto Gómez Gallardo, Fernando González Gortazár, Teodoro González de León, Alberto González Pozo, Agustín Hernández, Carlos Lazo Barreiro, Ricardo Legorreta Vilchis, Rafael Mijares, Juan O'Gorman, Pedro Ramírez Vázquez, José Villagrán García, Abraham Zabludovsky, Alejandro Zohn y no podía faltar Félix Candela quien aportó las estructuras laminares.

Todos ellos han usado, y en ocasiones combinado, estructuras hechas *in situ* como prefabricadas, a continuación se presentan obras de algunos de los

arquitectos anteriormente mencionados y la técnica que usaron en ellas para la elaboración de los concretos aparentes, de manera cronológica.

Década de los 30's

El edificio de oficinas de La Nacional Compañía de Seguros (Figura 2.8), es considerado como el primer rascacielos de la ciudad de México, tiene una altura de 60 m aproximadamente, su estructura es de acero remachado, la cual esta cubierta de concreto aparente con cimbra rústica de primera intención y solo el basamento, esta revestido, con granito de Finlandia color negro. A pesar de los años el edificio se encuentra en perfecto estado. Fue construido en el año de 1930, por los arquitectos Manuel Ortiz Monasterio, Bernardo Calderón y Luis Ávila.



Figura 2.8 La Nacional Compañía de Seguros.

La Alberca olímpica del Centro Deportivo Chapultepec, en la ciudad de México (Figura 2.9), fue diseñada y calculada por el arquitecto Augusto Pérez Palacios y construido por el arquitecto Carlos Greenham, esta obra fue demolida, debido a las remodelaciones del club y en ella emplearon concreto aparente con cimbra rústica de primera intención.



Figura 2.9 Torre de Clavados del Club Deportivo Chapultepec, 1938.

Década de los 40's

La Basílica y Parroquia de la Purísima, en Monterrey, Nuevo León., obra del arquitecto Enrique de la Mora y Palomar, siendo la primera construcción religiosa moderna en el país (Figura 2.10 y 2.11). La cual emplea concreto con cimbra rústica de primera intensión.

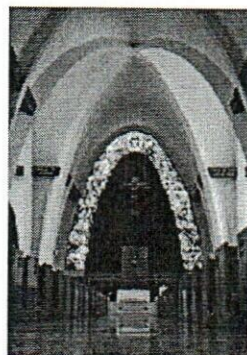


Figura 2.10 y 2.11 Exterior e interior de la Basílica y Parroquia La Purísima Concepción de Monterrey, N. L., 1946.

La Torre PEMEX, fue construida con concreto aparente en 1949 en la ciudad de Veracruz, por el arquitecto Carlos Lazo Barreiro. Debido a la fuerte sanidad del mar, las capas de concreto de recubrimiento fueron corroídas, dejando las varillas de acero al descubierto. En 1994, fue restaurada logrando reponer todos los recubrimientos en columnas y pérgolas (Figura 2.12), la cual estuvo a cargo del arquitecto Jaime J. Pérez Nájera.



Figura 2.12 Torre PEMEX, 1949.

Década de los 50's

En 1954, se construyó la Parroquia de la Medalla Milagrosa, en la ciudad de México, a cargo del arquitecto Félix Candela, el cual diseñó, calculó y construyó. En esta obra se emplearon cubiertas laminas parabólicas de 4 cm de espesor, con columnas inclinadas, cimbras delgadas, coladas con concreto aparente de primera intención, como se aprecia en la Figura 2.13.

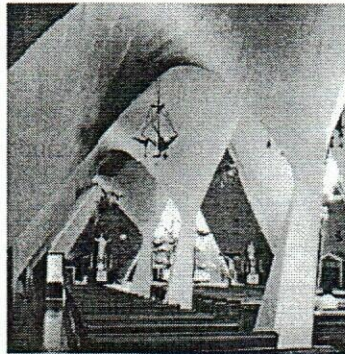


Figura 2.13 Parroquia de la Medalla Milagrosa.

Las Torres de Ciudad Satélite, se encuentran en Naucalpan, Estado de México, fueron construidas en 1959 (Figura 2.14), por Luis Barragán y diseñadas por el escultor Mathías Goeritz. Estas torres conforman una escultura abstracta, que con el tiempo se convirtió en un símbolo de este desarrollo urbano.

Estas torres tienen un acabado con cimbras de grandes tabloncillos horizontales, sin llenar las juntas con el objetivo de que al momento de vaciar el concreto se chorrea por la superficie generando un aspecto tosco (Figura 2.15).

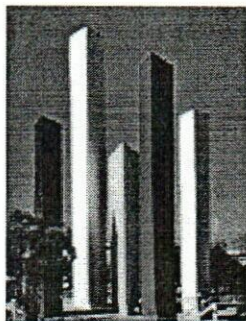


Figura 2.14 Torres de Satélite, 1959.

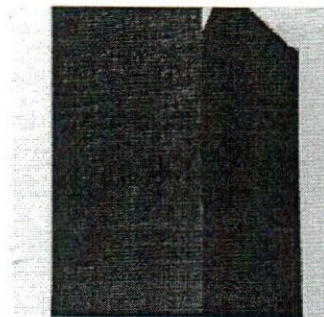


Figura 2.15 Detalle del acabado del concreto.

Década de los 60's

La Iglesia de San Antonio de Padua (Figura 2.16), localizada en la ciudad de México, esta compuesta por una nave de altura uniforme, estructurada mediante marcos de concreto reforzado aparente, los cuales fueron cimbrados con duelas que enseñan sus huellas. Fue diseñada por Alberto González Pozo y Leonardo Vilchis Platas y calculada por Juan Antonio Tonda en 1966.



Figura 2.16 Iglesia de San Antonio de Padua, 1966.

José Villagrán García, en 1967, construye el Edificio ICA en la ciudad de México (Figura 2.17) , el cual combina al concreto reforzado aparente, hecho *in situ*, en los muros ciegos con entrecalles, y con el prefabricado, en las traveses que sobresalen perpendicularmente en las fachadas, dándole un toque peculiar y característico al edificio. .

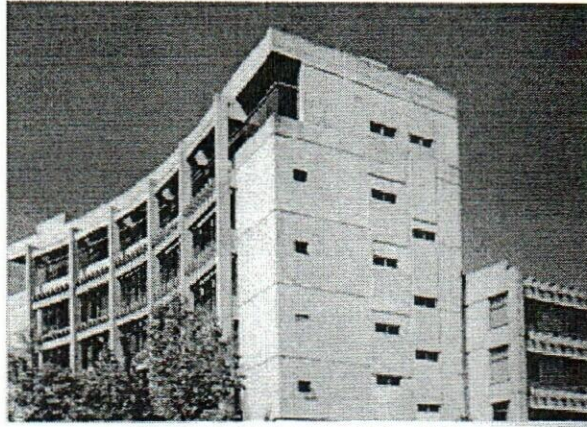


Figura 2.17 Edificio ICA, 1967.

Década de los 70's

El edificio de las oficinas centrales del INFONAVIT en la ciudad de México, fue diseñado y construido por los arquitectos Teodoro González de León y Abraham Zabludovsky, en 1973. Empleando el concreto aparente en su estructura, tanto interior como exterior. Usando en los muros concreto hecho *in situ*, con agregados de mármol, teniendo superficies desbastadas y algunas entrecalles horizontales. En la techumbre se uso concreto prefabricado y prefatigado, con superficies completamente tersas (Figura 2.18).



Figura 2.18 Oficinas centrales del INFONAVIT.

Agustín Hernández Navarro en 1975, construye su Taller de Arquitecto, ubicado en la ciudad de México, emplazado en un terreno de cuarenta y cinco grados de pendiente, haciendo una construcción respetuosa con el ambiente. Inspirada en la forma de los árboles (Figura 2.19), el diseño estructural se encuentra con un fuste o tronco cimentado de manera de raíz y un

coronamiento o follaje formado por cuatro volúmenes poliédricos. Su construcción es a base de concreto aparente con agregados de mármol teniendo dos tipos de acabados el martelinado y el pulido (Figura 2.20).



Figura 2.19 Taller conforma de árbol.

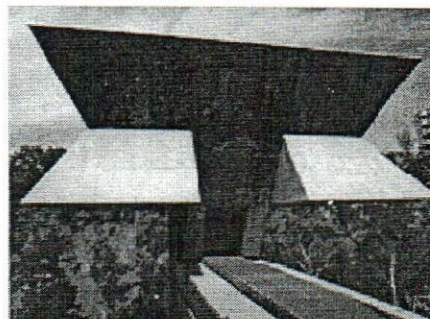


Figura 2.20 Se aprecian los dos tipos de acabados.

La Parroquia Universitaria de la Anunciación (Figura 2.21), es una de las primeras obras en la que se emplea el preesfuerzo, lo que significa que los elementos constructivos que lo componen fueron prefabricados y el acero de refuerzo es pretensado, para después ser transportado a la construcción e irse montando. La Parroquia fue construida por Enrique Landa Verdugo en 1976, en la ciudad de México.

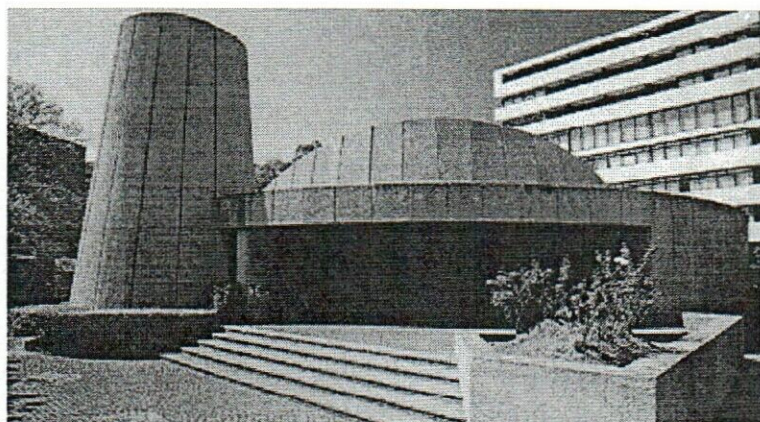


Figura 2.21 Parroquia universitaria de la Anunciación, 1976.

El Centro Cultural Universitario, fue construido en varias etapas, en 1976 se construyó la Sala Nezahualcóyotl (Figura 2.22) y en 1979 la Biblioteca Nacional, ubicadas en la ciudad de México (Figura 2.23), ambas construcciones estuvieron a cargo de Orso Núñez Ruiz Velasco.

En estos edificios se emplea el concreto aparente en forma masiva y con las mismas texturas en su exterior.

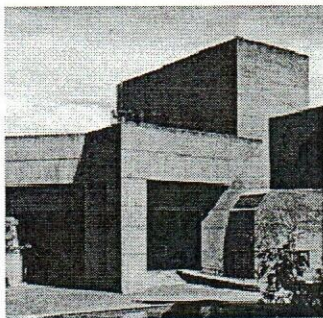


Figura 2.22 Sala Nezahualcóyotl.

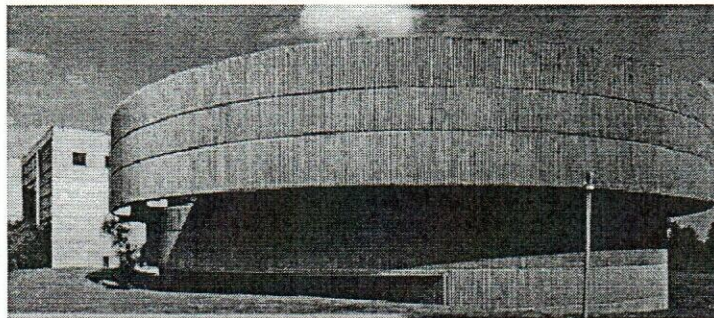


Figura 2.23 Biblioteca Nacional.

Las fachadas fueron cimbradas con tableros de elementos verticales, en forma de estrías con filos desbastados (Figura 2.24), provocando un claroscuro, favoreciendo la conservación del edificio. Cuenta con entrecalles horizontales a determinadas distancias.

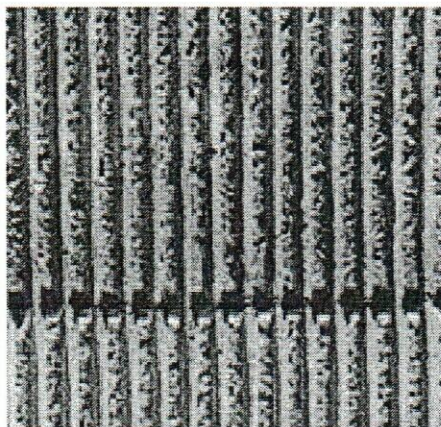


Figura 2.24 Detalle del acabado de los edificios.

En 1978, en la ciudad de Guadalajara se construyó el Edificio Luviano (Figura 2.25), diseñado por Félix Aceves Ortega y construido por Fernando Plaza. Este edificio fue concebido en concreto con el fin de lograr esa textura y duración que proporciona el concreto aparente. El concreto empleado fue hecho *in situ*, para su construcción se empleó madera de pino para su encofrado, haciendo moldes redondos y rectos, logrando una textura rugosa (Figura 2.26).

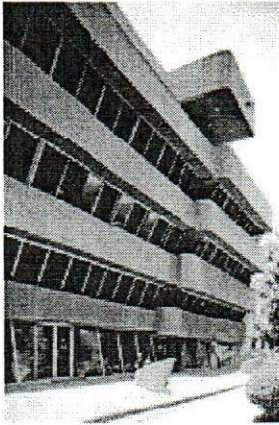


Figura 2.25 Edificio Luviano.

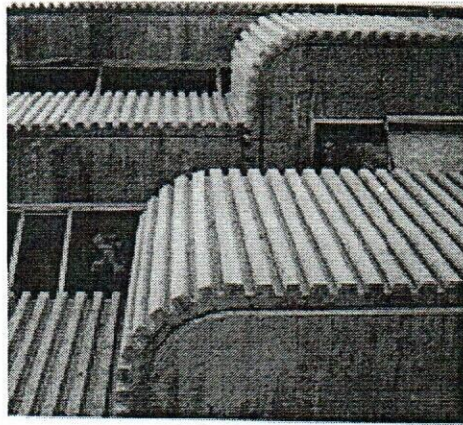


Figura 2.26 Detalle del concreto aparente.

Década de los 80's

En la ciudad de México se localiza el Bufete Industrial, diseñado por el arquitecto Juan José Díaz Infante, construido en 1985, en el cual se emplea concreto reforzado aparente con entrepisos de elementos prefabricados y prefatigados, con muros de apoyos estriados verticalmente y con entrecalles horizontales (Figura 2.27).



Figura 2.27 Bufete Industrial, 1985.

En el Estado de Tabasco, se localiza el Centro Administrativo de Gobierno, fue construido por Teodoro González de León y J. Francisco Serrano Cacho en 1987, y en el emplean el concreto aparente desbastado, martelinado (Figura 2.28).

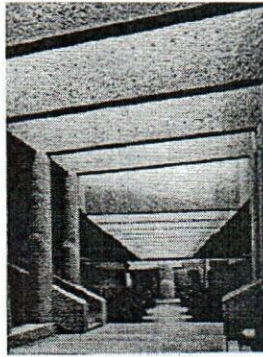


Figura 2.28 Centro Administrativo de Gobierno, 1987.

Otro edificio construido por estos arquitectos es la Biblioteca José María Pino Suárez (Figura 2.29), ubicada en la ciudad de Villermosa, Tabasco. En esta obra emplean muros ciegos con ciertas aberturas inclinadas en las ventanas, en esta obra se utilizó el concreto cincelado empleando piedras calizas de la región (Figura 2.30).

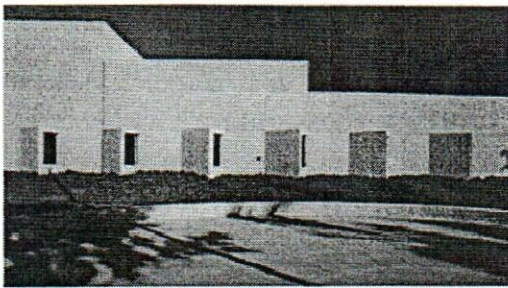


Figura 2.29 Biblioteca José María Pino Suárez.

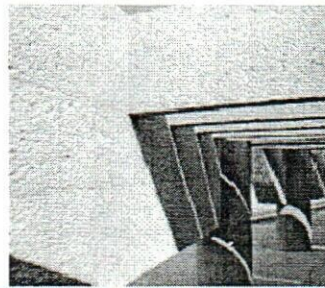


Figura 2.30 Detalle del concreto cincelado.

Década de los 90's

El arquitecto Abraham Zabludovsky en la ciudad de Aguascalientes, construye en 1991 el Teatro de la ciudad, en este edificio se emplea agregados de mármol rojizo con entrecalles horizontales, teniendo un acabado de concreto aparente desbastado (Figura 2.31).



Figura 2.31 Teatro de la ciudad de Aguascalientes, 1991.

Otra obra en la cual se emplea el concreto desbastado es la Cafetería Toks (Figura 2.32 y 2.33), localiza en el Estado de México, esta obra es diseñada por Emilio Ocejo Gutiérrez y Cristina Cordera Franzen en 1992.

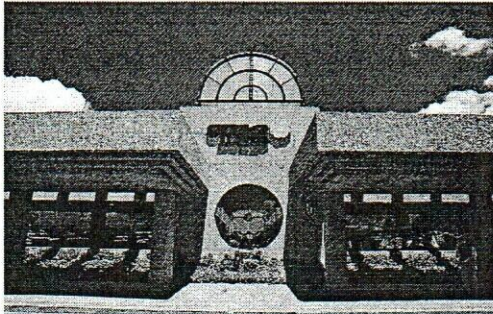


Figura 2.32 Cafetería Toks, 1992.

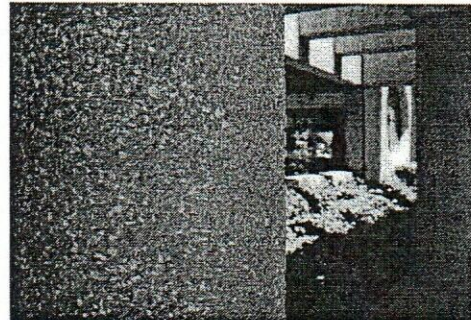


Figura 2.33 Detalle del concreto desbastado.

En el Museo del Pueblo Maya, en el Estado de Yucatán se emplearon diversas texturas del concreto aparente, entre ellas lisas, rusticas y cinceladas (Figura 2.34 y 2.35). El diseñador del museo es el arquitecto Fernando González Gortázar en 1993.

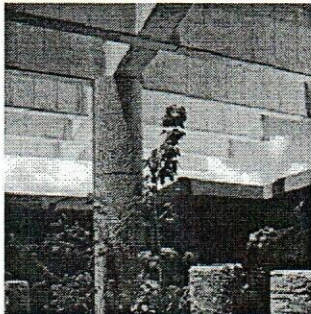


Figura 2.34 Andador del Museo.

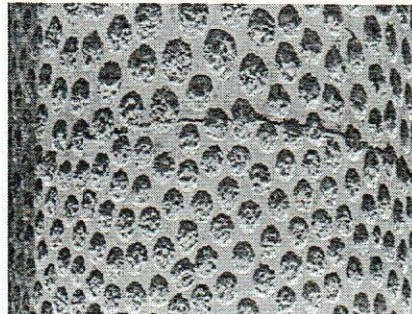


Figura 2.35 Detalle de la columna de concreto cincelado.

Alejandro Zohn en 1994, empleó concreto aparente con textura gruesa, martillado en líneas verticales en el exterior e interior del Centro de rehabilitación integral del DIF (Figura 2.36), mientras que en las pérgolas del interior del edificio utiliza el concreto aparente liso. El edificio se encuentra ubicado en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

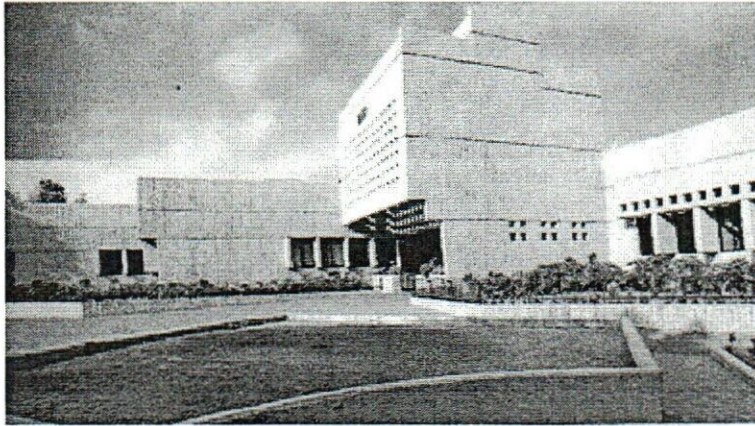


Figura 2.36 Dentro de rehabilitación integral DIF, 1994.

El tratamiento que se le dio al edificio de la Biblioteca de la Facultad de ciencias "Amoxcalli" UNAM, en la ciudad de México, es muy singular debido a que en ella se empleo piedra volcánica y cantera negra intercalada en franjas horizontales, permitiendo ocultar las juntas del colado (Figura 2.37), este edificio estuvo a cargo de Arcadio Artís Espriú en 1995.

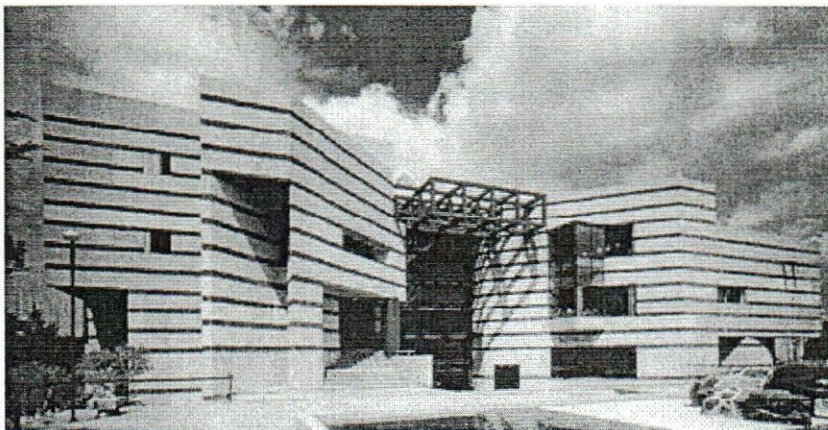


Figura 2.37 Biblioteca de la Facultad de Ciencias "Amoxcalli" UNAM, 1995.

En el Edificio de oficinas Hewlett Packard de la ciudad de México (Figura 2.38), en el se empleo concreto aparente, el cual fue elaborado con arena rosa de Santa Fe y grano de mármol blanco expuesto a base de cincel, empleando entrecalles y moños en los muros (Figura 2.39), este edificio fue construido en 1996 por Teodoro González de León y J. Francisco Serrano Cacho.

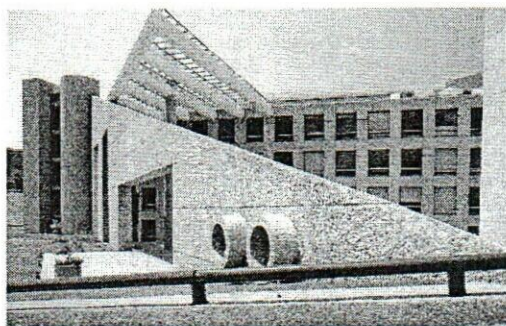


Figura 2.38 Edificio de oficinas Hewlett Packard, 1996.



Figura 2.39 Detalle de los muros.

En la ciudad de Mérida, Yucatán, emplearon concreto prefabricado pulido en el edificio la Torre CONFÍA (Figura 2.40), este edificio estuvo a cargo de un grupo de arquitectos entre ellos Augusto Quijano Axle, fue construido en 1996.



Figura 2.39 Torre CONFÍA, 1996.

En viviendas de interés social también es usado el concreto aparente, como es el caso del Conjunto urbano los Héroes (Figura 2.41), ubicado en Ixtapaluca, Estado de México, toda la edificación está realizada con cimbras metálicas. Teniendo texturas tersas, o bien con dibujos que semejan tabiques aparentes (Figura 2.42), toda esta obra se encuentra pintada en varios colores. La obra estuvo a cargo del Grupo SADASI en 1996.



Figura 2.41 Conjunto urbano los Héroes

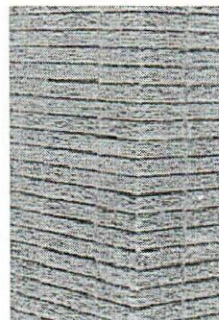


Figura 2.42 Detalle del muro con textura de tabiques

En el Centro Médico Nacional Siglo XXI de la ciudad de México, se localiza el Hospital de Oncología (Figura 2.43). El cual fue construido en 1997, por el arquitecto Alejandro Rebolledo Centeno, en este edificio se emplearon prefabricados de concreto martelinado de color integral (Figura 2.44).

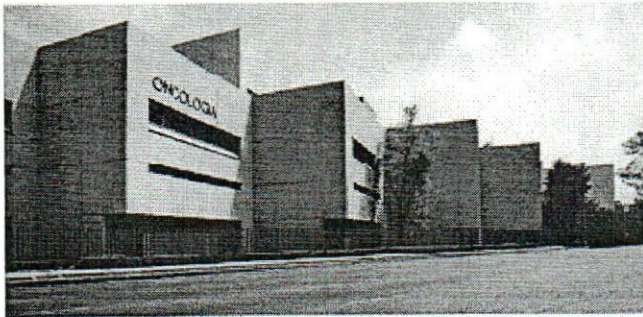


Figura 2.43 Hospital de Oncología, 1997.

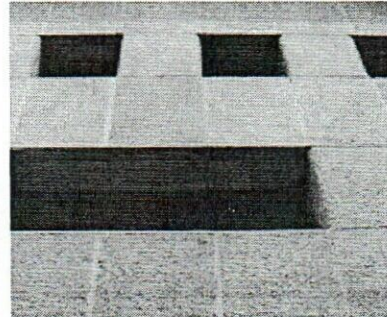


Figura 2.44 Placas de concreto martelinado.

El concreto aparente en Chiapas

En el estado de Chiapas, y principalmente en su ciudad capital, Tuxtla Gutiérrez, se ha utilizado el concreto aparente como símbolo de modernidad o de contemporaneidad, por lo que en los últimos años los edificios públicos son realizados con este tipo de material, tal es el caso del Palacio de Gobierno del Estado, (Figura 2.45), Biblioteca pública "Carlos Maciel Espinosa" (Figura 2.46), Centro cultural "Jaime Sabines" (Figura 2.47), Teatro de la ciudad "Emilio Rabasa" (Figura 2.48), Polyforum Mesoamericano (Figura 2.49), Centro de Convenciones, entre otros. Estos últimos tres edificios creados por el Arquitecto Abraham Zabludovsky, donde se aprecian los diferentes acabados del concreto debido, entre otros factores, a las características de los agregados (texturas y color) propios de la región, logrando con esto una mayor integración con el paisaje urbano.

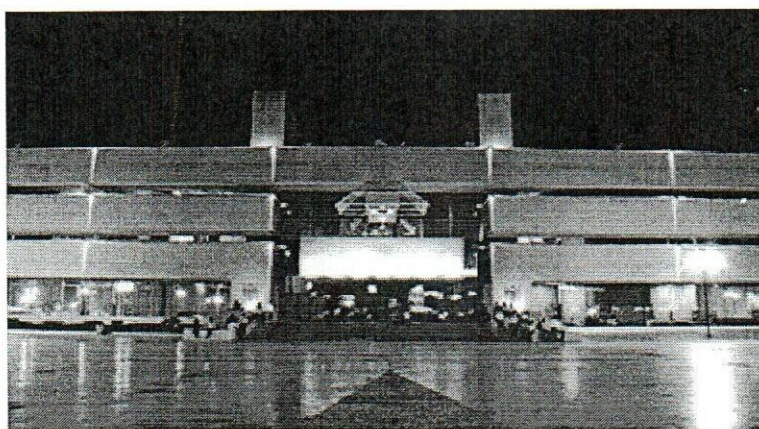


Figura 2.45 Palacio de Gobierno del Estado de Chiapas.



2.46 Biblioteca pública "Carlos Maciel Espinosa", UNACH.

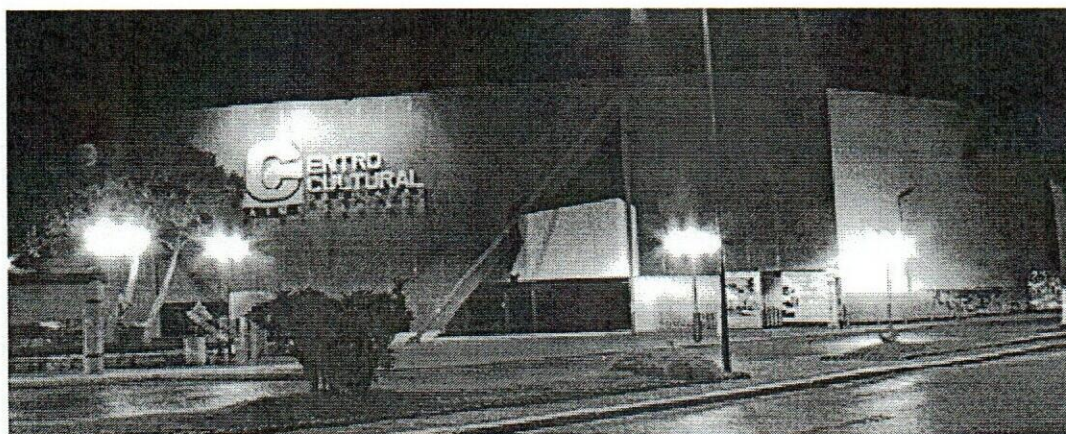


Figura 2.47 Biblioteca Centro Cultural Jaime Sabines



Figura 2.48 Teatro de la ciudad "Emilio Rabasa".



Figura 2.49 Polyforum Mesoamericano

En los ejemplos citados, el concreto aparente ha sido utilizado en diferentes partes de los edificios, como son muros, trabes, columnas, pérgolas, losas, pisos, entre otros. En ellos, podemos apreciar diferentes tipos de acabados, colores y texturas. Para la consecución de estos, ha sido indispensable el control de la calidad del concreto, para lograr una buena resistencia, dosificación, vibración y curado del concreto, estos aspectos son indispensables para conseguir una apariencia uniforme en el acabado del concreto.

En todas las obras vistas, se constata que la apariencia del concreto depende del tipo de cemento, de las características de sus agregados, recordemos que es la arena la que determina el color y la grava la textura del concreto, lo que proporciona una gran variedad de opciones en tipos de acabados, colores y texturas.

En lo que agregados se refiere es importante señalar que existen materiales de diferente naturaleza geológica como son: río, mina, caliza, cantera, etc. Teniendo cualidades físicas diferentes en cuanto a color, textura, consistencia, absorción, densidad y granulometría, que al combinarse con el cemento generan una mezcla única.

En el Estado de Chiapas se cuenta con una riqueza geológica variada, la cual es importante analizar, y determinar la factibilidad para su uso en concretos aparentes; por lo que en esta investigación se enfoca al estudio de los agregados de la Zona Centro del Estado de Chiapas.

Los agregados localizados en la zona cuentan con diversos tonos que pueden ser útiles en la apariencia del concreto, teniendo colores rojizos, ocres, beige, blancos, los cuales al ser empleados en la construcción de edificios estos se integran de manera natural al paisaje urbano, evitando el uso de recubrimientos.

Es necesario identificar que agregados son aptos para la elaboración de concretos aparentes y poder usarlos con toda confianza en la construcción de edificios y que a su vez le proporcione una identidad al estado. Sin olvidar que el aspecto final de un concreto depende de tres cosas: de su composición, de su molde y de su tratamiento superficial.

Esta investigación tiene como hipótesis que con la identificación, selección y determinación de las características físicas y mecánicas de los agregados de los bancos de materiales de la zona, es posible obtener concretos aparentes con resistencias, texturas y colores diferentes distintivos de la región centro del estado de Chiapas.

2.3 OBJETIVOS Y ALCANCES

2.3.1 Objetivo general:

Determinar los posibles tipos de acabados en concretos aparentes en las obras arquitectónicas de acuerdo a las características de los agregados de la región centro del estado de Chiapas.

2.3.2 Objetivos específicos:

- ✚ Conocer las características de los concretos aparentes
- ✚ Localizar los bancos de materiales de la zona de estudio.
- ✚ Caracterizar los agregados de los bancos seleccionados
- ✚ Diseñar concretos aparentes con el $f'c$ requerido por las especificaciones.

2.3.3 Alcances:

- ✚ Determinar las características y ubicación de los principales bancos de materiales de la Zona I Centro del Estado de Chiapas.
- ✚ Contar con una base de datos de la caracterización de los materiales para posibles usos en concretos.
- ✚ Desarrollar diferentes tipos de acabados con los materiales extraídos de los bancos analizados.

2.4 METODOLOGÍA

El desarrollo de la investigación se divide en tres etapas: el trabajo documental y de campo, trabajo experimental y el de diseño.

Etapas documental y de campo:

- ✚ Recopilar material bibliográfico con información relevante sobre el concreto, su resistencia, características, componentes y propiedades. Se indagó sobre las condiciones que deben cumplir los agregados y demás componentes del concreto de acuerdo a las normas que controlan la calidad del concreto para asegurar su estabilidad y resistencia.

- ✚ Investigar el proceso constructivo del concreto aparente, con el fin de saber las técnicas usadas en México y en el mundo, y determinar cuales de estas técnicas son factibles de aplicarse dadas las características de los agregados disponible en la zona de estudio.
- ✚ Investigar la ubicación de los bancos de la zona centro del estado de Chiapas, el tipo de agregado que se produce.

Etapas experimentales:

- ✚ Una vez ubicados los bancos de materiales en la zona de estudio, recopilar muestras de los agregados, realizar ensayos de laboratorio para determinar las posibilidades de elaboración de concretos aparentes a partir de sus características físicas.

Etapas de diseño:

- ✚ Realizar propuestas de dosificación de concretos, elaborar distintas pruebas de laboratorio y determinar su resistencia a la compresión. Posteriormente comenzar a trabajar con los acabados que tendran estos concretos. Y por último realizar las conclusiones de la investigación.

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO APARENTE

3.1. EL CONCRETO APARENTE

El concreto aparente es una mezcla de resistencia controlada, la cual esta compuesta por cemento portland, arena, grava, agua, aditivos y en algunos casos pigmentos, el cual es diseñado como un material que tiene su mayor resistencia a la compresión a los 28 días, su peso volumétrico es normal y cuenta con tonalidades o colores diversos de acuerdo a proyecto. El concreto aparente es ideal para cualquier tipo de elemento arquitectónico en el que se requiera de algún color específico o bien del color gris del concreto y la textura adecuada.

El "American Concrete Institute" (ACI), define al concreto aparente como el concreto expuesto como una superficie exterior o interior en la estructura terminada, lo cual contribuye en forma definida a su carácter visual y se designa específicamente como tal en los dibujos y especificaciones del contrato. Los materiales, procedimientos y acabados del concreto arquitectónico suelen ser diferentes de los del concreto estructural.

Greenham (1997) define al concreto aparente, como el concreto armado en edificaciones que se diseña y realiza bajo la clara intención de no revestirlo con ningún otro material. Para ello es necesario contar con proyectos arquitectónicos y estructurales adecuados. Si no se conjugan ambas cosas resulta mejor no emplearlo de manera aparente.

3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CONCRETO

El concreto presenta varias características, tiene una densidad promedio de $2,350 \text{ kg/m}^3$, la resistencia a la compresión varía de 100 a 500 kg/cm^2 para concreto ordinario, pero existen concretos especiales de hasta 2000 kg/cm^2 , su resistencia a la tensión es baja, generalmente despreciable en el cálculo global, del orden de un décimo de la resistencia a la compresión, su tiempo de fraguado es de aproximadamente dos horas la cual se encuentra en función de su temperatura, su tiempo de endurecimiento es progresivo, en función de la temperatura, humedad y otros parámetros, a los 7 días presenta una resistencia del 70% y a los 28 días la resistencia total.

Otra de sus características es que se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, por lo que resulta útil su uso simultáneo en la construcción, que al ser recubierto por el concreto, protege al acero de la oxidación.

Los materiales que lo componen cemento, agregados (arena y grava), agua y en algunos casos aditivos, deben ser inspeccionados para que cumplan con las especificaciones del proyecto.

3.2.1. COMPONENTES DEL CONCRETO

Normalmente, el concreto se compone de cuatro elementos tales como el cemento, agregados (arena y grava), agua y aditivos, los cuales son combinados en diversas proporciones. Y cuando el agua entra en contacto con ellos, se genera una reacción química conocida como hidratación, resultando con ello el endurecimiento del concreto.

En lo que se refiere a los agregados, estos representan el mayor volumen (66 a 78%) del material usado en el concreto. Debe ser limpios, duros, resistentes y durables y estar libres de químicos o partículas de arcillas u otros materiales extraños que impidan la adherencia entre el cemento y los agregados (Fahl, 2006).

Es importante señalar que no existe una normatividad para concretos aparentes, debido a que es un concreto convencional, hidráulico o estructural, teniendo como diferencia su apariencia final, por lo que a continuación se presentan los requerimientos que deben tener sus componentes de acuerdo a las Normas regidas por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación S. C. (ONNCCE) y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

3.2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO

De acuerdo a la norma N-CMT-2-02-001/02, el cemento Pórtland es un conglomerante hidráulico que al ser hidratado se solidifica y endurece. Se obtiene mediante un proceso industrial, pulverizado a un grado de finura determinado una mezcla fría de arcilla y materiales calcáreos, previamente sometida a cocción, que se denomina clinker Pórtland, el cual se adiciona sulfato de calcio como anhidrita (CaSO_4), yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), para regular el tiempo de fraguado. Según las propiedades que se requieran o para auxiliar la molienda, además se le pueden incorporar otros materiales como son las puzolanas, las escorias, el humo de sílice y calizas.

a) Tipos de cemento:

Con base a los materiales que los componen, los cementos Pórtland se clasifican en:

Tipo CPO (Cemento Pórtland ordinario)

El producido mediante la molienda del clinker Pórtland y sulfato de calcio. Cuando el proyecto no establezca el tipo de cemento Pórtland por usar en cada caso, se entenderá que se trata de cemento Tipo CPO.

Tipo CPP (Cemento Pórtland puzolánico)

El que resulta de la molienda conjunta del clinker Pórtland, puzolanas y sulfato de calcio.

Tipo CPEG (Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno)

El producido mediante la molienda del clinker Pórtland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio.

Tipo CPC (Cemento Pórtland compuesto)

El producido mediante la molienda del clinker Pórtland, puzolanas, escoria de alto horno, caliza y sulfato de calcio. En este tipo de cemento la caliza puede ser el único componente adicional al clinker Pórtland con el sulfato de calcio.

Tipo CPS (Cemento Pórtland con humo de sílice)

El producido mediante la molienda del clinker Pórtland, humo de sílice y sulfato de calcio.

Tipo CEG (Cemento con escoria granulada de alto horno)

El producido mediante la molienda del clinker Pórtland, sulfato de calcio y mayoritariamente escoria granulada de alto horno.

b) Clasificación según su resistencia a la compresión

En la Tabla 3.1, se presenta la clasificación de los cementos de acuerdo a su resistencia a la compresión.

Tabla 3.1.- Clases resistentes de los cementos Pórtland

Clase resistente	Resistencia a la compresión*		
	A 3 días ^[1]	A 28 días ^[2]	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
20	-	204	408
30	-	306	510
30R	204	306	510
40	-	408	-
40R	306	408	-

* Unidades Kg/cm²

[1] Corresponde a la resistencia inicial del cemento

[2] Corresponde a la resistencia normal del cemento

Fuente: Manual de la SCT, M-MMP-2-02-004

Para identificar un cemento Pórtland, la clase resistente se anotará inmediatamente después de la designación del tipo de cemento que indica en esta Norma, por ejemplo:

CPO 30, cuando se trate de un cemento Pórtland ordinario con una resistencia normal mínima de 306 kg/cm^2 .

CPEG 40R, si se requiere un cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno, que tenga una resistencia normal mínima de 408 kg/cm^2 y deba cumplir con una resistencia inicial mínima de 306 kg/cm^2 .

3.2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

Los agregados son materiales pétreos naturales, sujetos a tratamientos de disgregación, cribado, trituración o lavado, o materiales producidos por expansión, calcinación o fusión excipiente, que se mezclan con cemento Pórtland y agua, para formar concreto hidráulico.

a) Tipos de agregados para concreto hidráulico

Agregados finos:

Material obtenido de manera natural o de la trituración de rocas, escoria volcánica, concreto reciclado o una combinación de estos u otros; que pasa por la criba 4,75 mm (malla No. 4) y se retiene en la criba 0,075 mm (malla No. 200), de acuerdo a la norma NMX-C-111-ONNCCE-2004.

Agregados gruesos:

Material obtenido de manera natural o de la trituración de rocas, escoria de alto horno, escoria volcánica, concreto reciclado o una combinación de estos u otros; que es retenido por la criba 4,75 mm (malla No. 4) y que pasa por la criba 90 mm (malla No. 3 1/2").

b) Requisitos de calidad de los agregados finos

Granulometría

Estará comprometida entre los límites granulométricos de la Tabla 3.2:

Tabla 3.2.- Límites granulométricos para el agregado fino

Malla		Material acumulado en masa, en porcentaje; % que pasa
Abertura mm	Designación	
9.5	3/8"	100
4.75	No. 4	95-100
2.36	No. 8	80-100
1.18	No. 16	50-85
0.6	No. 30	25-60
0.3	No. 50	10-30
0.15	No. 100	2-10

El retenido parcial de la masa total en cualquier criba no debe ser mayor de 45 %. Pueden aumentarse los porcentajes del retenido acumulado de la masa ensayada en las cribas 0.300 mm (No. 50) y 0.150 mm (No. 100) a 95 % y 100 % respectivamente, siempre y cuando el contenido de cemento del concreto en que se vaya a utilizar el agregado sea mayor de 240 kg/m^3 para concreto con aire incluido, o mayor de 300 kg/m^3 para concreto sin aire incluido, o bien añadiendo un adicionante (cementante) que supla la deficiencia de material que pase por estas cribas.

En el caso de que los agregados que se pretendan emplear no cumplan con las tolerancias indicadas, pueden usarse siempre y cuando se tenga antecedentes de comportamiento aceptable en el concreto elaborado con ellos, o bien, que los resultados de las pruebas realizadas a estos concretos sean satisfactorias; los agregados se pueden usar siempre que se haga un ajuste apropiado en el proporcionamiento del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría.

Módulo de finura

El módulo de finura deberá estar comprendido entre 2,3 y 3,1, con una tolerancia de variación de 0,2 en más o en menos con respecto al valor de módulo de finura empleado en el diseño de proporcionamiento del concreto

hidráulico. En caso de que el módulo de finura sobrepase dicha tolerancia, se harán los ajustes necesarios en las proporciones, para compensar las variaciones de composición granulométrica.

Para calcular este módulo se requiere de la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados a partir de la criba 4,75 mm (malla No. 4) hasta la criba 0,150 mm (malla No. 100), divididos entre 100.

Material que pasa la malla No. 200 (0,075 mm)

El porcentaje de material que pasa la malla No. 200 (0.075 mm) en el agregado fino, no será mayor que los límites indicados en la Tabla 3.4. En casos especiales, los límites podrán ser hasta los indicados en la Tabla 3.5, según los límites de consistencias del material que pasa la malla No. 200.

Contenido de sustancias perjudiciales

Para determinar si los agregados finos satisfacen este requisito, se deben cumplir con las condiciones establecidas en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3.- Materiales finos que pasan por la criba 0,075 mm (No. 200)

Concepto	Material máximo permisible en masa de la muestra total en %
En concreto sujeto a abrasión	5,0 ⁽¹⁾
En concretos presforzados	8,0 ⁽¹⁾
En otros concretos	15,0 ⁽²⁾

(1) En caso de agregados triturados, si el material que pasa por la criba 0,075 mm (malla No. 200) es el resultado de la pulverización de rocas exentas de arcilla y/o pizarras, este límite puede incrementarse a 6 % y 10 %, respectivamente.

(2) Este valor, queda condicionado por los parámetros de contracción por secado y deformación diferida del concreto cuando así se solicite en el proyecto, y por la naturaleza de estos finos.

El contenido máximo de material fino que pasa por la criba 0,075 mm (No. 200), está en función de los límites de consistencia (Límites de Atterberg, obtenidos de acuerdo a lo indicado en la norma NMX-C-416-ONNCCE) los cuales determinan las propiedades de plasticidad de estos finos, y no deben exceder los límites que establece la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Cantidades de material máximas permisibles menor que la criba 0,075 mm (No. 200) en agregados finos

Límite líquido	Índice plástico	Material máximo permisible en masa que pasa por la criba 0,075 (no. 200), en por ciento %
Hasta 25	Hasta 5	15,0
Hasta 25	6 – 10	13,0
Hasta 25	11 – 15	6,0
26 – 35	Hasta 5	13,0
26 – 35	6 – 10	10,0
26 – 35	11 – 15	5,0
36 - 40	Hasta 5	10,0

La contracción lineal de los finos no debe ser mayor que el 2 % en todos los casos.

NOTA 1: ____ La aceptación del material en base a estos límites de plasticidad esta condicionado al cumplimiento del contenido de materia orgánica de la Norma NMX-C-076-ONNCCE.

Contenido de impurezas orgánicas

Los agregados finos deben estar libres de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas. Los agregados después de efectuar la prueba, que den un color más oscuro que la coloración No. 3, deben rechazarse, excepto, si se demuestra que la coloración es debida a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas semejantes, o bien, si se demuestra que el efecto de las impurezas orgánicas en morteros ensayados a la edad de 7 días, dan resistencias calculadas no menores del 95 %, conforme al método que establece la NMX-C-076-ONNCCE.

Intemperismo acelerado

El agregado fino tendrá una pérdida en la prueba de intemperismo acelerado, en masa, igual a 10 % o menor cuando se emplee sulfato de sodio, de 15 % o menor cuando se emplee sulfato de magnesio, realizando la prueba con una mezcla que cumpla los requisitos de granulometría, mediante el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-028, Sanidad de los Agregados mediante Sulfato de sodio o de Magnesio.

c) Requisitos de calidad de los agregados gruesos

Granulometría

Debe cumplir con los límites granulométricos que establece la Tabla 3.5, cuando se tengan agregados gruesos fuera de los límites indicados en la Tabla, se procesaran para que satisfagan dichos límites.

Tabla 3.5.- Límites granulométricos del agregado grueso, en masa, en porcentaje que pasa

Malla mm (designación)	Tamaño nominal mm												
	90 a 40	64 a 40	50 a 25	50 a 5	40 a 20	40 a 5	25 a 13	25 a 10	25 a 5	20 a 10	20 a 5	13 a 5	10 a 2.5
	Porcentaje retenido acumulado												
100 (4")	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
90 (3 ½")	90 a 100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
75 (3")	--	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
63 (2 ½")	25 a 60	90 a 100	100	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--
50 (2")	--	35 a 70	90 a 100	95 a 100	100	100					--	--	--
37.5 (1 ½")	0 a 15	0 a 15	35 a 70	--	90 a 100	90 a 100	100	100	100	--	--	--	--
25 (1")	--	--	0 a 15	-- 35 a 70	20 a 55	--	95 a 100	90 a 100	90 a 100	100	100	--	--
19 (¾")	0 a 5	0 a 5	--	--	0 a 15	35 a 70	--	20 a 55	--	90 a 100	90 a 100	100	--
12.5 (1/2")	--	--	0 a 5	10 a 30	--	--	25 a 60	0 a 15	20 a 55	40 a 70	--	90 a 100	100
9.5 (3/8")	--	--	--	--	0 a 5	10 a 30	--	0 a 5	0 a 10	0 a 15	20 a 55	40 a 70	85 a 100
4.75 (No. 4)	--	--	--	0 a 5	--	0 a 5	0 a 10	--	0 a 5	0 a 5	0 a 10	0 a 15	10 a 30
2.36 (No. 8)	--	--	--	--	--	--	0 a 5	--	--	--	0 a 5	0 a 5	0 a 10
1.18 (No. 16)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0 a 5

En el caso de aceptar que los agregados no cumplan con estos límites debe de ajustarse el proporcionamiento del concreto para compensar las deficiencias granulométricas, por lo tanto, demostrarse que el concreto elaborado tiene un comportamiento adecuado.

Esta especificación se debe verificar de acuerdo a la granulometría del agregado grueso de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-077-ONNCCE.

Material que pasa la malla No. 200 (0.075 mm)

Para determinar si los agregados finos satisfacen este requisito, se deben cumplir con las condiciones establecidas en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Materiales finos que pasan por la malla No. 200 (0.075 mm)

Concepto	Material máximo permisible en masa de la muestra total en %
En concreto sujeto a abrasión	5,0 ⁽¹⁾
En concretos presforzados	8,0 ⁽¹⁾
En otros concretos	15,0 ⁽²⁾

(1) En caso de agregados triturados, si el material que pasa por la criba 0,075 mm (malla No. 200) es el resultado de la pulverización de rocas exentas de arcilla y/o pizarras, este límite puede incrementarse a 6 % y 10 %, respectivamente.

(2) Este valor, queda condicionado por los parámetros de contracción por secado y deformación diferida del concreto cuando así se solicite en el proyecto, y por la naturaleza de estos finos.

El contenido máximo de material fino que pasa por la malla No. 200 (0.075 mm), está en función de los límites de consistencia, los cuales determinan las propiedades de plasticidad de estos finos, y no deben exceder los límites que establece la Tabla 3.7.

La contracción lineal de los finos no debe ser mayor que el 2 % en todos los casos.

TABLA 3.7.- C cantidades de material máximas permisibles menor que la criba 0,075 mm (No. 200) en agregados finos

Límite líquido	Índice plástico	Material máximo permisible en masa que pasa por la criba 0,075 (No. 200), en por ciento %
Hasta 25	Hasta 5	15.0
Hasta 25	6 – 10	13.0
Hasta 25	11 – 15	6.0
26 – 35	Hasta 5	13.0
26 – 35	6 – 10	10.0
26 – 35	11 – 15	5.0
36 – 40	Hasta 5	10.0

Sustancias nocivas en el agregado grueso

El agregado grueso sólo podrá ser aceptado cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio a juicio de la SCT en condiciones similares de intemperismo, o tratándose de agregados gruesos de los que no se tengan antecedentes, cuando se obtengan con ellos resultados satisfactorios en concretos sujetos a pruebas de sanidad, desgase, congelación y dehielo, de acuerdo con lo métodos descritos en los Manuales M-MMP-2-02-028, Sanidad de los Agregados mediante Sulfato de Sodio o de Magnesio, M-MMP-2-02-032, Resistencia a la Degradación del Agregado Grueso mediante la Máquina de Los Ángeles, M-MMP-2-02-060, Resistencia del concreto a congelación y Deshielo.

Reactividad con los álcalis del cemento

Si en el examen petrográfico se detectan partículas de sílice reactivo o de carbono reactivo y el agregado grueso se utilizará para la elaboración de concretos que estarán sujetos a la exposición prolongada en atmósfera húmeda o en contacto con suelos húmedos, dicho agregado cumplirá con lo indicado en la Rectividad de los agregados finos y gruesos.

Intemperismo acelerado

El agregado grueso que se emplee para esta prueba deberá tener una prueba máxima del 12%, realizando la prueba con sulfato de sodio, en una muestra que cumpla con los requisitos de granulometría.

De no cumplir con los requisitos establecidos, el agregado grueso sólo podrá ser aceptado cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio a juicio de la Secretaría en condiciones similares de intemperismo, o tratándose de agregados gruesos de los que no se tengan antecedentes, cuando se obtengan con ellos resultados satisfactorios en concretos sujetos a pruebas de congelación y deshielo, verificando que los concretos obtenidos tengan una resistencia superior a la de proyecto.

Resistencia al desgaste

Los agregados gruesos probados al desgaste tendrán una pérdida, en masa, del 50 % como máximo. Dicha pérdida se determinará en una muestra de agregados cuyo tamaño o tamaños nominales sean lo más semejante posible a los que se van a utilizar en la elaboración del concreto, mediante la Máquina de Los Ángeles (Manual M-MMP-2-02-032). Cuando se empleen varias granulometrías, el límite de pérdida por desgaste se aplicará a cada una.

Con excepción, y a juicio de la Secretaría, cuando el concreto se utilice para elementos estructurales que no estén sujetos a la abrasión, los agregados gruesos que tengan una pérdida al desgaste mayor que la indicada, podrán usarse siempre y cuando dichos agregados se obtenga, como mínimo la resistencia indicada en el proyecto.

3.2.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

El agua es el componente que se utiliza para generar las reacciones químicas en los cementantes del concreto hidráulico o del mortero de cemento Pórtland. Puede ser agua potable, aquella que por sus características químicas y físicas es útil para el consumo humano o que cumpla con los requisitos de calidad

establecidos en la Norma NMX-C-122-ONNCCE-2004. En casos especiales, se podrá usar agua de mar siempre y cuando cumpla con los requisitos.

a) Requisitos de calidad del agua

El agua que se utilice para la elaboración del concreto hidráulico o mortero de cemento Pórtland, excluyendo el agua de mar, cumplirá con los requisitos indicados en la Tabla 3.7.

El agua que no cumpla con los límites indicados, podrá utilizarse siempre y cuando, se demuestre que un concreto o mortero de propiedades comparables, hecho con agua del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio en condiciones similares de exposición.

Cuando sea imprescindible utilizar agua de mar, podrá emplearse únicamente para la fabricación y curado de concretos sin acero refuerzo o presfuerzo, debido a que aumenta el peligro de corrosión del acero, por lo que se prefiere no usarse para estos fines.

b) Transporte y almacenamiento del agua

Con el propósito de evitar la alteración de las características del agua para concreto hidráulico antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

Para transportar o almacenar el agua para concreto hidráulico, se utilizarán recipientes fabricados con materiales no corrosibles, que permitan filtraciones ni paso de luz, que cuenten con tapas herméticas y con un dispositivo de ventilación que eviten el paso de sustancias nocivas.

**Tabla 3.7.- Valores característicos y límites máximos tolerables
de sales e impurezas en el agua**

Sales e impurezas	Tipos de cemento*	
	Cementos ricos en calcio	Cementos resistentes a los sulfatos (RS)
Sólidos en suspensión		
• En aguas naturales (limos y arcillas)	2 000	2 000
• En aguas recicladas (finos de cemento y agregados)	50 000	35 000
Cloruro como CL (1)		
• Para concreto con acero de presfuerzo y piezas de puente	400 (3)	600 (3)
• Para concretos reforzados en ambiente húmedo o en contacto con metales como aluminio, fierro galvanizado y otros similares	700 (3)	1 000 (3)
• Sulfato como $SO_4=$ (1)	3 000	3 500
• Magnesio como Mg^{++} (1)	100	150
• Carbonatos como $CO_3=$	600	600
• Dióxido de carbono disuelto como CO_2	5	3
• Alcalis totales como Na^+	300	450
• Total de impurezas en solución	3 500	4 000
• Grasas o aceites	0	0
• Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido)	150 (2)	150 (2)
• Valor del pH	No menor de 6	No menor de 6.5

* Valores en partes por millón (ppm)

[1] Las aguas que exceden los límites enlistados para cloruros, sulfatos y magnesios, pueden emplearse si se demuestran que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla, incluyendo el agua de absorción de los agregados u otros orígenes, no exceden dichos límites.

[2] El agua se puede usar siempre y cuando las arenas que se empleen en el concreto contengan materia orgánica cuya coloración sea inferior a 2 de acuerdo con el método de la NMX-C-088.

[3] Cuando se use cloruro de calcio ($CaCl_2$) como aditivo acelerante, se tomará en cuenta la cantidad de éste para no exceder el límite de cloruros indicado en esta Tabla.

Si el agua es almacenada más de 40 días, previamente a su utilización se comprobará que sus características cumplan con lo indicado en la Norma.

Para la limpieza de los depósitos o recipientes, se tomará en cuenta lo siguiente:

Depósitos de concreto

Si previo a su uso el agua permanece más de 50 días en el depósito, éste se lavará en el momento en que se vacíe o antes de ser llenado de nuevo. De ser rutinario tal almacenaje, el lavado se hará cada 60 días como máximo. Si el agua está en constante movimiento, aun no vaciando el depósito en su totalidad debido al uso, su lavado se hará cada 6 meses como máximo.

Recipientes de metal o plástico de hasta 5 m³ de capacidad

Si previo a su uso el agua permanece más de 8 días almacenada, el lavado de estos recipientes se hará en el momento en que se vacíen o antes de ser llenados de nuevo, pero no más allá de 6 meses.

Si el agua está en constante movimiento, aun no vaciando el depósito en su totalidad debido al uso, su lavado se hará cada 20 días como máximo.

Depósitos de metal o plástico de más de 5 m³ de capacidad

Por lo general el uso de estos depósitos es para almacenar agua que está en constante movimiento. Su lavado se hará cada 10 meses como máximo.

3.2.1.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS ADITIVOS QUÍMICOS

Los aditivos químicos son materiales que se añaden al concreto inmediatamente antes o durante el mezclado, con el propósito de modificar convenientemente su comportamiento en el estado fresco o de inducir mejoras en determinadas propiedades del concreto endurecido.

a) Clasificación de los principales aditivos químicos (NMX-C-255-ONNCCE-2006).

Aditivo acelerante del fraguado inicial

Es un producto químico que tiene la propiedad de acortar el tiempo de fraguado del concreto.

Aditivo acelerante de resistencia

Para acelerar el fraguado del concreto obteniendo mayor resistencia a corta edad.

Aditivo inclusor de aire

Es un producto químico que tiene la propiedad de desarrollar un sistema disperso de burbujas microscópicas de aire, que mejoran la trabajabilidad de las mezclas e incrementa su resistencia al congelamiento.

Aditivos reductores de agua

Se utilizan para disminuir la cantidad de agua de la mezcla, incrementar la resistencia del concreto reduciendo la relación agua/cemento, sin alterar su consistencia original, o bien para aumentar la trabajabilidad sin disminuir la resistencia.

Aditivo reductor de agua de alto rango

Tiene la propiedad de disminuir la cantidad de agua de la mezcla, en 12% o más, referido a un concreto testigo.

Aditivos reductores de agua de alto rango y retardantes

Proporcionan una reducción mayor de agua de la mezcla, en 12% o más, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de prolongar el tiempo de fraguado del concreto.

Aditivos reductores de agua y acelerante

Es un producto que tiene la propiedad de disminuir la cantidad de agua de la mezcla, entre 5% y 11%, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de acortar el tiempo de fraguado del concreto.

Aditivos reductores de agua y retardantes

Este producto tiene la finalidad de disminuir la cantidad de la mezcla, entre 5% y 11%, requerida para producir un concreto de una consistencia dada, además de prolongar el tiempo de fraguado del concreto.

Aditivos retardantes

Se utilizan para retardar el fraguado del concreto aumentando así el tiempo de manejo antes de su colocación.

Aditivos superplastificantes

Proporcionan un incremento de 9 cm. como mínimo en el revenimiento, para producir un concreto fluido con revenimiento superior a 19 cm., sin presentar segregación ni sangrado.

Aditivos superfluidificantes y retardantes

Proporcionan un incremento de 9 cm. como mínimo en el revenimiento, para producir un concreto fluido con revenimiento superior a 19 cm., sin pérdida de cohesión y con retardo en el tiempo de fraguado.

b) Requisitos de calidad

El concreto elaborado con alguno de los aditivos químicos antes descritos deberá cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-255-ONNCCE-2006. La frecuencia de verificación de estos requisitos es de cada doce meses como máximo para cada tipo de aditivo y permite al fabricante emitir un certificado de conformidad cuando el cliente lo solicite dentro de este periodo, dicho certificado avala el buen desempeño del producto.

c) Almacenamiento

Cuando se requiera almacenar los aditivos para concreto en una obra, por ser éstos de fabricación especial, se respetarán los requisitos indicados en la

ficha técnica de cada fabricante, debiendo verificar el número de lote, fecha de fabricación y de caducidad.

El aditivo que permanezca debidamente almacenado por más de 6 meses, después de las pruebas de control correspondientes, será muestreado y probado nuevamente antes de usarse.

d) Criterios para aceptación o rechazo

Para que un aditivo sea aceptado, antes de su utilización, es importante que se garantice el cumplimiento de todos los requisitos de calidad propias del fabricante, el cuál deberá ser aprobado por un laboratorio.

Será motivo de rechazo aquel aditivo que haya caducado de acuerdo con su fecha de fabricación o que no cumpla con las características indicadas en su ficha técnica.

3.3 TIPOS DE CONCRETO APARENTE, USO Y APLICACIÓN

El concreto aparente presenta un acabado agradable, el cual se obtiene de una buena cimbra. Las propiedades que debemos de considerar son que tenga resistencia a la intemperie, una menor segregación, bajos coeficientes del cemento, esfuerzos de fluencia y contracciones bajos y lo más importante una apariencia uniforme en su superficie.

Este tipo de concreto ofrece una combinación única de flexibilidad, diseño, belleza y durabilidad en el diseño de estructuras, acabados y fachadas a través de una gran variedad de formas, colores, texturas superficiales y acabados, sin que por ello se tenga que renunciar a sus características estructurales de estabilidad y permanencia

En cuanto a usos se refiere es la mejor opción para la construcción de elementos y superficies que requieren colores especiales para lograr entornos o acabados especiales. Algunas de sus aplicaciones son: Elementos prefabricados, muros, losas, pavimentos, pisos estampados, pisos con agregado expuesto y banquetas.

A continuación se presentan algunos acabados del concreto aparente de acuerdo al tipo de concreto fresco o endurecido y si se encuentran dentro o fuera del molde.

a) Acabados del concreto fresco fuera del molde:

- *Acabado directo:* Es la apariencia que se logra por medio del molde cuando la superficie del concreto no está sujeta a ningún otro tratamiento futuro. Por ejemplo, el concreto natural con la apariencia directa de la superficie del molde puede tener diferentes relieves o texturas y formas o defectos que adopta el concreto.
- *Acabado liso:* La superficie no recibe acabado adicional, sale perfectamente lisa del molde. Acabado en base a perfiles insertados. Se obtiene mediante la fijación de perfiles sobre un molde de madera. Posteriormente, estos perfiles se sacan del concreto semi endurecido por medios mecánicos. Al igual que en todos los demás acabados, para lograr resultados satisfactorios es indispensable realizar pruebas a escala natural.
- *Acabado con relieves mediante patrones y forros:* Se pueden lograr gran variedad de efectos por medio de la textura o relieve de los moldes (Figura 3.1). Las diversas texturas y relieves para los acabados de los precolados pueden lograrse con laminados plásticos que se colocan como forros del molde antes de colocar el concreto.
- *Acabado con recubrimientos integrales:* También es posible fabricar elementos de concreto para fachadas, recubiertos con otro material. Por ejemplo azulejos, piedra natural y ladrillos de arcilla, entre otros. Una técnica que se utiliza frecuentemente es el acabado de las superficies de concreto con azulejos; por medio de una ingeniosa técnica de moldeo, en la cual los pequeños azulejos se fijan durante el vaciado y la compactación del concreto.



Figura 3.1: Acabado con relieves mediante patrones y forros.

- *Acabado en superficies horizontales:* Existe una gran variedad de acabados decorativos para superficies horizontales de concreto, desde pulido liso hasta grabados con apariencia rugosa o áspera.
- *Acabado con llana o alisado:* No obstante que el acabado alisado puede ser uno de los más económicos, su producción con color estándar y con un acabado consistente requiere de personal capacitado, equipo especializado y un control de calidad estricto. Siempre que sea posible, se recomienda que las superficies estén moduladas por medio de ranuras, cortes o relieves, y que estén bien perfiladas. Cualquier grabado de formas o perfiles que proporcionen efectos de claroscuro mejorará los resultados finales.
- *Acabado estampado:* El concreto estampado ofrece durabilidad y belleza. El acabado estampado es un método de texturación con el cual se pueden imprimir interesantes patrones a superficies de concreto arquitectónico con diseños como ladrillo, piedras naturales y mosaicos. El procedimiento más efectivo para producir diseños simulados lo constituye el estampado como parte del terminado.
- *Acabado con diseños incrustados:* Este es un acabado superficial con algún diseño decorativo. Después de trabajar con llana el concreto, se coloca el material y se incrusta en su totalidad.

b) Acabados del concreto endurecido fuera del molde:

- *Acabados por medios manuales:* Se utilizan diversos tratamientos mecánicos para exponer los agregados que están ganando popularidad como métodos novedosos para producir texturas de agregado expuesto como el martelinado, el picoteado, el cincelado, el descascarado y el fracturado, entre otros. El resultado que se logre dependerá no sólo del método sino del tamaño y forma del agregado y de la herramienta que se utilice. El procesamiento manual de las superficies de concreto con el uso de martelinas o punteros y el martillado han perdido competitividad con respecto a los tratamientos mecánicos debido a los altos costos de la mano de obra (Figura 3.2).



Figura. 3.2. Acabados con medios manuales.

- *Estrías fracturadas:* Las estrías martilladas se producen fracturando manualmente de una manera uniforme para exponer el agregado de las puntas de las aristas del precolado cuando ya está fuera del molde. Con este método se obtienen superficies muy atractivas. Para ello, la pericia de los obreros es esencial por lo que es importante hacer pruebas a escala natural para establecer la mezcla y los agregados que proporcionarán sobre la superficie fracturada el aspecto requerido (Figura 3.3).

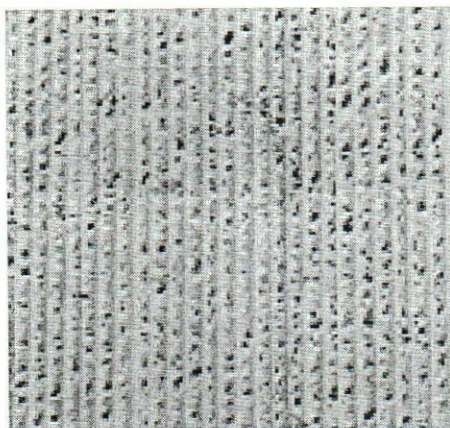


Figura 3.3. Estrias fracturadas

- *Sopleteado con chiflón de aire-arena:* El sopleteado con arena de una superficie de concreto endurecido produce una apariencia muy diferente. Se pueden crear muchos efectos de textura, desde una sensible revelación de los granos de arena hasta una revelación fuerte de los agregados toscos, los que crearán sombras pronunciadas.
- *Desescamado neumático:* Las líneas o juntas creadas por las fugas de los revestimientos pueden remediarse con la pistola de agujas desarrollada para desescamar acero estructural (Figura 3.4). Esta es una herramienta que remueve con eficacia las líneas dejadas por las fugas de lechada que no pueden quitarse con un sopleteado inicial con arena. Es necesario proceder con cuidado para evitar la formación de depresiones irregulares que proyectan sombras cuando el sol esté rasante a un ángulo agudo con respecto al edificio.



Figura 3.4 Desescamamiento del concreto.

- *Acabado esmerilado, pulido y brillado:* La calidad de los acabados pulimentados es comparable con la piedra natural pulida, granito o mármol, lo que da al arquitecto o ingeniero la opción de diseñar una fachada a menor costo utilizando elementos precolados.

El acabado se produce fuera del molde al esmerilar aproximadamente 3 mm de la superficie. Es posible obtener diversos grados de pulido de la superficie de acuerdo con las piedras de esmerilar utilizadas. Es necesario contar con un equipo apropiado y trabajadores especializados.

c) Acabados con el agregado expuesto:

- *Cepillado y lavado:* Entre los acabados superficiales del concreto fresco se incluye el agregado expuesto por lavado con agua. Se trata de un acabado decorativo de concreto que se obtiene al quitar la piel externa del mortero cuando éste se encuentra aun sin endurecer completamente, es decir, quitar la pasta de cemento superficial mientras aun es plástica y permite dejar expuesto el agregado grueso.

Este es un método antiguo para agregados expuestos usado por Frank Lloyd Wright en el histórico Unity Temple en 1905. En la actualidad suele emplearse en superficies horizontales aunque también puede ser efectivo en superficies verticales si puede lavarse antes de que el concreto haya obtenido su resistencia completa. Sin embargo, con frecuencia se prefiere usar la inhibición química del fraguado, debido a que en general se controla mejor y ahorra mano de obra.

Los agregados que se trituran en formas angulares o escamosas pueden no dar un aspecto consistente (Figura 3.5). Los agregados de piedra redonda o de río son lo ideales y generalmente debe considerarse una mezcla con granulometría escalonada.

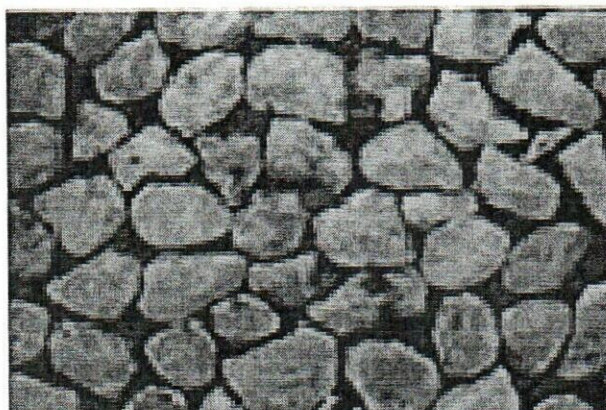


Figura 3.5 Acabados con agregados expuestos

- *Retardadores de fraguado y lavado con agua:* En trabajos de concreto arquitectónico se puede usar retardante de superficie para exponer el agregado y producir efectos de luz y sombra con la textura.

El propósito del retardador es demorar, pero no evitar, el fraguado del cemento de manera que después de que el concreto haya sido curado sea posible quitarlo mediante cepillado o por la aplicación de chiflón de agua a presión. El retardante se debe aplicar con suficiente precisión para no permitir la exposición de áreas acentuadas.

Si los agregados son expuestos por lavado de la superficie del concreto con agua o mediante el uso de un retardador o inhibidores de fraguado superficial (Figura 3.6), tanto los agregados como el concreto coloreado mantienen su intensidad de color. Para obtener mejores resultados deberá usarse el porcentaje más alto posible del agregado grueso seleccionado.

Con el empleo de inhibidores de fraguado es posible combinar tanto superficies lisas como de agregado expuesto en un mismo elemento.



Figura 3.6. Lavado con agua

- *Acabado grabado con ácido:* Este acabado se obtiene mediante la corrosión del cemento por medio de un ácido. El grabado con ácido da un acabado fino. Los materiales expuestos son principalmente cemento, arena y un pequeño porcentaje de agregados gruesos visibles. Se obtienen mejores resultados cuando se usan agregados resistentes a los ácidos, como el cuarzo y el granito.
- *Sopleteado con chorro de agua-arena:* El proceso del chiflón de arena con el chorro de agua como vehículos erosionantes permite obtener una textura densa y uniforme. En el acabado del chiflón de agua predominarán los colores del cemento -arena.

d) Acabados combinados:

- *Esmerilado y grabado con ácido:* La combinación de una superficie pulida o esmerilada con máquina y el grabado con ácido proporciona una superficie que expone un porcentaje muy elevado de agregados.

El proceso consiste en que después del esmerilado, el ácido elimina el cemento y los finos del agregado. Este acabado es resistente a la intemperie y puede conservar su aspecto durante muchos años siempre que se logre una alta densidad de agregado en la superficie.

El pulido a mano de aristas, vueltas y detalles donde no es posible usar equipo mecánico resulta lento y costoso. Siempre que sea posible, debe evitarse en el diseño.

- *Pulido con chiflón de arena y grabado con ácido:* El proceso de pulido creará entre la superficie del acabado pulido y el área tratada con el chiflón de arena un escalón de aproximadamente 3 mm.

En tanto que la combinación de pulimentado grabado con ácido proporciona un acabado de la superficie en el que predomina el color del agregado, el acabado pulimentado con chiflón de arena logra un marcado contraste entre el agregado pulimentado y la matriz del concreto sometida a chiflón de arena.

CAPÍTULO 4

ZONA DE ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

Para determinar los posibles tipos de acabados en concretos aparentes en las obras arquitectónicas de acuerdo a las características de los agregados de la Zona Centro del Estado de Chiapas, se requiere conocer los bancos de materiales que se localizan en esta región que sean aptos para la elaboración de concretos aparentes.

4.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Estado de Chiapas se encuentra integrado por 119 municipios, los cuales están divididos en 9 Regiones socioeconómicas (Figura 4.1), en la Zona Centro, se localizan 22 municipios, entre ellos la capital del estado, Tuxtla Gutiérrez, así como los municipios de Chiapa de Corzo, Cintalapa, Berriozabal, Ocozocoautla, San Fernando, entre otros (Figura 4.2).

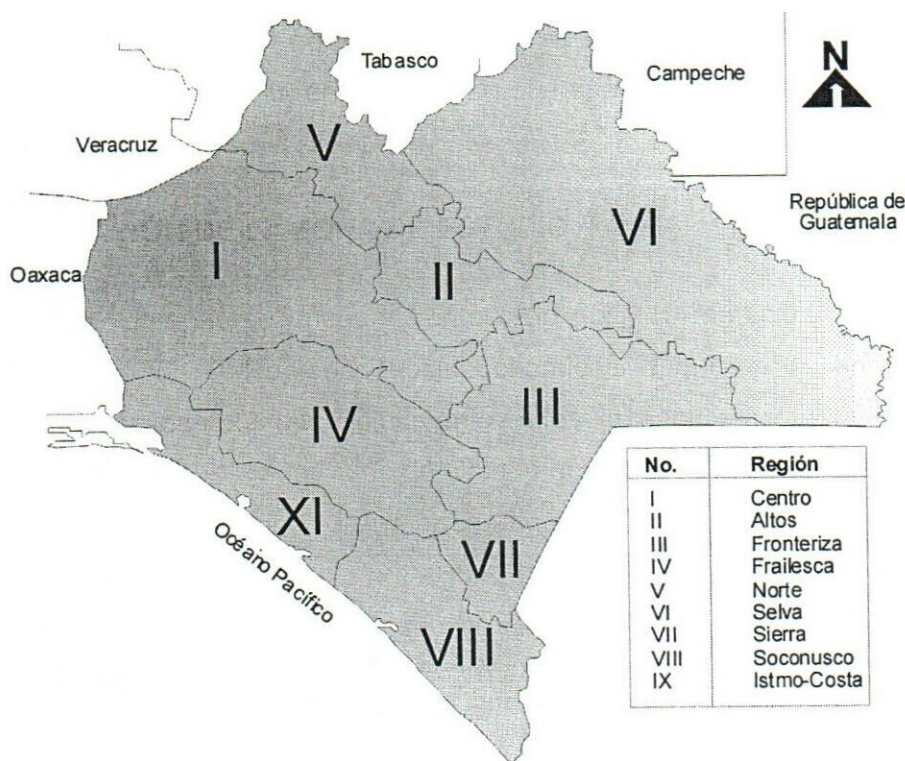
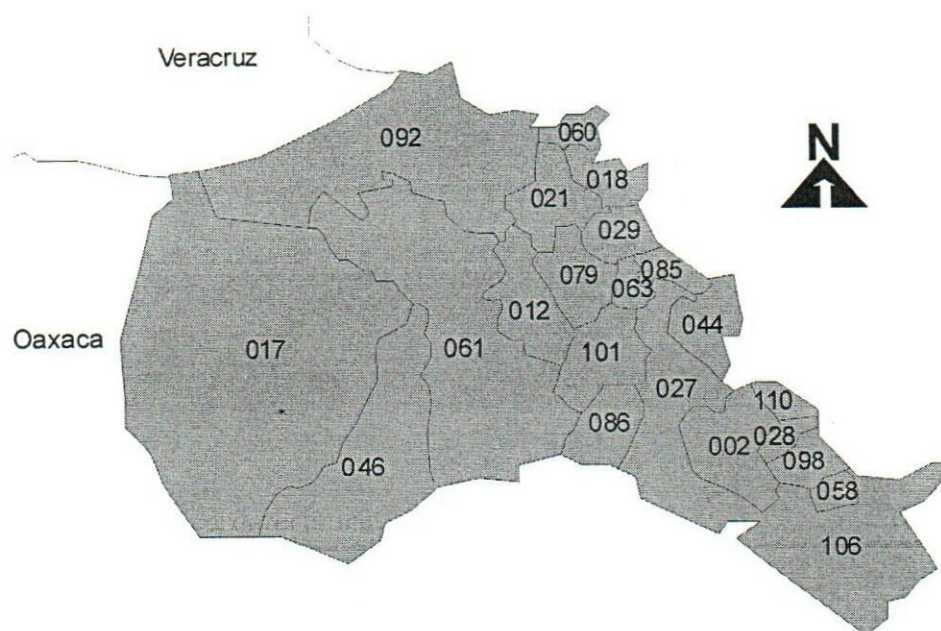


Figura 4.1. Regiones fisiográficas del Estado de Chiapas



Región I Centro Municipios			
002	Acala	060	Ocotepec
012	Berriozabal	061	Ocozacoautla de Espinosa
017	Cintalapa	063	Osumacinta
018	Coapilla	079	San Fernando
021	Copainalá	085	Soyaló
027	Chiapa de Corzo	086	Suchiapa
028	Chiapilla	092	Tecpatán
029	Chicoasén	098	Totolapa
044	Ixtapa	101	Tuxtla Gutiérrez
046	Jiquipilas	106	Venustiano Carranza
058	Nicolas Ruiz	110	San Lucas

Figura 4.2. Municipios que integran la Región Centro del Estado de Chiapas.

4.2. BANCO DE MATERIALES

A partir de la investigación para localizar todos los bancos existentes en la región, se seleccionaron los bancos de materiales más usados por los constructores para la elaboración de concretos,

En la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se encuentran registrados 18 bancos de materiales aptos para la fabricación de concretos (SCT, 2007). Y dentro de los bancos que no se encuentran registrados están GORSA (Berriozabal), Trituradora Flamingo (Cintalapa), Trituradora Altamira (San Fernando), Caleras Maciel (Tuxtla Gutiérrez), entre otros.

Con información proporcionada por el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura, sobre los bancos de materiales de la zona de estudio, estos fueron inicialmente clasificados de acuerdo a su procedencia geológica (mina¹, cantera², caliza³, río⁴) (Tabla 4.1), estableciendo su ubicación (Figura 4.3), así como el tipo de agregado y características físicas.

Tabla 4.1. Nombre de municipios, bancos y tipo de agregado

Municipio	Nombre del banco	Arena	Grava
002 Acala	Milane	Río	Río
012 Berriozabal	GORSA	Triturada	Triturada
017 Cintalapa	Río Cintalapa	Río	Río
	Trituradora Flamingo	No	Triturada
021 Copainalá	Copainalá	No	Triturada
027 Chiapa de Corzo	Río Grijalva	Río	Río
	Banco San Isidro	Río	Río
	Caminos de Chiapas	No	Triturada
028 Chiapilla	Río Frio	Río	No
	Arroyo el Ceibo	No	Río
061 Ocozocoautla de Espinosa	Las Minas	Mina	Mina
079 San Fernando	Trituradora Altamira	Triturada	Triturada
086 Suchiapa	Río Suchiapa	Río	No
098 Totolapa	Río Páchen	Río	Río
101 Tuxtla Gutiérrez	Caleras Maciel	Triturada	Triturada

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura, 2009.

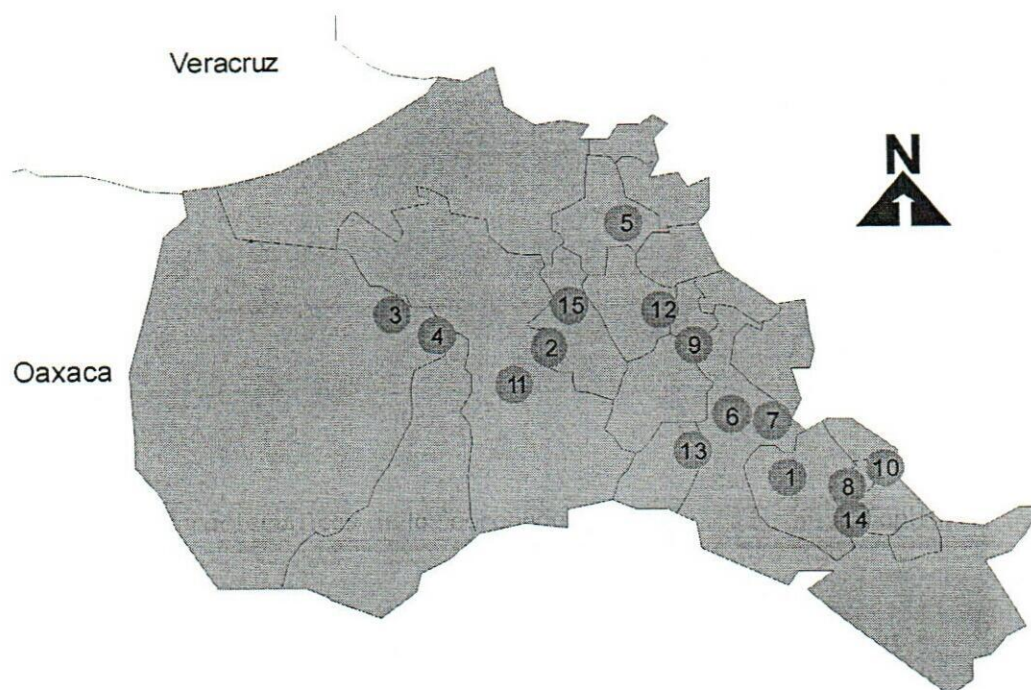
Como se aprecia en la Tabla anterior no en todos los bancos de materiales se encuentran ambos agregados (arena y grava). Los bancos en los que únicamente producen grava son: Trituradora Flamingo, Copainalá, Caminos de Chiapas y Arroyo el Ceibo. Y de los bancos en los cuales únicamente se obtiene arena: Río Frío y Río Suchiapa.

¹ Son materiales que se encuentran debajo de la tierra.

² Son agrupaciones de materiales duros y compactos que se localizan en las superficies.

³ Son agrupaciones de materiales duros y sueltos

⁴ Se localizan en los márgenes del río o bien dentro de ellos.



Región I Centro			
Banco de materiales analizados			
1	Milane	9	Caminos de Chiapas
2	GORSA	10	Arroyo el Ceibo
3	Río Cintalapa	11	Las Minas
4	Flamingos	12	Trituradora Altamira
5	Copainalá	13	Río Suchiapa
6	Santo Domingo	14	Río Páchen
7	San Isidro	15	Caleras Maciel
8	Río Frio		

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura, 2009.

Figura 4.3 Ubicación de los bancos de materiales analizados

En la Tabla 4.2 se presentan los resultados obtenidos de los trece bancos de materiales de gravas y en la Tabla 4.3 el de los once bancos de arena. La información que se presenta son: Peso volumétrico seco suelto (P.V.S.S.), peso volumétrico seco compacto (P.V.S.C.), granulometría, módulo de finura, densidad y absorción.

Tabla 4.2. Bancos de materiales de gravas.

CIUDAD	NOMBRE DEL BANCO	PROCESO	GRAVA														
			P.V.S.S.	P.V.S.C.	% ABS.	DENSIDAD	GRANULOMETRÍA										TAMANO MÁXIMO
							3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4			
002 Acala	Milane	Río	1,769.32	1,782.01	0.48	2.63	0	5	10	23	37	73	85	94	2"		
012 Berriozabal	DISAC	Triturada	1,467.63	1,499.42	3.62	2.5	0	0	1	4	4	19	43	68	1 1/2"		
017 Cintalapa	Río Cintalapa	Río	1,453.28	1,568.62	0.8	2.5	0	0	1	23	24	78	91	99	1 1/2"		
	Trituradora Flamingo	Triturada	1,245.67	1,418.68	0.3	2.43	0	2	6	39	64	90	95	99	2"		
021 Copainalá	Copainalá	Triturada	1,435.98	1,632.06	1.2	2.45	0	0	0	5	39	93	99	100	1"		
027 Chiapa de Corzo	Banco San Isidro	Río	1,456.47	1,502.79	2.24	2.38	0	0	8	40	74	85	91	98	1 1/2"		
	Santo Domingo	Río	1,638.00	1,715.00	0.74	2.63	0	4	16	38	51	72	83	99	2"		
028 Chiapilla	Arroyo el Ceibo	Río	1,567.41	1,702.24	2.04	2.5	0	0	2	16	26	49	64	97	1 1/2"		
061 Ocozocoautla de Espinosa	Las Minas	Mina	1,529.02	1,674.11	0.18	2.5	0	0	0	3	12	39	58	97	1"		
079 San Fernando	Trituradora Altamira	Triturada	1,395.62	1,510.96	1.86	2.55	0	0	0	9	27	60	78	99	1"		
086 Suchiapa	Río Suchiapa	Río	1,424.58	1,592.18	1.11	2.56	0	0	0	0	8	54	74	96	3/4"		
098 Totolapa	Río Páchen	Río	1,469.27	1,569.83	1.72	2.41	0	0	8	40	52	73	84	100	1 1/2"		
101 Tuxtla Gutiérrez	Caleras	Triturada	1,372.55	1,499.42	0.75	2.66	0	0	0	10	44	84	95	99	1"		

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura, 2009.

Tabla 4.3. Bancos de materiales de arenas.

CIUDAD	NOMBRE DEL BANCO	PROCESO	P.V.S.S.	P.V.S.C.	% ABS.	DENSIDAD	ARENA										M.FINURA
							GRANULOMETRÍA										
							No.4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200				
002 Acala	Milane	Rio	1,708.33	1,920.30	1.83	2.34	25	41	57	74	94	99	100	3.9			
012 Berriozabal	DISAC	Triturada	1,479.16	1,687.50	1.01	4.04	1	5	20	49	76	94	99	2.45			
017 Cintalapa	Rio Cintalapa	Rio	1,437.50	1,625.00	0.16	2.47	0	1	9	33	63	92	99	1.98			
027 Chiapa de Corzo	Santo Domingo	Rio	1,458.33	1,687.50	0.233	2.43	1	9	29	59	87	97	99	3.81			
	Banco San Isidro	Rio	1,333.33	1,541.66	0.5	2.5	2	5	13	21	52	94	100	1.87			
028 Chiapilla	Rio Frio	Rio	1,458.33	1,645.83	1.94	2.53	2	15	29	46	75	95	99	2.62			
061 Ocozocoautla de Espinosa	Las Minas	Mina	1,562.50	1,812.50	1.69	2.53	0	34	55	64	78	87	93	3.18			
079 San Fernando	Trituradora Altamira	Triturada	1,541.66	1,750.00	0.3	2.54	6	31	53	68	79	86	90	3.23			
086 Suchiapa	Rio Suchiapa	Rio	1,604.16	1,729.16	1.38	2.45	7	20	45	66	85	96	99	3.19			
098 Totolapa	Rio Páchen	Rio	1,541.66	1,645.83	1.78	2.44	8	19	36	56	82	96	99	2.97			
101 Tuxtla Gutiérrez	Caleras Maciel	Triturada	1,312.50	1,520.84	5.22	2.39	1	2	69	83	87	93	98	3.35			

Fuente: Laboratorio de Materiales de la Facultad de Arquitectura, 2009.

4.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS

En la interpretación de los resultados de laboratorio, se determinó que agregados son aptos para la elaboración de concretos.

Los bancos que cumplen con la granulometría según la norma mexicana NMX-C-077-ONNCCE, para agregados gruesos (grava) son cinco: Trituradora Flamingo (Cintalapa), Río Grijalva (Chiapa de Corzo), Río Cintalapa (Cintalapa), Las Minas (Ocozocoautla de Espinosa), Trituradora Altamira (San Fernando).

Los bancos de arena que presentan con la granulometría adecuada para concretos son seis: GORSA (Berriozabal), Río Grijalva (Chiapa de Corzo), Río

Frío (Chiapilla), Las Minas (Ocozocoautla de Espinosa), Río Suchiapa (Suchiapa), Río Páchen (Totolapa).

4.3 ELECCIÓN DE LOS AGREGADOS

Se seleccionaron los agregados de acuerdo a su tipo y por último su coloración. Los bancos de materiales que se eligieron son los siguientes (Tabla 4.4):

Tabla 4.4 Bancos de materiales seleccionados

GRAVA			
MUNICIPIO	BANCO	TIPO DE AGREGADO	COLORACIÓN
017 Cintalapa	Trituradora Flamingo	Conglomerado	Violeta
027 Chiapa de Corzo	Río Santo Domingo	Río	Variada
061 Ocozocoautla de Espinosa	Las Minas	Mina	Rojiza
079 San Fernando	Trituradora Altamira	Triturada	Blancuzca
ARENA			
MUNICIPIO	BANCO	TIPO DE AGREGADO	COLORACIÓN
012 Berriozabal	GORSA	Triturada	Blancuzca
027 Chiapa de Corzo	Río Grijalva	Río	Beige
061 Ocozocoautla de Espinosa	Las Minas	Mina	Rojiza

4.3.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

En esta etapa, se recolectarán 200 kg aproximadamente de cada agregado, de los cuales 40 kg sirvieron para realizar las pruebas de laboratorio y determinar sus propiedades, debido a que los agregados no siempre presentan las mismas características físicas ya sea por cuestiones de origen, clima o proceso de extracción, por lo que se consideró conveniente hacer los ensayos y con el resto de los agregados realizar las probetas de concreto y los acabados correspondientes.

A continuación se describe cada uno de los bancos seleccionados, ubicación, tipo de material que se obtiene, lugares a los cuales lo distribuyen y sus características físicas.

Banco de materiales "GORSA", se localiza en el municipio de Berriozabal, en la carretera Tuxtla-Aeropuerto Km. 17.5 S/N (Figura 4.4).

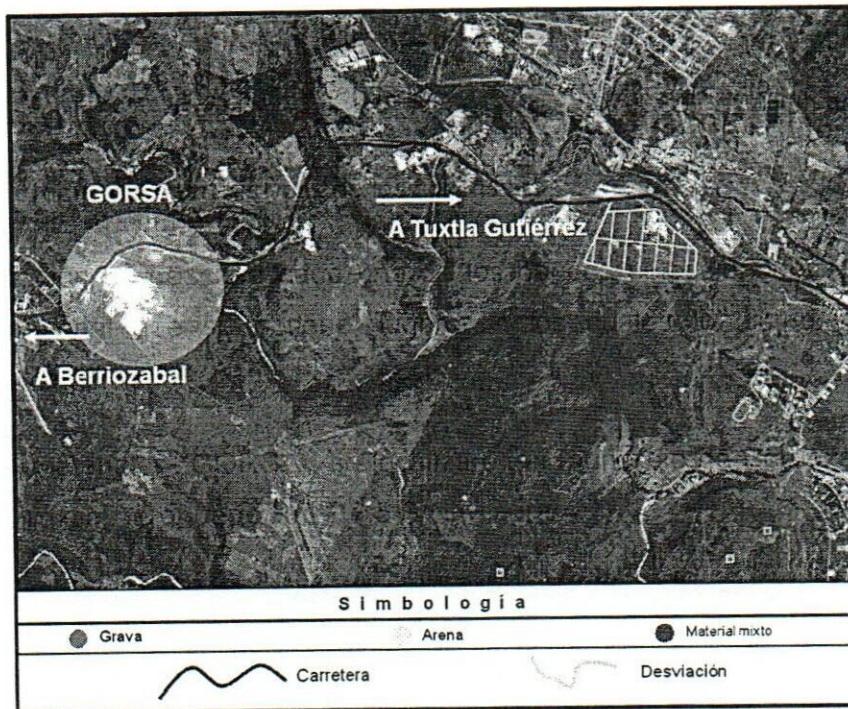


Figura 4.4. Ubicación del Banco de materiales GORSA, en el municipio de Berriozabal.

La empresa extrae el material de una mina y luego procede a triturarla. El material que ellos obtienen son grava y arena triturada (Figura 4.5 y 4.6). Los lugares a los que provee de material son Tuxtla Gutiérrez, Ocozocoautla, Berriozabal, entre otros. De acuerdo a los resultados preliminares la arena triturada es apta para la elaboración de concretos, por lo que se tomará como caso de estudio.

La arena es de color blanca, tiene un peso volumétrico seco suelto de 1,479.17 kg/cm³, densidad de 2.59, el porcentaje de absorción de 1.01%, su tamaño máximo de 4.75 mm y un módulo de finura de 3.03.

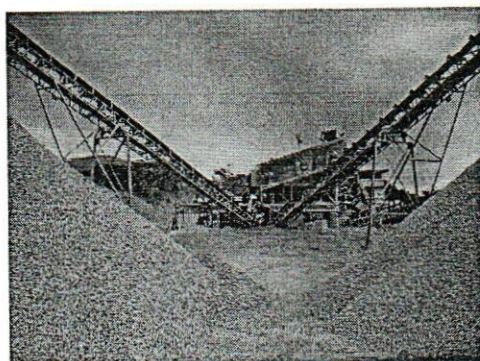


Figura 4.5 Grava triturada

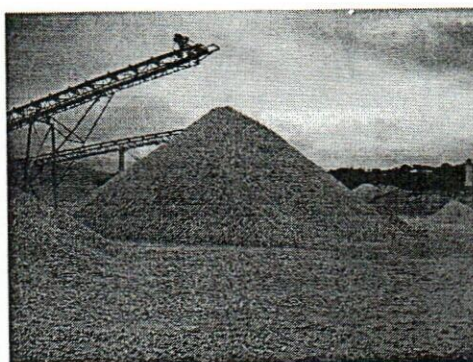


Figura 4.6 Arena triturada

Banco de materiales "Trituradora Flamingo", se localiza en la entrada del municipio de Cintalapa de Figueroa, en el tramo Jiquipilas-Cintalapa (Figura 4.7).

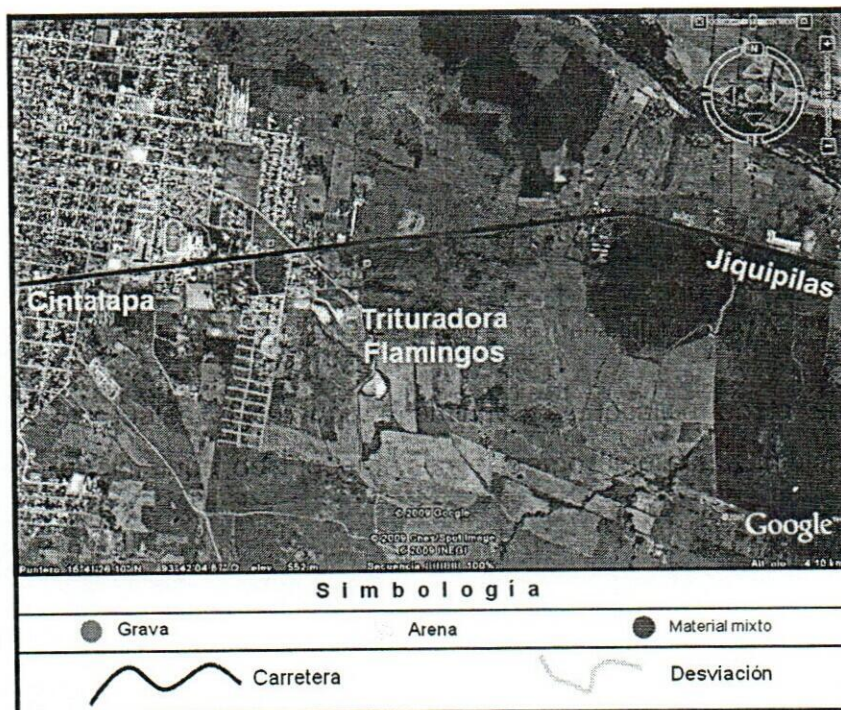


Figura 4.7 Ubicación de la Trituradora Flamingo, en el municipio de Cintalapa de Figueroa.

Esta empresa se dedica a la venta de grava triturada, tiene un área de aproximadamente de 10 hectáreas, la extracción de la materia prima se obtiene de la falda del cerro Altamira (Figura 4.8).

Es importante mencionar que la arrendadora no distribuye el material, ya que ellos venden en el lugar, tienen una producción de 280 m^3 al día, aproximadamente de 40 camiones.

La grava tritura es de color violeta, tiene un peso volumétrico seco suelto de $1,238.84 \text{ kg/m}^3$, densidad de 2.57, el porcentaje de absorción de 2.8%, su tamaño máximo de $3/4"$ y un módulo de finura de 7.95 (Figura 4.9).



Figura 4.8 Cerro Altamira

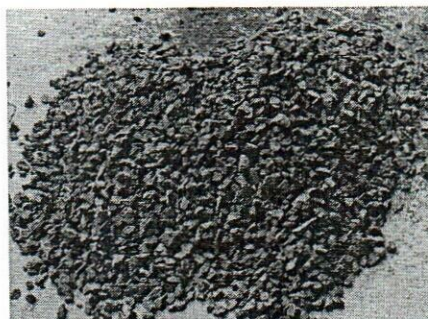


Figura 4.9 Grava triturada

Banco de materiales "Río Grijalva", se encuentra ubicado aproximadamente a 8 km del entronque del tramo carretero carretera Tuxtla-Chiapa de Corzo y la desviación hacia La Angostura, en el km. 7.8 (Figura 4.10).

En este banco de materiales, se encarga en extraer arena y grava en greña del río (Figura 4.11). Cuando se desea obtener pura arena, el material es trasladado a una criba (4.12), la cual separa la arena de la grava, teniendo una retención del 10% del material aproximadamente.

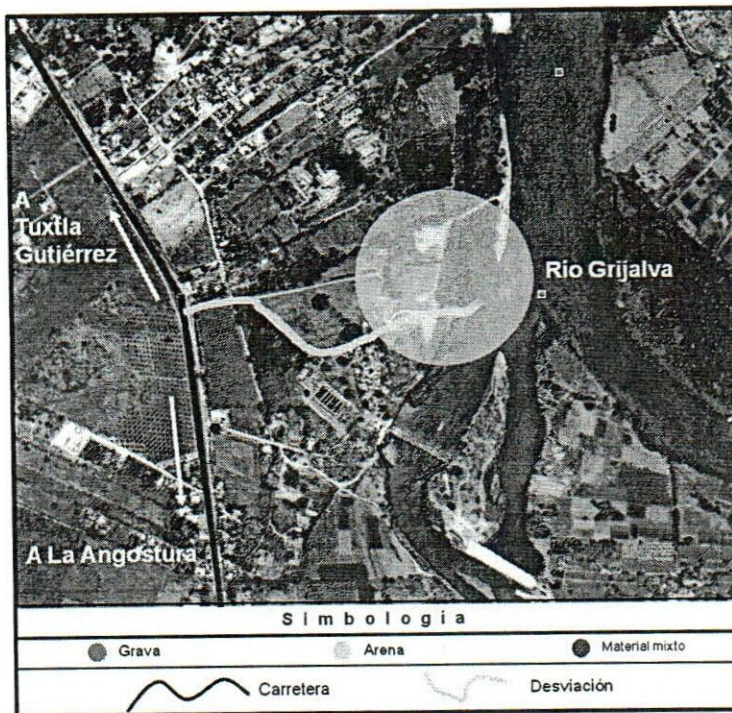


Figura 4.10 Ubicación del banco de materiales del Río Grijalva, en el municipio de Chiapa de Corzo.

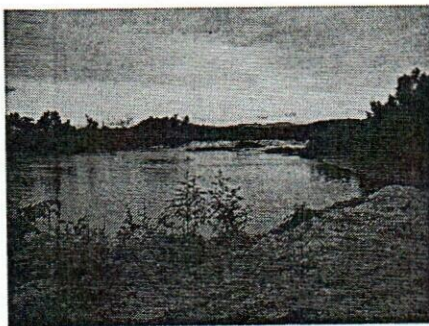


Figura 4.11 Lugar del que extraen el material Figura 4.12 Separación del material

La arena es de color beige, tiene un peso volumétrico seco suelto de $1,520.83 \text{ kg/cm}^3$, densidad de 2.53, el porcentaje de absorción de 1.25%, su tamaño máximo de 4.75 mm y un módulo de finura de 3.03.

La grava tiene una coloración variada, su peso volumétrico seco suelto de $1,662.95 \text{ kg/cm}^3$, densidad de 2.57, el porcentaje de absorción de 1.28%, su tamaño máximo de 1" y un módulo de finura de 7.76.

Banco de materiales "Las Minas", se localiza aproximadamente a 3.5 km. de Ocozocoautla de Espinosa, en la desviación del tramo carretero Tuxtla Gtz. – Cintalapa y el camino hacia Malpaso (Figura 4.13).

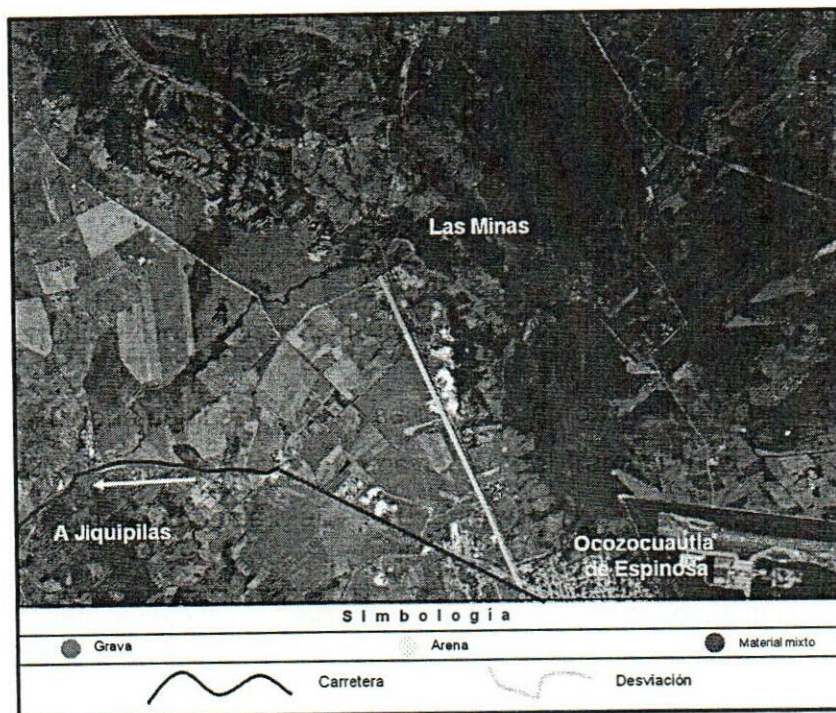


Figura 4.13 Ubicación del banco de materiales "Las Minas", en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa

Este banco de materiales, obtiene su materia prima del cerro a través de explosivos y de una retroexcavadora (4.14), la cual es llevada a la criba que separa la arena de la grava por medio de la gravedad (4.15) o bien es realizada de manera manual (4.16).

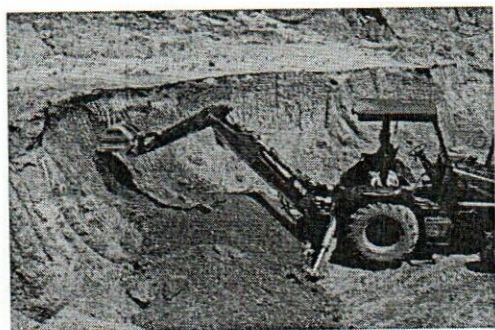


Figura 4.14 Obtención de la materia prima



Figura 4.15 Criba separadora de arena

La arena es de color rojiza, tiene un peso volumétrico seco suelto de 1,476.16 kg/cm³, densidad de 2.49, el porcentaje de absorción de 2.07%, su tamaño máximo de 4.75 mm y un módulo de finura de 3.15.

La grava tiene una coloración rojiza, su peso volumétrico seco suelto de 1,618.30 kg/cm³, densidad de 2.5, el porcentaje de absorción de 1.34%, su tamaño máximo de 1" y un módulo de finura de 6.74.



Figura 4.16 Cribado de manera manual

En época de lluvia, el banco de materiales deja de trabajar ya que resulta imposible trabajar en el lugar por la inundación que provoca (4.17 y 4.18).

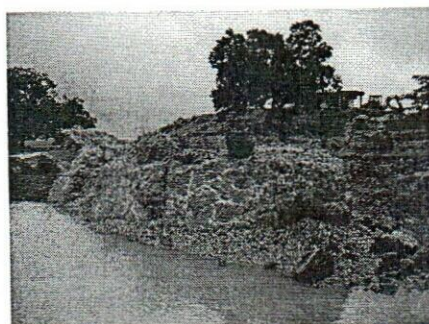


Figura 4.17 y 4.18 Inundación provocada por lluvia

Banco de materiales "Trituradora Altamira", se localiza en la colonia Benito Juárez del municipio de San Fernando, en el tramo carretero Tuxtla-Chicoasen (Figura 4.19).

El banco de materiales produce diferentes tipos de materiales entre ellas, grava triturada de 1 ½", ¾", ½", arena, base hidráulica de 1 ½" a polvo, carpeta de ¾" a polvo, base (desperdicio del material) y piedra para mampostería.

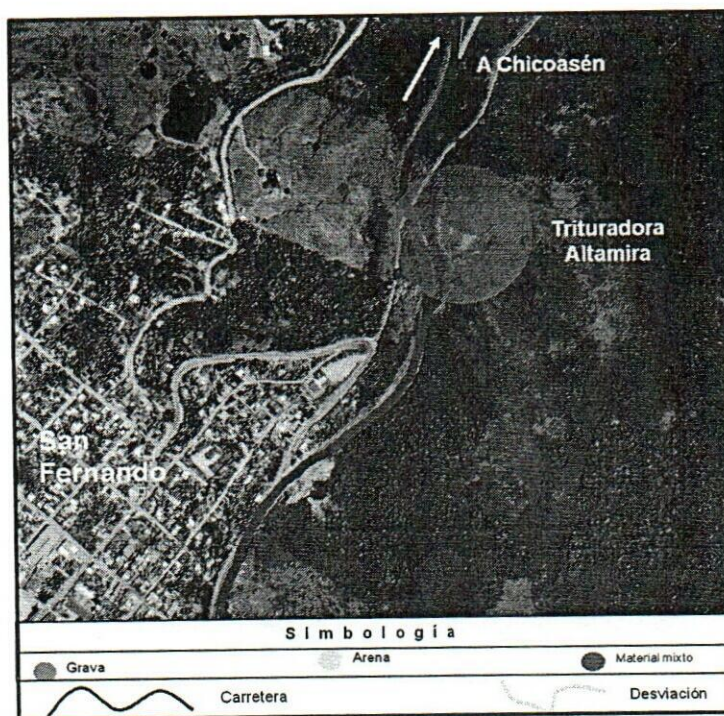


Figura 4.19 Ubicación del banco de materiales Trituradora Altamira, en el municipio de San Fernando.

La empresa distribuye su material a diversas empresas como son Materiales del Valle, Ceramat, Concretos de Alta Tecnología, Concretos Cruz Azul, Concretos Jaguar (San Fernando). Pero también llegan a comprar personas de diversos municipios como son Tuxtla Gutiérrez, Copainalá, Chicoasen, San Fernando, Tecpatán, entre otros.

La grava es de color blanca, su peso volumétrico seco suelto de $1,266.74 \text{ kg/cm}^3$, densidad de 2.55, el porcentaje de absorción de 3.58%, su tamaño máximo de $3/4"$ y un módulo de finura de 7.6 (Figura 4.20).



Figura 4.20 Grava tritura del banco Altamira

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cómo se puede apreciar en la Tabla 4.5 y 4.6 los resultados de los agregados gruesos (grava), cambiarón debido a que la granulometría se comportó de diferente manera que en los estudios preliminares, esto a causa de variación del suelo en los sitios de extracción, sin embargo se determinó utilizar en el desarrollo de las muestras el material recolectado, considerando que este factor puede influir en la resistencia más no en el color y textura, que son las características principales que se están estudiando en este trabajo. Por su lado los agregados finos (arena), si presentaron las mismas características, que los ensayos anteriores como se aprecia en la Tabla 4.7 y 4.8.

Tabla 4.5 Resultados de los agregados gruesos (grava)

RESULTADO DE AGREGADOS GRUESOS (GRAVA)		
NOMBRE DEL BANCO	Trituradora Altamira	Las Minas
MUNICIPIO	San Fernando	Ocozocoautla de Espinosa
CLAVE	M01/09	M02/09
FECHA DE EXTRACCIÓN	05 – nov - 09	04 – nov - 09
TIPO DE AGREGADO	Triturada	Mina
IMAGEN		
COLOR	Blanca	Ocre
PESO VOL. SECO SUELTO	1,266.74	1,618.30
PESO VOL. SECO COMPACTO	1,428.57	1,718.75
% ABSORCIÓN	3.58	1.34
DENSIDAD	2.55	2.50
GRANULOMETRÍA		
1"	0	1
3/4"	4	6
1/2"	63	28
3/8"	94	48
#4	99	91
TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	1"

Tabla 4.6 Resultados de los agregados gruesos (grava)

RESULTADO DE AGREGADOS GRUESOS (GRAVA)		
NOMBRE DEL BANCO	Río Grijalva	Trituradora Flamingos
MUNICIPIO	Chiapa de Corzo	Cintalapa
CLAVE	M03/09	M04/09
FECHA DE EXTRACCIÓN	05 – nov - 09	04 – nov - 09
TIPO DE AGREGADO	Río	Triturada
IMAGEN		
COLOR	Variado	Violeta
PESO VOL. SECO SUELTO	1,662.95	1,238.84
PESO VOL. SECO COMPACTO	1,768.97	1,434.15
% ABSORCIÓN	1.28	2.80
DENSIDAD	2.57	2.57
GRANULOMETRÍA		
1"	15	0
¾"	31	15
½"	59	83
3/8"	74	97
#4	97	100
TAMAÑO MÁXIMO	1"	¾"

Tabla 4.7 Resultados de los agregados finos (arena)

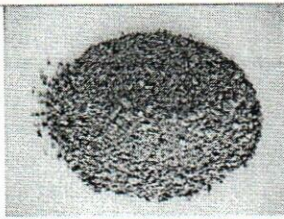
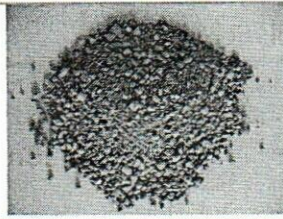
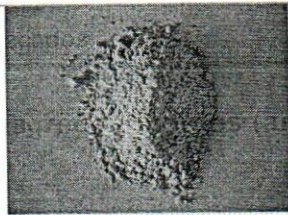
RESULTADO DE AGREGADOS FINOS (ARENA)		
NOMBRE DEL BANCO	Río Grijalva	Las Minas
MUNICIPIO	Chiapa de Corzo	Ocozocoautla de Espinosa
CLAVE	M05/09	M06/09
FECHA DE EXTRACCIÓN	05 – nov - 09	05 – nov - 09
TIPO DE AGREGADO	Río	Mina
IMAGEN		
COLOR	Beige	Ocre
PESO VOL. SECO SUELTO	1,520.83	1,476.16
PESO VOL. SECO COMPACTO	1,666.66	1,687.50
% ABSORCIÓN	1.25	2.07
DENSIDAD	2.53	2.49
GRANULOMETRÍA		
No. 4	1	3
No. 8	13	26
No. 16	36	49
No. 30	65	67
No. 50	89	81
No. 100	99	89
No. 200	100	95
MÓDULO DE FINURA	3.03	3.15

Tabla 4.7 Resultados de los agregados finos (arena)

RESULTADO DE AGREGADOS FINOS (ARENA)	
NOMBRE DEL BANCO	GORSA
MUNICIPIO	Berriozabal
CLAVE	M07/09
FECHA DE EXTRACCIÓN	05 – nov - 09
TIPO DE AGREGADO	Triturada
IMAGEN	
COLOR	Blanco
PESO VOL. SECO SUELTO	1,479.17
PESO VOL. SECO COMPACTO	1,770.83
% ABSORCIÓN	1.01
DENSIDAD	2.59
GRANULOMETRÍA	
No. 4	5
No. 8	27
No. 16	49
No. 30	64
No. 50	75
No. 100	83
No. 200	88
MÓDULO DE FINURA	3.03

Nota: En el anexo 1, se presentan detalladamente los resultados de laboratorio de cada uno de los agregados.

Con esta información se realizó el diseño del concreto para su dosificación y posteriormente las probetas de concreto.

CAPÍTULO 5.

PROCESO Y ELABORACIÓN DE CONCRETOS APARENTES

En este capítulo se presenta el diseño del concreto estructural, las resistencias y los acabados obtenidos de los concretos con los agregados de la Zona Centro del Estado de Chiapas.

5.1 DISEÑO DEL CONCRETO

El objetivo del diseño del concreto es determinar la combinación de los materiales, para satisfacer los requerimientos de resistencia, según las condiciones de uso en los sistemas constructivos, haciendo edificaciones durables y lograr eficiencia en los procesos constructivos tanto en obra como en planta.

En esta etapa se determinó hacer 12 dosificaciones, el método que se utilizó para la dosificación es el de gravedad específica de la Comisión Federal de Electricidad (1994), (ver anexo 2).

En éste método se requieren los resultados obtenidos de los ensayos de los agregados con el fin de determinar sus características físicas y de esta manera hacer una proporción personalizada.

Cada prueba efectuada a los agregados proporciona información para realizar la dosificación como es el caso de la granulometría, la cual favorece al acomodamiento de los agregados en la masa de concreto, y se relaciona con la cantidad de superficie en la interfase con la pasta de cemento en la mezcla en estado fresco.

El módulo de finura de los agregados, es la proporción de los valores de retenidos acumulados en el tamizaje hasta e incluido el tamiz 100, dividido por 100, condiciona el tipo de concreto realizar como es el concreto de agregados gruesos (ciclópeo), agregados medios (normal), agregados finos (liviano), además de las condiciones superficiales y efecto terminal como concretos aparentes.

La densidad aparente, incluyen la humedad normal de los agregados con porcentajes de humedades en los poros de las partículas de los agregados sobre el volumen total del agregado. Es la característica principal para optimizar tiempos de mezcla, tiempos de fraguado y curado de las mezclas, como también en el proceso constructivo los empujes a tener sobre las superficies de contacto en la obra falsa de los encofrados de los elementos de concreto.

El porcentaje de absorción, es determinante en la capacidad de adhesión mecánica entre la superficie de los agregados y la pasta de cemento, y como consecuencia propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, a la tensión y dureza del concreto terminado.

Los pesos volumétricos, relacionan la capacidad de acomodamiento de los agregados, en el caso de las densidades compactadas, y las densidades en estado aparentemente seco las condiciones de manejabilidad y consistencia de la mezcla de concreto en estado fresco.

La humedad de los agregados, se convierten en el factor modificador de la relación agua cemento de las mezclas para evitar excesos de fluidez y consistencias inmanejables en las mezclas frescas.

El tipo de cemento y su densidad, servirán para determinar su consumo por metro cúbico al momento de construir o por kilogramo al hacer la mezcla.

También se requiere de la relación grava/arena de los agregados y el tamaño máximo de la grava, con el fin de determinar la cantidad de agua del concreto.

Los resultados obtenidos de las 12 combinaciones de los agregados son los siguientes (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Resultados obtenidos de la prueba de relación grava/arena

RELACIÓN GRAVA / ARENA		ARENA		
		Río Grijalva	Las Minas	Trituradora GORSA
GRAVA	Trituradora Flamingos	1.33	1.14	1.33
	Trituradora Altamira	1.33	1.6	1.33
	Las Minas	1.33	1.6	1.6
	Río Grijalva	1.6	1.33	1.6

Se diseñaron 12 mezclas de concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un revenimiento de 15 cm. debido a que se requiere de un concreto estructural con acabado aparente, que brinde seguridad, durabilidad, flexibilidad, versatilidad y armonía en las edificaciones. Los resultados que se obtuvieron para 1 m^3 son los presentados en las Tablas 5.2 para gravas de la trituradora Flamingos, 5.3 para gravas de la trituradora Altamira, 5.4 para gravas de las Minas y 5.5 para las gravas del Río Grijalva, el cemento que se uso para la dosificación es cemento blanco (MB) y cemento gris (MG).

Tabla 5.2 Dosificaciones realizadas para cemento blanco y gris, con la grava de la trituradora Flamingos

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES Kg / m^3
MB01 - MG01	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de río	723.23
	Grava triturada Flamingos	961.90
MB02 - MG02	Cemento	453.44
	Agua	204.05
	Arena de mina	771.43
	Grava triturada Flamingos	879.43
MB03 - MG03	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena triturada	730.54
	Grava triturada Flamingos	971.61

Tabla 5.3 Dosificaciones realizadas para cemento blanco y gris, con la grava de la trituradora Altamira

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES Kg / m ³
MB04 - MG04	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de río	720.01
	Grava triturada Altamira	957.63
MB05 - MG05	Cemento	429.88
	Agua	193.45
	Arena de mina	651.16
	Grava triturada Altamira	1041.85
MB06 - MG06	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena triturada	727.27
	Grava triturada Altamira	967.27

Tabla 5.4 Dosificaciones realizadas para cemento blanco y gris, con la grava de las Minas

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES Kg / m ³
MB07 - MG07	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de río	711.92
	Grava de mina	946.85
MB08 - MG08	Cemento	429.88
	Agua	193.45
	Arena de mina	643.32
	Grava de mina	1029.30
MB09 - MG09	Cemento	429.88
	Agua	193.45
	Arena triturada	653.04
	Grava de mina	1044.88

Tabla 5.5 Dosificaciones realizadas para cemento blanco y gris, con la grava del Río Grijalva

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES Kg / m ³
MB10 – MG10	Cemento	421.66
	Agua	189.74
	Arena de río	664.56
	Grava de río	1063.29
MB11 – MG11	Cemento	435.77
	Agua	196.10
	Arena de mina	724.14
	Grava de río	963.11
MB12 – MG12	Cemento	421.66
	Agua	189.74
	Arena triturada	670.58
	Grava de río	1072.92

Debido a que se requiere hacer diferentes acabados, se determinó hacer las mismas dosificaciones con cemento gris y blanco, de esta manera ver como se comportan los agregados y que tonalidades nos dan.

5.2 PRUEBA DE REVENIMIENTO

Esta prueba fue realizada de acuerdo a la norma NMX-C-156-1997-ONNCCE, misma que define que el revenimiento es una medida de la consistencia del concreto fresco en término de la disminución de altura.

El equipo que se emplea para esta práctica es un molde de metal no absorbente, no susceptible de ser atacado por la pasta de cemento. El molde debe ser rígido y tener la forma de un tronco de cono de 20 cm de diámetro en la base inferior, 10 cm en la parte superior y 30 cm de altura, con una tolerancia de ± 3 mm en cada una de estas dimensiones.

La base y la parte superior deben ser paralelas entre sí y deben formar un ángulo recto con el eje longitudinal del cono. Debe estar provisto de dos estribos para apoyar los pies y de dos asas para levantarlo. La superficie interior del molde debe ser lisa, libre de protuberancias o remaches; el cuerpo

del cono no debe tener abolladuras y puede estar fabricado con junta o costura (Figura 5.1).

El molde puede estar provisto de abrazaderas o bridas en la parte inferior para sujetarlo a una base de material no absorbente, en lugar del tipo mostrado en la Figura 5.1. El sistema de sujeción debe ser tal que pueda aflojar sin mover el molde.

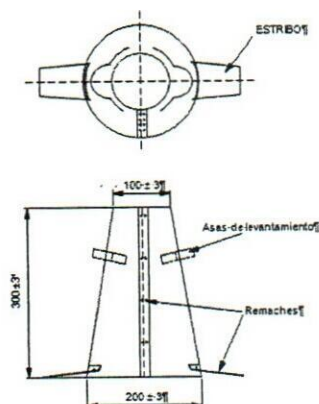


Figura 5.1 Cono de revenimiento, las dimensiones se refieren a las medidas interiores.

Además se requiere una varilla para la compactación, es de acero de sección circular recta lisa de 16 mm (5/8" aproximadamente) de diámetro y de 600 mm de longitud con uno de los extremos de forma semiesférica.

La muestra de concreto ha analizar debe obtenerse de acuerdo con lo indicado en la norma NMX-C-161-1997-ONNCCE.

Después de haber obtenido la muestra, se remezcla el concreto con una pala o cucharón para garantizar uniformidad en la mezcla y comenzar la prueba de revenimiento.

Se humedece el molde; se coloca sobre una superficie horizontal, plana rígida, húmeda y no absorbente. El operador debe mantenerla firme en su lugar durante la operación de llenado, apoyando los pies en los estribos que tiene el molde (Figura 5.2). A continuación se llena el molde en tres capas aproximadamente de igual volumen. La primera capa corresponde a una altura

aproximada de 7 cm, la segunda capa debe llegar a una altura de aproximadamente 15 cm y la tercera, al extremo del molde. Se compacta cada capa con 25 penetraciones de la varilla introduciéndola por el extremo redondeado, distribuidos uniformemente sobre la sección de cada capa, por lo que es necesario inclinar la varilla ligeramente en la zona perimetral; aproximadamente la mitad de las penetraciones se hacen cerca del perímetro, después, con la varilla vertical se avanza en espiral hacia el centro (Figura 5.3).

Se compacta la segunda capa y la superior a través de todo su espesor, de manera que la varilla penetre en la capa anterior aproximadamente 2 cm, para el llenado de la última capa se coloca un ligero excedente de concreto por encima del borde superior del molde, antes de empezar la compactación. Si a consecuencia de la compactación, el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, a la décima y/o vigésima penetración, se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde del molde, todo el tiempo. Después de terminar la compactación de la última capa, se enrasa el concreto mediante un movimiento de rodamiento de la varilla (Figura 5.4). Se limpia la superficie exterior de la base de asiento, e inmediatamente se levanta el molde con cuidado en dirección vertical.

La operación para levantar completamente el molde de los 30 cm de su altura, debe hacerse en $5 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$, alzándolo verticalmente sin movimiento lateral o torsional. La operación completa desde el comienzo del llenado hasta que se levante el molde, debe hacerse sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2,5 min. Se mide inmediatamente el revenimiento, determinando el asentamiento del concreto a partir del nivel original de la base superior del molde, midiendo esta diferencia de alturas en el centro desplazado de la superficie superior del espécimen (Figura 5.5). Si alguna porción del concreto se desliza o cae hacia un lado, se desecha la prueba y se efectúa otra con una nueva porción de la misma muestra.

Si dos pruebas consecutivas hechas de la misma muestra presentan fallas al caer parte del concreto a un lado, probablemente el concreto carece de la

necesaria plasticidad y cohesividad; en este caso no es aplicable la prueba de revenimiento.

Para confirmar esta situación, es recomendable obtener una nueva muestra de la misma entrega.

El revenimiento debe medirse con una aproximación de 1 cm. En esta prueba se obtienen valores confiables de revenimiento en el intervalo de 2 cm a 20 cm.

En lo que se refiere al máximo contenido de agua este debe limitarse de manera que el revenimiento nominal del concreto a pie de obra no exceda de 10 cm. Si se requiere aumentar el revenimiento, este incremento se debe obtener mediante el uso de aditivos.

Para que el concreto cumpla con el requisito de revenimiento, el valor determinado debe concordar con el nominal especificado en la Tabla 5.6, con sus respectivas tolerancias:

Tabla 5.6 Valor nominal del revenimiento y tolerancias

Revenimiento nominal (cm)	Tolerancia (cm)
Menr de 5	$\pm 1,5$
De 5 a 10	$\pm 2,5$
Mayor de 10	$\pm 3,5$



Figura 5.2 Se llena el molde en capas

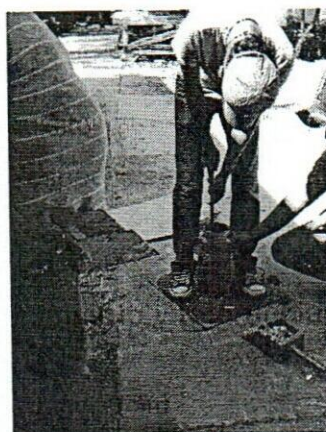


Figura 5.3 Varillado del concreto

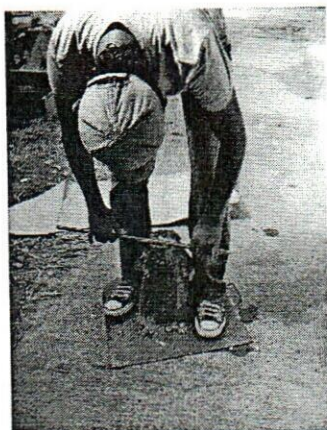


Figura 5.4 Enrasado del molde

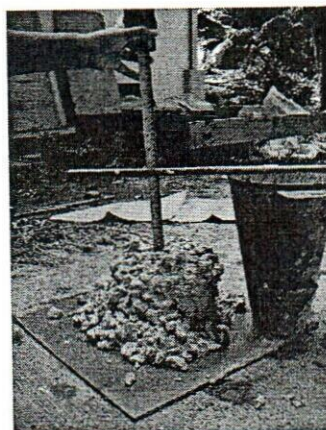


Figura 5.5 Se mide el revenimiento

5.3 ELABORACIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

Para elaborar los cilindros de concreto se requiere de un molde de acero inoxidable de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, con una tolerancia de ± 3 mm en cada una de estas dimensiones, una varilla para compactación, de acero de sección circular recta lisa de 16 mm (5/8" aproximadamente) de diámetro y de 600 mm de longitud con uno de los extremos de forma semiesférica y un mazo de hule de 1 kg.

El concreto que se utilizará para esta prueba debe ser fresco y antes de su colocación en el cilindro, se le deben hacer pruebas para verificar que cumple con los requisitos de revenimiento de acuerdo con la norma NMX-C-156-ONNCCE.

El cilindro deberá colocarse en una superficie horizontal, plana rígida y deberá protegerse con aceite o disel con el fin que despegue el concreto del molde.

A continuación se llena el molde en tres capas aproximadamente de igual volumen. La primera capa corresponde a una altura aproximada de 10 cm, la segunda capa debe llegar a una altura de aproximadamente 20 cm y la tercera, al extremo del molde. Se compacta cada capa con 25 penetraciones de la varilla introduciéndola por el extremo redondeado, distribuidos uniformemente sobre la sección de cada capa, la mitad de las penetraciones se hacen cerca del perímetro, después se avanza en espiral hacia el centro, enseguida con

ayuda de un mazo se le dan unos pequeños golpes al molde para acomodar el material.

Se compacta la segunda capa y la superior a través de todo su espesor, de manera que la varilla penetre en la capa anterior aproximadamente 2 cm, para el llenado de la última capa se coloca un ligero excedente de concreto por encima del borde superior del molde, antes de empezar la compactación. Si a consecuencia de la compactación, el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, a la décima y/o vigésima penetración, se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde del molde, todo el tiempo (Figura 5.6). Después de terminar la compactación de la última capa, se enrasa el concreto mediante un movimiento de rodamiento de la varilla. Se limpia la superficie exterior de la base de asiento.

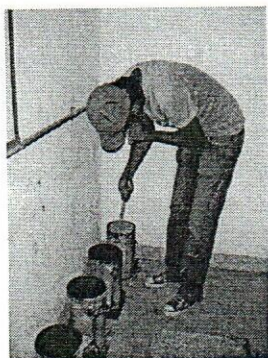


Figura 5.6 Llenado de cilindros de concreto

5.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La calidad del concreto endurecido se verifica mediante pruebas de resistencia a la compresión en cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con la norma NMX-C-083-ONNCCE-2002. Las pruebas deben efectuarse a los 28 días de edad o a otra edad de común acuerdo entre productor y usuario. Los valores obtenidos son indicativos de la resistencia potencial del concreto en la estructura.

5.4.1 PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS.

a) Dimensiones:

El diámetro y la altura del espécimen de prueba debe determinarse promediando las medidas de 2 diámetros perpendiculares entre sí a una altura media del espécimen (Figura 5.7) y 2 alturas opuestas con una aproximación de 1 mm (Figura 5.8).

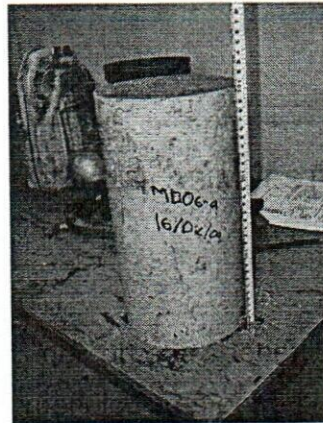
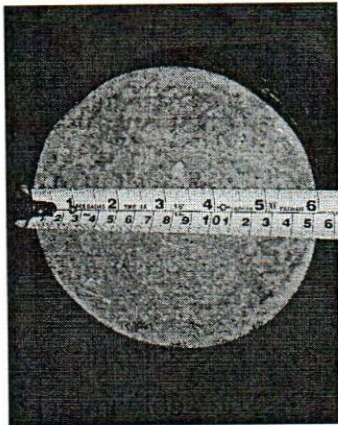


Figura 5.7 Se mide el diámetro del cilindro Figura 5.8 Se mide la altura del cilindro

Cuando la altura promedio del espécimen es menor de 1.8 veces el diámetro, el resultado de la resistencia debe corregirse por esbeltez de acuerdo a la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 Factores de corrección de esbeltez

Relación Altura/diámetro del espécimen	Factor de corrección a la resistencia
2,00	1,00
1,75	0,99
1,50	0,97
1,25	0,94
1,00	0,91

b) Cabeceo de especímenes:

Los cilindros de concretos serán cabeceados cuando, las bases de los especímenes o caras de aplicación de carga se aparten de la perpendicular al eje en más de $0,5^\circ$, aproximadamente 3 mm en 300 mm y cuando la superficie presente irregularidades mayores de 0,05 mm, en las bases del cilindro. El cabeceo se hara de acuerdo a lo indicado en la norma NMX-C-109-ONNCCE-2004.

Se prepara el mortero de azufre para su empleo calentándolo a $413\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($140\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$). Se recomienda colocar en los recipientes para el fundido la cantidad necesaria de mortero azufre para los especímenes por cabecear en esa etapa (Figura 5.9), y antes de volverse a llenar se elimina el material sobrante verificando que el material re-usado no tenga más de 10 usos y tenga una resistencia mayor que 35 MPa (350 kgf/cm^2), antes del cabeceo de los especímenes, se debe comprobar que el mortero tiene una resistencia de por lo menos la resistencia del concreto.

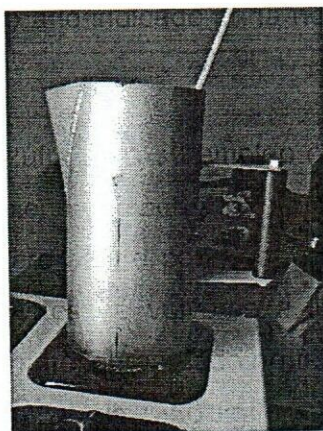


Figura 5.9 Se funde el mortero de azufre a una temperatura de 140°C

El mortero de azufre debe estar seco en el momento que se coloque en el recipiente para el fundido ya que la humedad puede producir espuma. Por la misma razón el mortero de azufre fundido debe mantenerse alejado de cualquier humedad. El plato y los dispositivos para el cabeceo, deben ser calentados ligeramente antes de ser empleados para disminuir la velocidad de

endurecimiento y permitir la formación de capas delgadas. Inmediatamente antes de vaciar cada capa, se aceita ligeramente el plato de cabeceo (Figura 5.10) y se agita el mortero de azufre fundido. Las bases de los especímenes curados en forma húmeda deben estar suficientemente secas en el momento del cabeceo, para evitar que dentro de las capas se formen burbujas de vapor o bolsas de espuma de diámetro mayor de 6 mm (Figura 5.11).

Para asegurarse que la capa se ha adherido a la superficie del espécimen, la base de éste no debe ser aceitada antes de la aplicación de la capa y deberá dejarse enfriar el mortero po 30 minutos para poder hacer la prueba a la compresión.



Figura 5.10 Se aceita el plato cabeceador

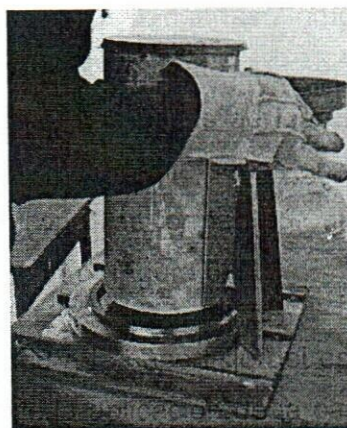


Figura 5.11 Cabeceo del cilindro

c) Condiciones ambientales de especímenes húmedos

El ensaye a la compresión de los especímenes curados en húmedo debe efectuarse tan pronto como sea posible después de retirarlos de la pileta o del cuarto húmedo y una vez que el material de cabeceo haya adquirido la resistencia requerida de acuerdo a la norma NMX-C-109-ONNCCE-2004, durante el tiempo transcurrido entre el retiro del almacenamiento húmedo y el ensaye, se debe prevenir la pérdida excesiva de humedad en los especímenes.

5.4.2 PROCEDIMIENTO

Se limpian las superficies de las placas superior e inferior y las cabezas del espécimen de prueba, se coloca este último sobre la placa inferior alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa de carga con asiento esférico; mientras la placa superior se baja hacia el espécimen asegurándose que se tenga un contacto suave y uniforme.

Se debe aplicar la carga con una velocidad uniforme y continua sin producir impacto, ni pérdida de carga. La velocidad de carga debe estar dentro del intervalo de 137 kPa/s a 343 kPa/s (84 kgf/cm²/min a 210 kgf/cm²/min) equivalente para un diámetro estándar de 15 cm a un rango de 2,4 kN/s a 6,0 kN/s (14,8 tonf/min a 37,1 tonf/min).

Se permite una velocidad mayor durante la aplicación de la primera mitad de la carga máxima esperada siempre y cuando durante la segunda mitad se mantenga la velocidad especificada; pueden utilizarse máquinas operadas manualmente o motorizadas que permitan cumplir con lo anterior, teniendo en cuenta que sólo se harán los ajustes necesarios en los controles de la máquina de prueba para mantener uniforme la velocidad de aplicación de carga, hasta que ocurra la falla.

Se aplica la carga hasta que aparezca la falla de ruptura, registrándola en el informe.

Es recomendable colocar en la máquina, dispositivos para cumplir con los requisitos de seguridad para los operadores durante el ensaye del espécimen.

Los especímenes para la aceptación o rechazo de concreto deben ensayarse a la edad de 14 días en el caso del concreto de resistencia rápida o 28 días en el caso de resistencia normal con las tolerancias que se indican en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8 Tolerancias

Edad de prueba	Tolerancia permisible
24 h.	$\pm 0:30$ h
3 días	± 2 h
7 días	± 6 h
14 días	± 12 h
28 días	± 24 h

Para calcular la resistencia a la compresión del espécimen, se divide la carga máxima soportada durante la prueba entre el área promedio de la sección transversal. El resultado de la prueba se expresa con una aproximación de 100 kPa (1 kgf/cm²).

5.5 RESULTADOS OBTENIDOS DEL F'C

La prueba a la compresión se realizó a los 28 días y se empleó una prensa eléctrica digital con marco de compresión de 120 000 kgf de la marca ELVEC (Figura 5.12).



Figura 5.12 Prensa eléctrica digital, marca ELVEC

Se realizaron 3 probetas, pero se probaron 2 especímenes de cada muestra y se dejó una probeta de testigo, los resultados que se obtuvieron se encuentran en las Tablas 5.9 a 5.12 las muestras con cemento blanco y en las Tablas 5.13 la 5.16 las muestras con cemento gris.

Tabla 5.9 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento blanco, arena río, mina, triturada y grava triturada Flamingos.

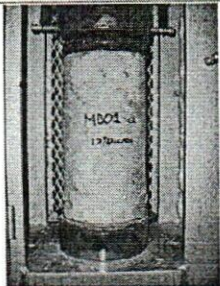
MUESTRA NÚMERO		MB01a	MB01b	MB02a	MB02b	MB03a	MB03b
TIPO DE CEMENTO		Cemento blanco CPC 30 RB					
AGREGADOS GRUESOS		Grava triturada Flamingos					
AGREGADOS FINOS		Arena de río		Arena de mina		Arena triturada	
FECHA DE ELABORACION		15 de diciembre de 2009					
FECHA DE PRUEBA		14 de enero de 2010					
PESO, KG.		12.4	12.7	12.4	12.7	12.8	12.8
VOLUMEN, LTS.		5.32	5.46	5.41	5.50	5.46	5.42
PESO VOL. ENDURECIDO		2330.83	2387.22	2330.83	2387.22	2406.02	2406.02
PESO VOL. PROM. KG/CM2		2359.02		2359.02		2406.02	
DÍAM. CM ²	1	15	15.1	15	15.1	15	15
	2	15	15.1	15.1	15.2	15.1	15.1
	PROM.	15.00	15.10	15.05	15.15	15.05	15.05
ALTO, CM ²	1	30.1	30.6	30.4	30.5	30.7	30.5
	2	30.1	30.4	30.4	30.5	30.7	30.4
	PROM.	30.1	30.50	30.4	30.5	30.7	30.45
ÁREA, CM ²		176.72	179.08	177.90	180.27	177.90	177.90
CARGA, KG		44860	48720	45840	48650	45020	45210
RESISTENCIA, 28 DÍAS		253.86	272.06	257.68	269.88	253.07	254.14
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²		262.96		263.78		253.60	
IMAGEN							

Tabla 5.10 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento blanco, arena río, mina, triturada y grava triturada Altamira.

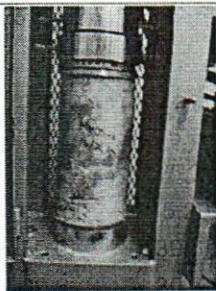
MUESTRA NÚMERO	MB04a	MB04b	MB05a	MB05b	MB06a	MB06b	
TIPO DE CEMENTO	Cemento blanco CPC 30 RB						
AGREGADOS GRUESOS	Grava triturada Altamira						
AGREGADOS FINOS	Arena de río		Arena de mina		Arena triturada		
FECHA DE ELABORACION	16 de diciembre de 2009						
FECHA DE PRUEBA	15 de enero de 2010						
PESO, KG.	12.7	12.1	12.3	12.5	12.8	12.8	
VOLUMEN, LTS.	5.51	5.30	5.52	5.56	5.39	5.57	
PESO VOL. ENDURECIDO	2387.22	2274.44	2312.03	2349.62	2406.02	2406.02	
PESO VOL. PROM. KG/CM2	2330.83		2330.83		2406.02		
DÍAM. CM ²	1	15.2	15.1	15.1	15.2	14.7	15.2
	2	15.1	14.9	15.2	15.2	15.3	15.2
	PROM.	15.15	15.00	15.15	15.20	15.00	15.20
ALTO, CM ²	1	30.5	30	30.6	30.6	30.5	30.6
	2	30.6	30	30.6	30.7	30.5	30.8
	PROM.	30.55	30.00	30.60	30.65	30.50	30.70
ÁREA, CM ²	180.27	176.72	180.27	181.46	176.72	181.46	
CARGA, KG	45890	50880	47520	46110	48820	49140	
RESISTENCIA, 28 DÍAS	254.57	287.92	263.61	254.11	276.26	270.81	
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²	271.24		258.86		273.53		
IMAGEN							

Tabla 5.11 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento blanco, arena río, mina, triturada y grava del banco Las Minas

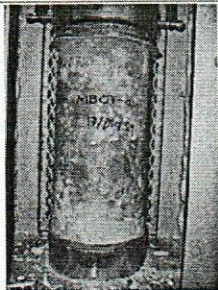
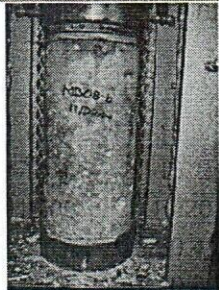
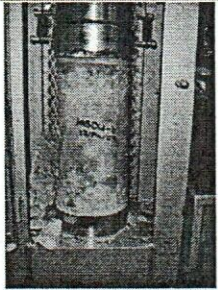
MUESTRA NÚMERO		MB07a	MB07b	MB08a	MB08b	MB09a	MB09b
TIPO DE CEMENTO		Cemento blanco CPC 30 RB					
AGREGADOS GRUESOS		Grava del banco Las Minas					
AGREGADOS FINOS		Arena de río		Arena de mina		Arena triturada	
FECHA DE ELABORACION		17 de diciembre de 2009					
FECHA DE PRUEBA		18 de enero de 2010					
PESO, KG.		12.4	12.5	11.9	12.5	12.6	12.5
VOLUMEN, LTS.		5.52	5.43	5.30	5.51	5.46	5.42
PESO VOL. ENDURECIDO		2330.83	2349.62	2236.84	2349.62	2368.42	2349.62
PESO VOL. PROM. KG/CM2		2340.23		2293.23		2359.02	
DÍAM. CM ²	1	15.2	15.1	15.1	15.3	15.1	15.1
	2	15.2	15	14.9	15.1	15.1	15
	PROM.	15.20	15.05	15.00	15.20	15.10	15.05
ALTO, CM ²	1	30.5	30.6	30.1	30.4	30.5	30.4
	2	30.3	30.5	29.9	30.3	30.5	30.5
	PROM.	30.40	30.55	30	30.35	30.50	30.45
ÁREA, CM ²		181.46	177.90	176.72	181.46	179.08	177.90
CARGA, KG		48020	48530	46830	46720	50940	50070
RESISTENCIA, 28 DÍAS		264.63	272.80	265.00	257.47	284.46	281.46
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²		268.72		261.24		282.96	
IMAGEN							

Tabla 5.12 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento blanco, arena río, mina, triturada y grava del Río Grijalva.

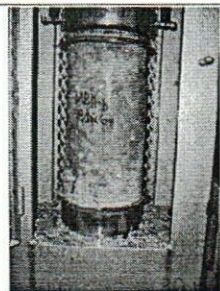
MUESTRA NÚMERO		MB10a	MB10b	MB11a	MB11b	MB12a	MB12b
TIPO DE CEMENTO		Cemento blanco CPC 30 RB					
AGREGADOS GRUESOS		Grava del río Grijalva					
AGREGADOS FINOS		Arena de río		Arena de mina		Arena triturada	
FECHA DE ELABORACION		18 de diciembre de 2009					
FECHA DE PRUEBA		18 de enero de 2010					
PESO, KG.		12.9	13	12.8	12.9	13	13
VOLUMEN, LTS.		5.51	5.52	5.56	5.58	5.51	5.58
PESO VOL. ENDURECIDO		2424.81	2443.61	2406.02	2424.81	2443.61	2443.61
PESO VOL. PROM. KG/CM2		2434.21		2415.41		2443.61	
DIÁM. CM ²	1	15.2	15.1	15.2	15.2	15.2	15.3
	2	15.1	15.2	15.2	15.3	15.1	15.2
	PROM.	15.15	15.15	15.20	15.25	15.15	15.25
ALTO, CM ²	1	30.5	30.7	30.7	30.5	30.5	30.5
	2	30.6	30.5	30.6	30.6	30.6	30.6
	PROM.	30.55	30.60	30.65	30.55	30.55	30.55
ÁREA, CM ²		180.27	180.27	181.46	182.65	180.27	182.65
CARGA, KG		49,470	50,070	47,620	49,750	49,630	49,420
RESISTENCIA, 28 DÍAS		274.43	277.75	262.43	272.37	275.31	270.57
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²		276.09		267.40		272.94	
IMAGEN							

Tabla 5.13 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento gris, arena río, mina, triturada y grava triturada Flamingos.

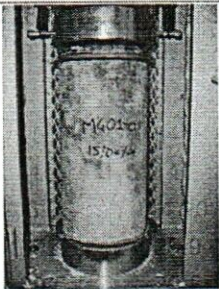
MUESTRA NÚMERO		MG01a	MG01b	MG02a	MG02b	MG03a	MG03b
TIPO DE CEMENTO		Cemento gris CPC 30 R					
AGREGADOS GRUESOS		Grava triturada Flamingos					
AGREGADOS FINOS		Arena de río		Arena de mina		Arena triturada	
FECHA DE ELABORACION		15 de diciembre de 2009					
FECHA DE PRUEBA		14 de enero de 2010					
PESO, KG.		12.4	11.9	12.4	12.6	12	12.5
VOLUMEN, LTS.		5.43	5.20	5.47	5.53	5.27	5.57
PESO VOL. ENDURECIDO		2281.64	2286.33	2266.55	2280.37	2278.70	2243.85
PESO VOL. PROM. KG/CM2		2283.98		2273.46		2261.27	
DÍAM. CM ²	1	15.1	14.9	15.1	15.1	15	15.2
	2	15	14.9	15.1	15.3	14.9	15.2
	PROM.	15.05	14.90	15.10	15.20	14.95	15.2
ALTO, CM ²	1	30.5	29.9	30.6	30.5	30	30.5
	2	30.6	29.8	30.5	30.4	30	30.9
	PROM.	30.55	29.85	30.55	30.45	30.00	30.70
ÁREA, CM ²		177.90	174.37	179.08	181.46	175.54	181.46
CARGA, KG		50410	47300	45610	45840	49850	42980
RESISTENCIA, 28 DÍAS		283.37	271.27	254.69	252.62	283.98	236.86
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²		277.32		253.66		260.42	
IMAGEN							

Tabla 5.14 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento gris, arena río, mina, triturada y grava triturada Altamira.

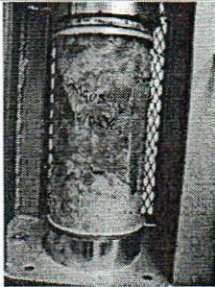
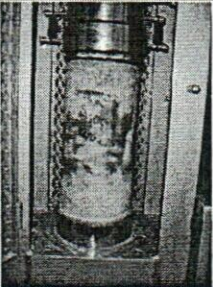
MUESTRA NÚMERO		MG04a	MG04b	MG05a	MG05b	MG06a	MG06b
TIPO DE CEMENTO		Cemento gris CPC 30 R					
AGREGADOS GRUESOS		Grava triturada Altamira					
AGREGADOS FINOS		Arena de río		Arena de mina		Arena triturada	
FECHA DE ELABORACION		16 de diciembre de 2009					
FECHA DE PRUEBA		15 de enero de 2010					
PESO, KG.		12.6	12.7	12.4	12	12.5	12.5
VOLUMEN, LTS.		5.53	5.53	5.50	5.25	5.46	5.48
PESO VOL. ENDURECIDO		2276.63	2294.70	2255.48	2286.32	2288.58	2281.10
PESO VOL. PROM. KG/CM2		2285.67		2270.90		2284.84	
DÍAM. CM ²	1	15.2	15.3	15.1	15	15.1	15.1
	2	15.2	15.1	15.1	14.9	15.1	15.1
	PROM.	15.2	15.20	15.10	14.95	15.10	15.10
ALTO, CM ²	1	30.6	30.5	30.6	29.9	30.5	30.6
	2	30.4	30.5	30.8	29.9	30.5	30.6
	PROM.	30.50	30.50	30.70	29.90	30.50	30.60
ÁREA, CM ²		181.46	181.46	179.08	175.54	179.08	179.08
CARGA, KG		46960	47000	45920	44440	48280	49430
RESISTENCIA, 28 DÍAS		258.79	259.01	256.42	253.16	269.60	276.02
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²		258.90		254.79		272.81	
IMAGEN							

Tabla 5.15 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento gris, arena río, mina, triturada y grava del banco Las Minas.

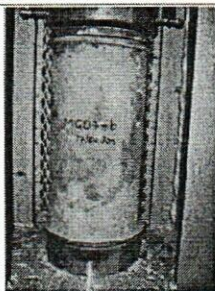
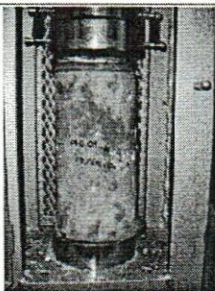
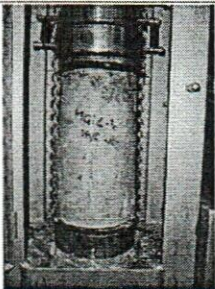
MUESTRA NÚMERO	MG07a	MG07b	MG08a	MG08b	MG09a	MG09b	
TIPO DE CEMENTO	Cemento gris CPC 30 R						
AGREGADOS GRUESOS	Grava del banco Las Minas						
AGREGADOS FINOS	Arena de río		Arena de mina		Arena triturada		
FECHA DE ELABORACION	17 de diciembre de 2009						
FECHA DE PRUEBA	18 de enero de 2010						
PESO, KG.	12.3	11.9	12.2	12.3	12.6	11.9	
VOLUMEN, LTS.	5.63	5.30	5.50	5.49	5.49	5.31	
PESO VOL. ENDURECIDO	2182.97	2244.67	2218.93	2240.79	2295.45	2240.93	
PESO VOL. PROM. KG/CM2	2213.82		2229.86		2268.19		
DIÁM. CM ²	1	15.4	14.9	15.2	15.1	15.2	14.9
	2	15.4	15.1	15.1	15.2	15.2	15.1
	PROM.	15.40	15.00	15.15	15.15	15.20	15.00
ALTO, CM ²	1	30.2	29.9	30.5	30.5	30.2	30.1
	2	30.3	30.1	30.5	30.4	30.3	30
	PROM.	30.25	30.00	30.50	30.45	30.25	30.05
ÁREA, CM ²	186.27	176.72	180.27	180.27	181.46	176.72	
CARGA, KG	47870	44400	45200	46160	52440	50270	
RESISTENCIA, 28 DÍAS	257.00	251.25	250.74	256.06	288.99	284.47	
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²	254.13		253.40		286.73		
IMAGEN							

Tabla 5.16 Resistencias de concreto a los 28 días de cilindros de concreto con cemento gris, arena río, mina, triturada y grava del Río Grijalva.

MUESTRA NÚMERO		MG10a	MG10b	MG11a	MG11b	MG12a	MG12b
TIPO DE CEMENTO		Cemento gris CPC 30 R					
AGREGADOS GRUESOS		Grava del río Grijalva					
AGREGADOS FINOS		Arena de río		Arena de mina		Arena triturada	
FECHA DE ELABORACION		18 de diciembre de 2009					
FECHA DE PRUEBA		18 de enero de 2010					
PESO, KG.		12.9	12.4	12.2	12.7	12.1	12.7
VOLUMEN, LTS.		5.67	5.35	5.35	5.60	5.35	5.53
PESO VOL. ENDURECIDO		2274.42	2315.82	2282.19	2268.67	2263.48	2298.57
PESO VOL. PROM. KG/CM2		2295.12		2275.43		2281.02	
DIÁM. CM ²	1	15.4	15	15	15.2	15	15.1
	2	15.4	15	15.1	15.2	15.1	15.2
	PROM.	15.40	15.00	15.05	15.20	15.05	15.15
ALTO, CM ²	1	30.5	30.4	30.1	31	30	30.6
	2	30.4	30.2	30	30.7	30.1	30.7
	PROM.	30.45	30.30	30.05	30.85	30.05	30.65
ÁREA, CM ²		186.27	176.72	177.90	181.46	177.90	180.27
CARGA, KG		49,330	50,290	46,620	45,950	45,020	46,010
RESISTENCIA, 28 DÍAS		264.84	284.58	262.06	253.23	253.07	255.23
RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM ²		274.71		257.65		254.15	
IMAGEN							

Como se puede apreciar en las Tablas anteriores las resistencias que se obtuvieron a los 28 días cumplen con el $f'c$, con el cual fueron diseñados, concluyendo que los agregados que se emplearán para la dosificación del concreto son adecuados para su uso estructural.

5.6 CONCRETOS APARENTES PROPUESTOS

El empleo del concreto aparente en edificios es variado y dependerá de su diseñador, ya que puede ser usado, masivamente o bien en pequeños espacios. Los acabados son muy diversos ya que se pueden tener superficies lisas y/o rugosas, con agregados pétreos, provocando estrías, cornisas, entrecalles, etc. Los diseños de concretos lisos o tersos, requieren más detalle y una realización más perfecta. En cambio los acabados con concretos martelinados o desbastados requieren de una realización menos perfecta.

El diseño del acabado aparente debe ser congruente y debe realizarse de la manera más segura y fácil, y considerar su buena conservación a través del tiempo, del intemperismo y de las lluvias.

Para poder realizar un buen acabado es necesario respetar estrictamente el proyecto, los cálculos estructurales, las especificaciones y los procedimientos de construcción, así como los programas que incluyan las obras. Es conveniente emplear técnicos, maestros de obra y obreros experimentados.

Cimbras: Para realizar estructuras de concreto armado aparente se requiere de tres elementos diferentes en cuanto a cimbras: primero, los que constituyen las superficies de contacto; segundo, las estructuras necesarias para soportar el peso del concreto recién vaciado, las cargas provenientes del acero de refuerzo, de vibrados, del curado y de las cargas vivas, de los posibles empujes horizontales por vientos o sismos, así como impactos, estas estructuras se les llama obra falsa y su diseño y ejecución dependen y son responsabilidad del constructor; y por último, los elementos necesarios para nivelar, rigidizar y contraventear la cimbra, garantizando que al descimbrar la estructura de

concreto presente con exactitud las dimensiones, Figuras geométricas, niveles y plomos.

Las superficies de las cimbras deben ser adecuadas para construir moldes, que al vaciarse el concreto realice la plástica de las superficies, volúmenes y detalles. Estas superficies pueden especificarse y hacerse mediante el empleo de madera, acero o plástico, así como moldes desechables de yeso y forros de hule. Cada uno de estos materiales puede ser adecuado para cumplir con determinadas intenciones del proyecto, teniendo ventajas pero también limitaciones.

La madera puede emplearse en formas de duela, Tabla o tablones. Si se desea obtener una superficie tersa, lisa y uniforme, deben usarse estos elementos con un grueso parejo y cepillados por la cara de contacto. El triplay proporciona una superficie lisa, uniforme y casi impermeable.

La cimbra de acero es impermeable y proporciona un color uniforme al concreto. El revestimiento del concreto debe ser lo bastante grueso como para soportar las cargas entre los elementos de apoyo. El uso de cimbra de acero galvanizado debe evitarse ya que causa adherencia del concreto.

En lo que a la obra falsa se refiere es importante tener cuidado en el diseño y ejecución, con el fin de evitar desplomes, salientes y otros defectos.

Armados: La varilla de refuerzo puede ser lisa o corrugada, así como los estribos y anillos. Se debe tener cuidado para que el acero no toque la superficie de contacto de la cimbra, respetando el recubrimiento, que por su espesor permita el paso de los agregados del concreto.

Concreto: La granulometría, la proporción agua cemento, los revenimientos y los aditivos, necesarios y convenientes para obtener un concreto aparente, son semejantes a los de un concreto común, teniendo en cuenta únicamente la plasticidad necesaria para tener fluidez.

Para lograr un concreto aparente hay que prestarle atención al vaciado y vibrado, para evitar oquedades. Si la intención es obtener concretos de un color determinado, se deben tomar las providencias necesarias para tal fin, como pueden ser los agregados, el cemento en sí, o bien mediante el uso de colorantes.

Curados: Se realizan mediante la utilización de agua durante el tiempo y la constancia requerida, o por la aplicación de membranas que no permitan que el agua se evapore durante el fraguado; pero se corre el riesgo de posibles manchas.

Descimbrados: Hay que precisar las precauciones para que con cuidado se descimbre sin lastimar el concreto aparente.

Propuesta de acabados: Las propuestas de concreto aparente que se realizarán, son los acabados más utilizados en nuestro país en edificios de concreto aparente. De los cuatro acabados que se eligieron, tres son con concreto fresco y uno con concreto endurecido.

A continuación se describen cada uno de ellos:

Concreto con cimbra rústica: Este tipo de acabado se emplea en elementos verticales y horizontales, generalmente es usada en superficie con volúmenes caprichosos o bien cuando se le desea dar una apariencia rústica al edificio.

La cimbra que se emplea es con madera de duela, permitiendo su flexibilidad al cimbrar, no requiere de mano de obra especializada. El acabado se hace con el vaciado del concreto fresco, el cual tomará la forma del molde (Figura 5.13).

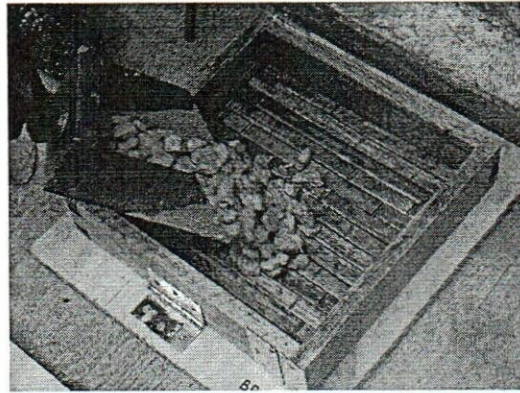


Figura 5.13 Acabado rústico, con cimbra en forma de dula

Concreto con relieves:

Este tipo de acabado se emplea usualmente en muros, en superficies en las cuales se desea dar una apariencia mas sofisticada, ya que se pueden lograr una gran variedad de efectos por medio de texturas o relieves de los moldes, obteniendo con ellos unos claro oscuros que favorecen a la apariencia del concreto.

La cimbra que se emplea en este tipo de acabado es de primera. El acabado se hace con el vaciado del concreto fresco y un excelente vibrado, el cual tomará la forma del molde (Figura 5.14).



Figura 5.14 Varillado del concreto

Concreto lavado o cepillado:

Es un acabado decorativo de concreto que se obtiene al quitar la piel externa del mortero con una esponja o cepillo húmedo, cuando éste se encuentra aun sin endurecer completamente, es decir, quitar la pasta de cemento superficial mientras aun es plástica y permite dejar expuesto el agregado grueso (Figura 5.15).

Suele emplearse en superficies horizontales aunque también puede ser efectivo en superficies verticales si se lava antes de que el concreto haya obtenido su resistencia completa.

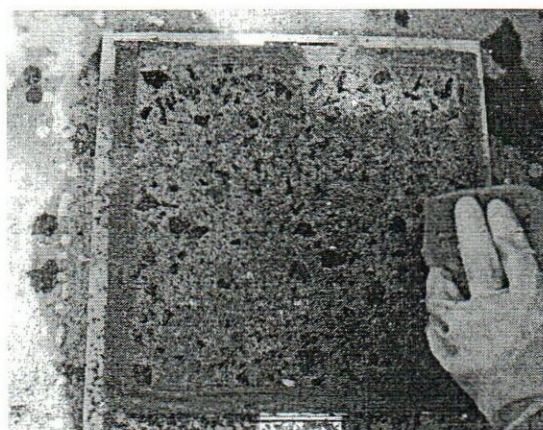


Figura 5.15 Lavado del concreto por medio de una esponja

Concreto martelinado:

Es un acabado decorativo de concreto que se obtiene al quitar la piel externa del mortero, cuando éste se encuentra recientemente endurecido, mediante unos pequeños golpes con una especie de martillo llamado martelina, la cual permite dejar expuesto a los agregados del concreto (Figura 5.16).

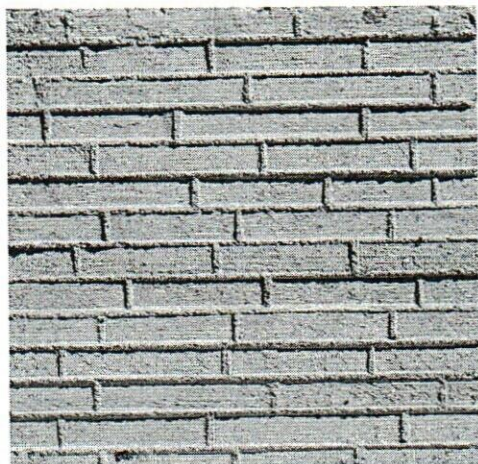


Figura 5.16 Martelinado del concreto

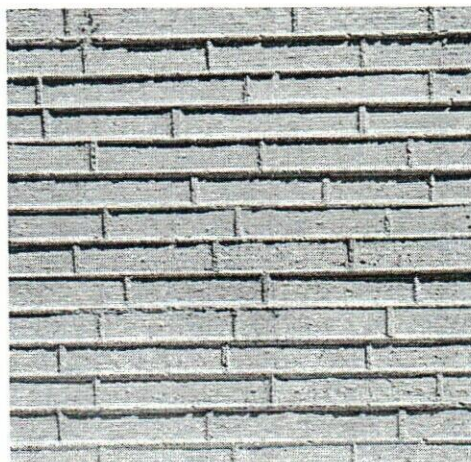
5.7 ACABADOS OBTENIDOS

Se presentan las imágenes de los cuatro tipos de acabados descritos anteriormente, cada ficha corresponde a un mismo tipo de arena y lo que va cambiando son los agregados y el color del cemento.

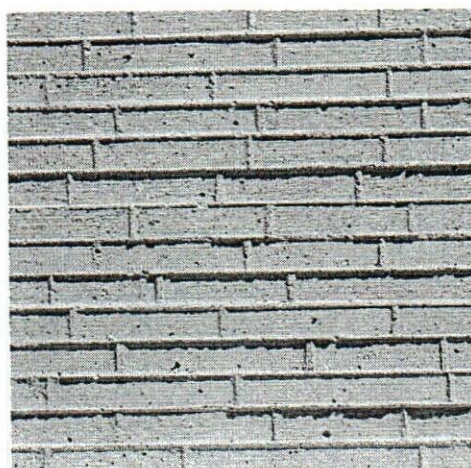
**CONCRETO CON CIMBRA RÚSTICA
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO BLANCO**



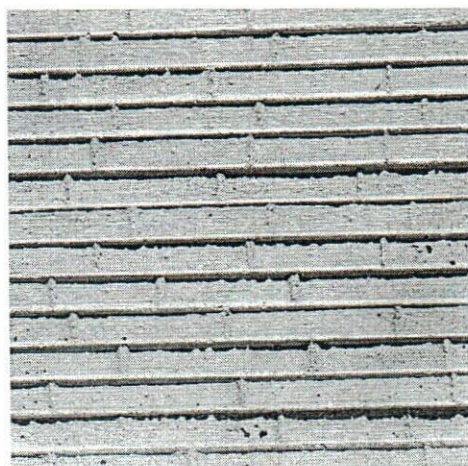
FRB – Grava de trituradora Flamingos



TRB – Grava de trituradora Altamira



MRB – Grava del banco Las Minas

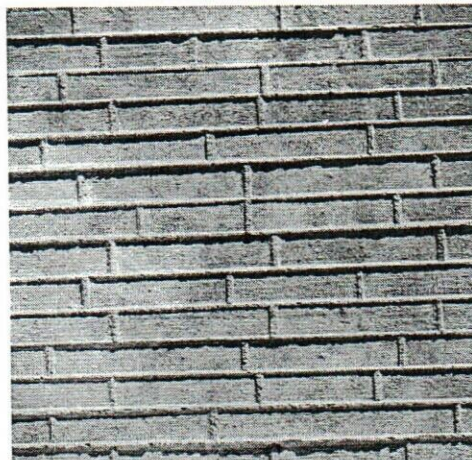


RRB – Grava del río Grijalva

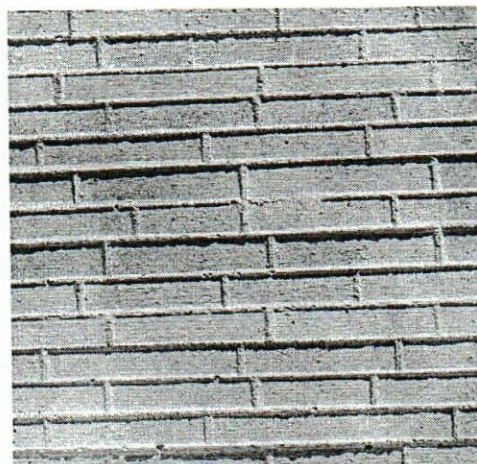
CONCRETO CON CIMBRA RÚSTICA
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO GRIS



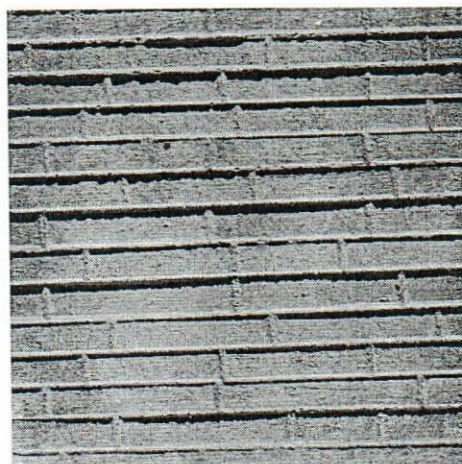
FRG – Grava de trituradora Flamingos



TRG – Grava de trituradora Altamira

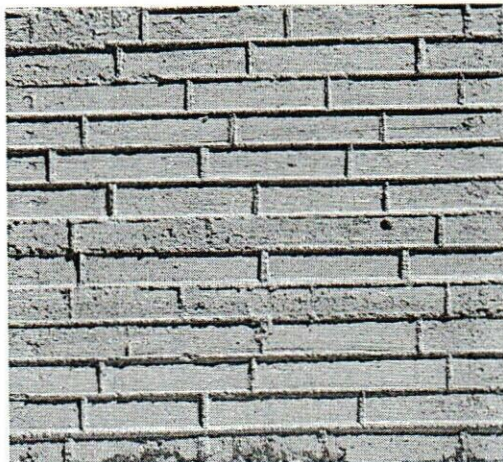


MRG – Grava del banco Las Minas



RRG – Grava del río Grijalva

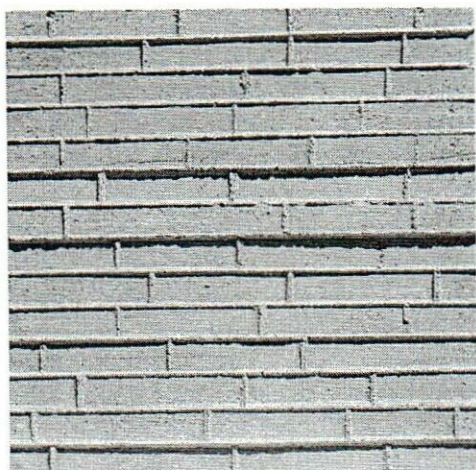
CONCRETO CON CIMBRA RÚSTICA
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO BLANCO



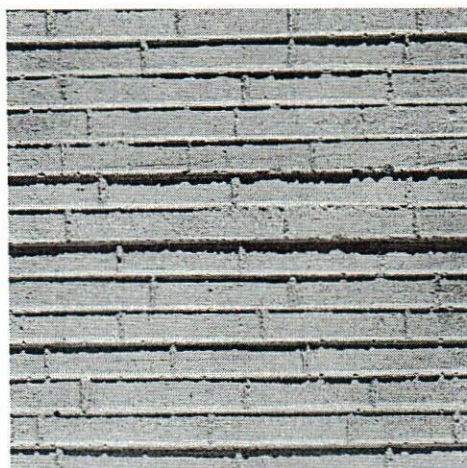
FMB – Grava de trituradora Flamingos



TMB – Grava de trituradora Altamira

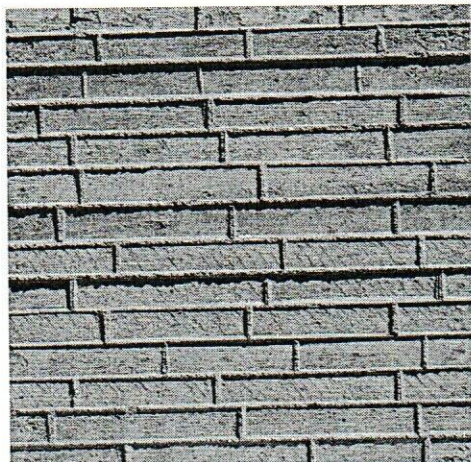


MMB – Grava del banco Las Minas

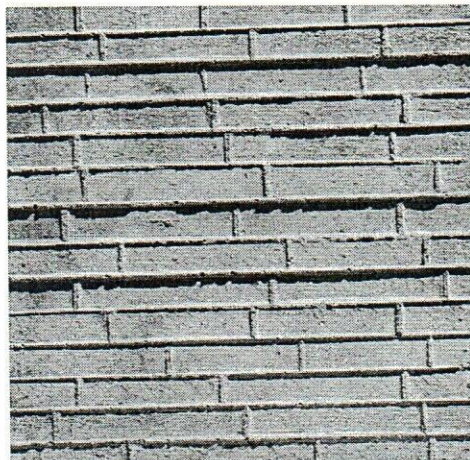


RMB – Grava del río Grijalva

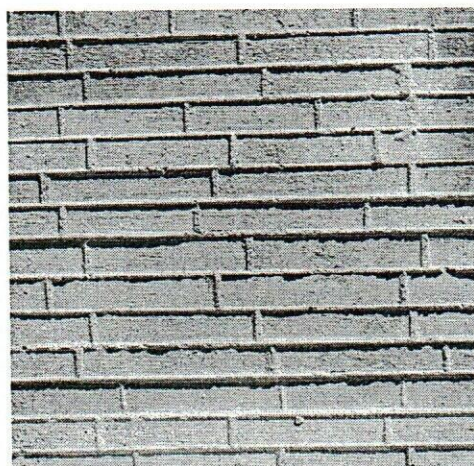
CONCRETO CON CIMBRA RÚSTICA
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO GRIS



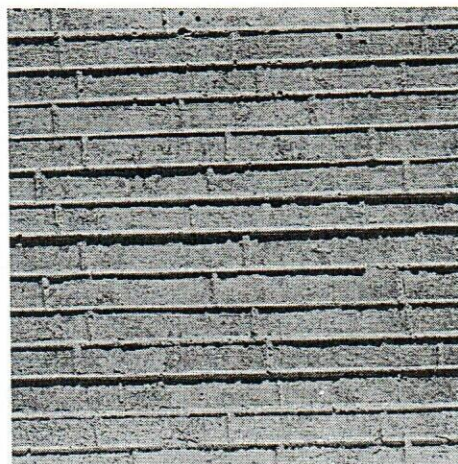
FMG – Grava de trituradora Flamingos



TMG – Grava de trituradora Altamira

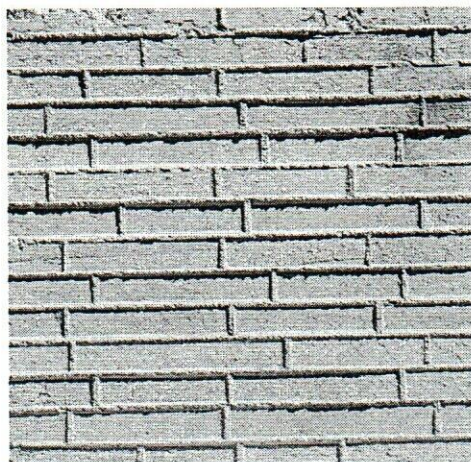


MMB – Grava del banco Las Minas

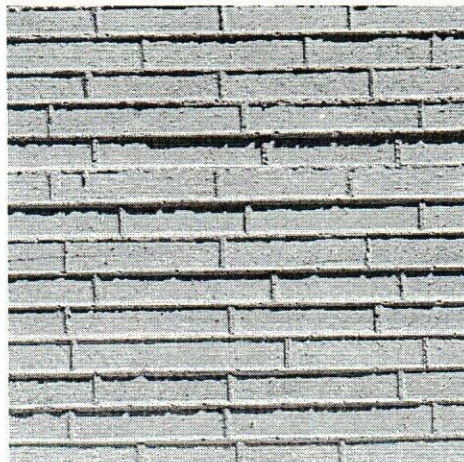


RMB – Grava del río Grijalva

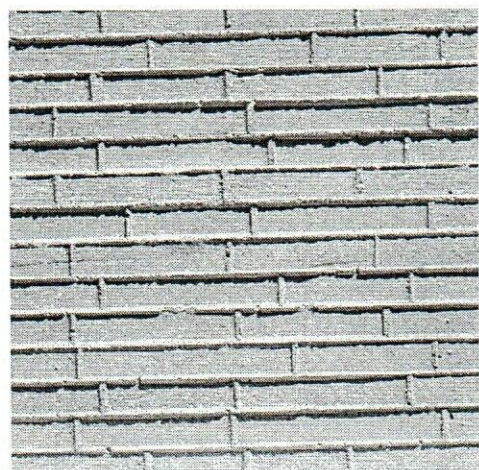
CONCRETO CON CIMBRA RÚSTICA
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO BLANCO



FTB – Grava de trituradora Flamingos



TTB – Grava de trituradora Altamira

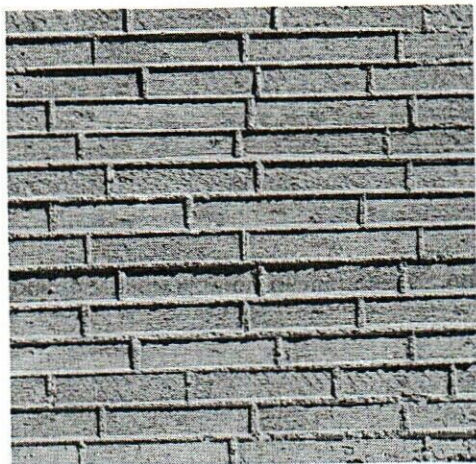


MTB – Grava del banco Las Minas

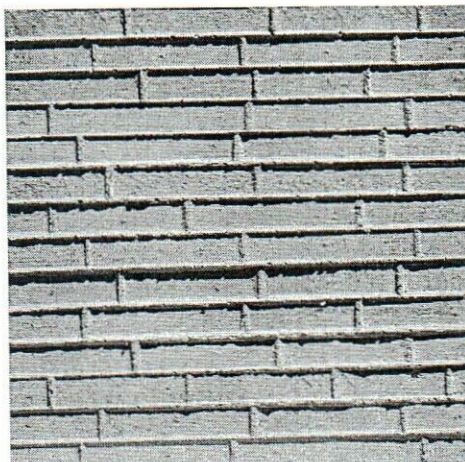


RTB – Grava del río Grijalva

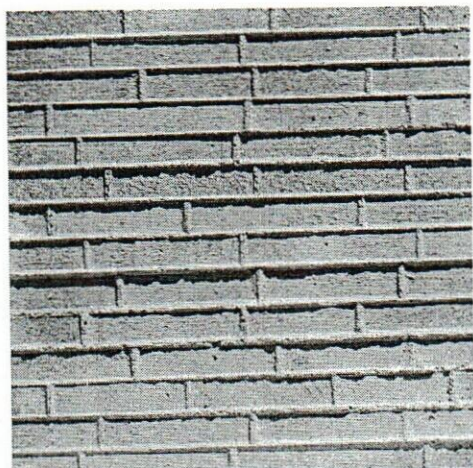
CONCRETO CON CIMBRA RÚSTICA
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO GRIS



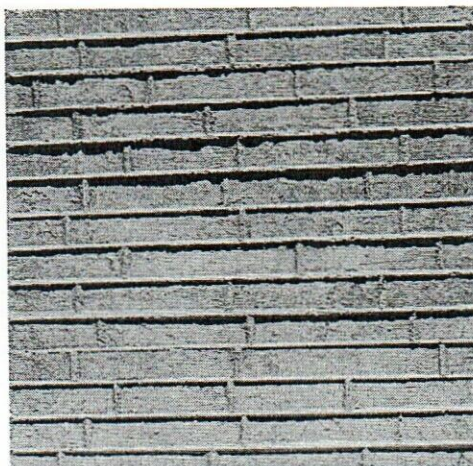
FMG – Grava de trituradora Flamingos



TMG – Grava de trituradora Altamira



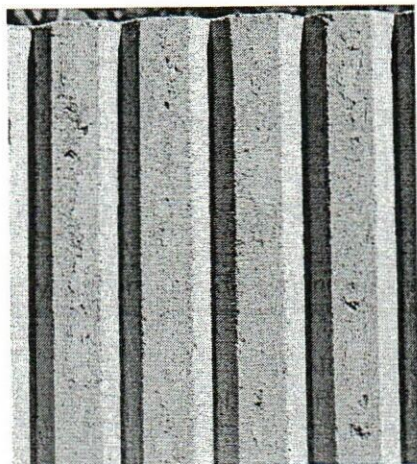
MMB – Grava del banco Las Minas



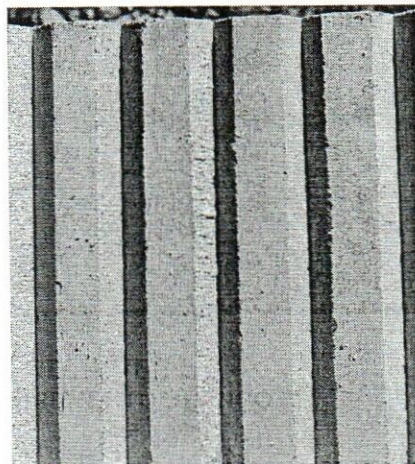
RMB – Grava del río Grijalva

CONCRETO CON RELIEVES

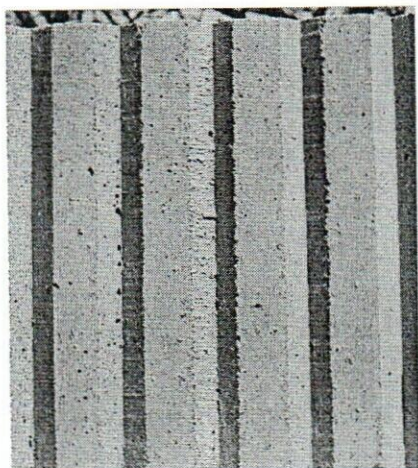
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO BLANCO



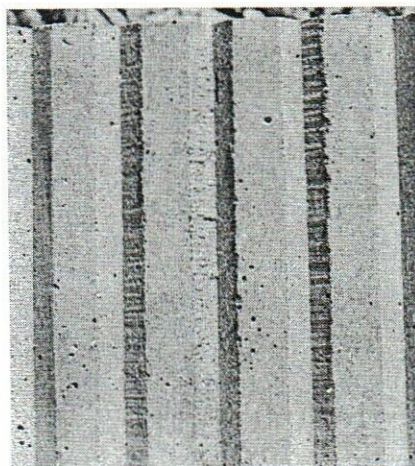
FRB – Grava de trituradora Flamingos



TRB – Grava de trituradora Altamira

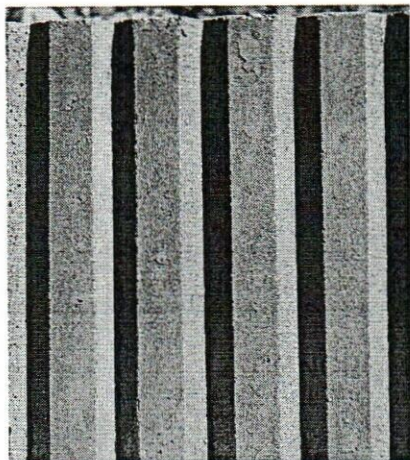


MRB – Grava del banco Las Minas

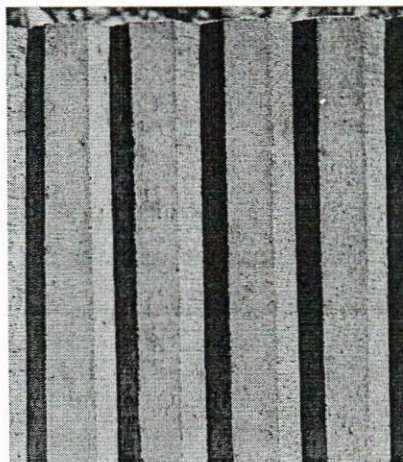


RRB – Grava del río Grijalva

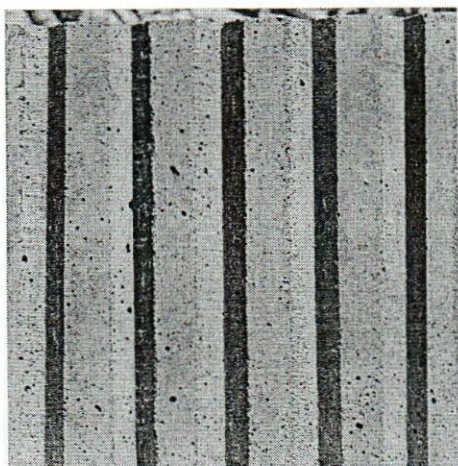
CONCRETO CON RELIEVES
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO GRIS



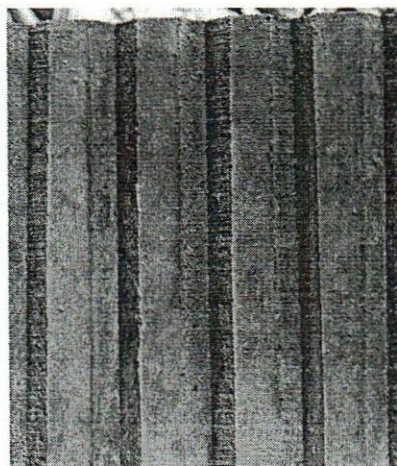
FRG – Grava de trituradora Flamingos



TRG – Grava de trituradora Altamira

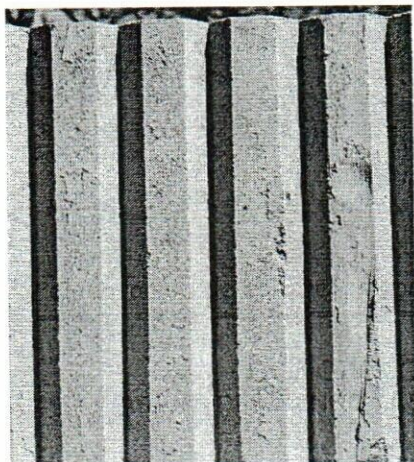


MRB – Grava del banco Las Minas

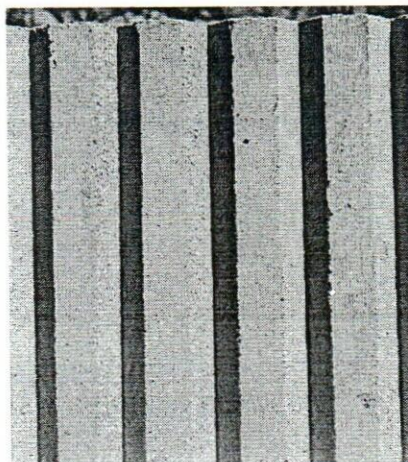


RRB – Grava del río Grijalva

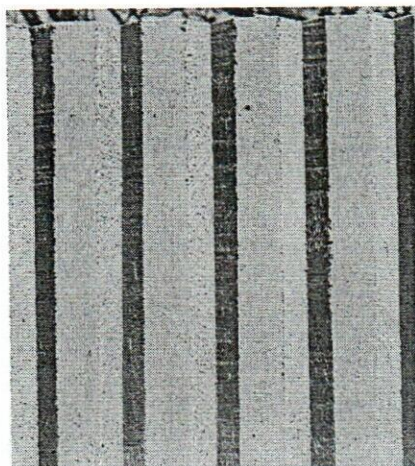
CONCRETO CON RELIEVES
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO BLANCO



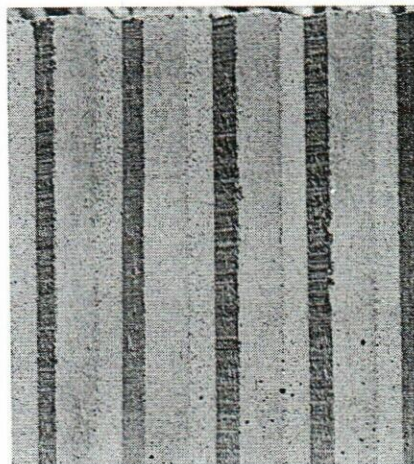
FMB – Grava de trituradora Flamingos



TMB – Grava de trituradora Altamira

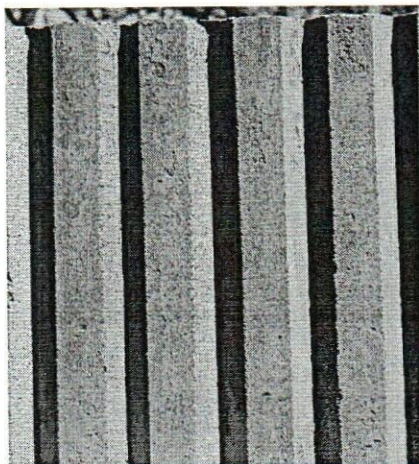


MMB – Grava del banco Las Minas

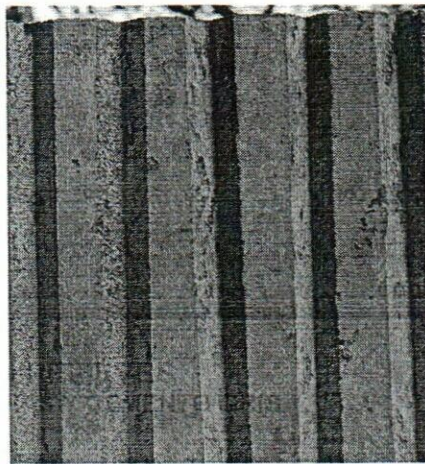


RMB – Grava del río Grijalva

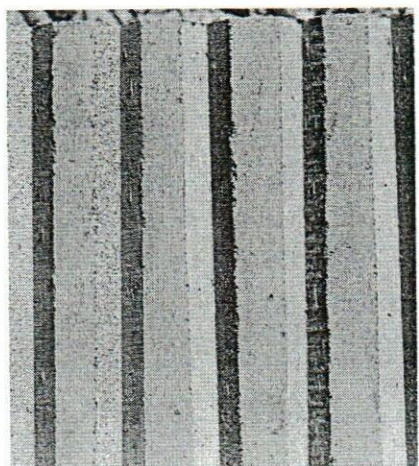
CONCRETO CON RELIEVES
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO GRIS



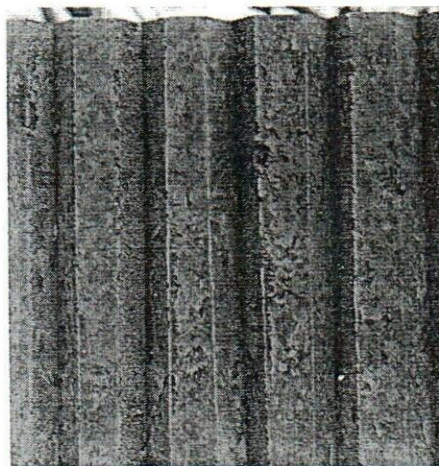
FMG – Grava de trituradora Flamingos



TMG – Grava de trituradora Altamira

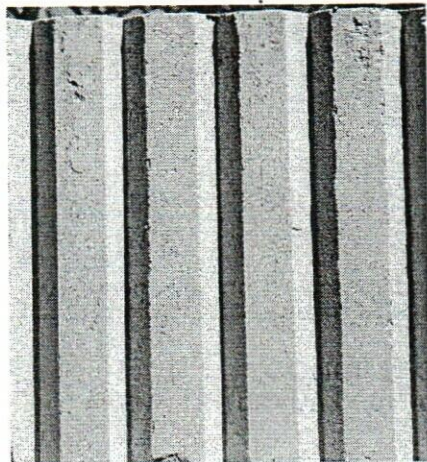


MMB – Grava del banco Las Minas

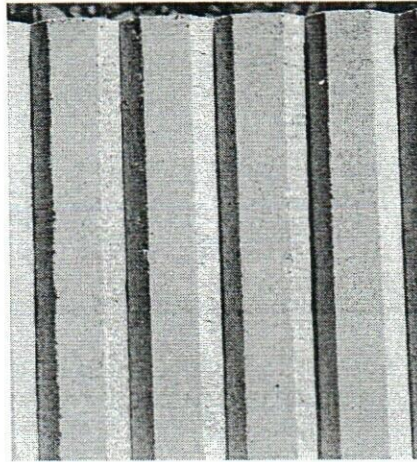


RMB – Grava del río Grijalva

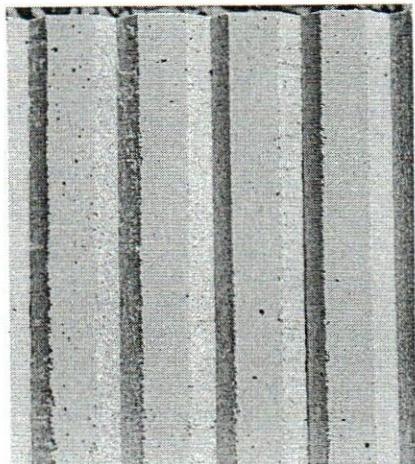
CONCRETO CON RELIEVES
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO BLANCO



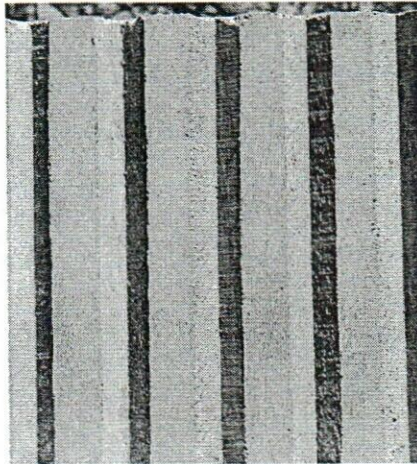
FTB – Grava de trituradora Flamingos



TTB – Grava de trituradora Altamira

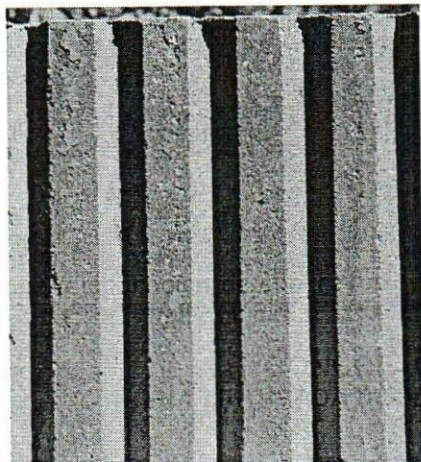


MTB – Grava del banco Las Minas

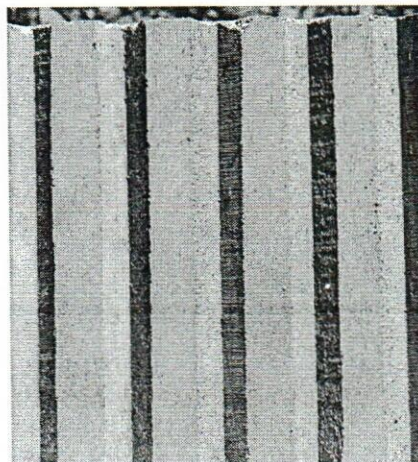


RTB – Grava del río Grijalva

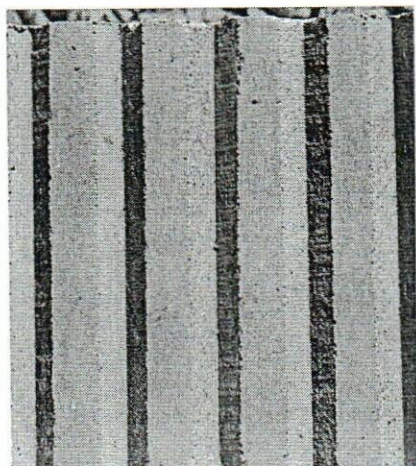
CONCRETO CON RELIEVES
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO GRIS



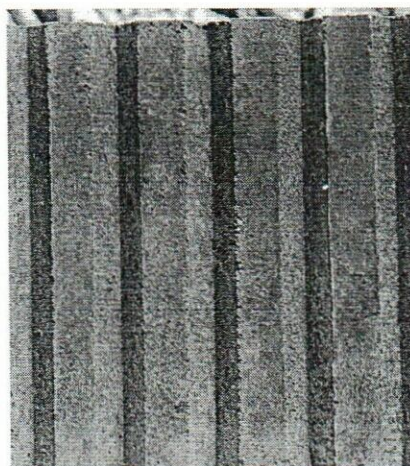
FTG – Grava de trituradora Flamingos



TTG – Grava de trituradora Altamira

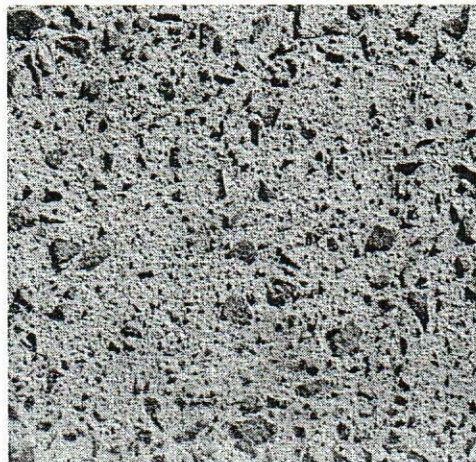


MTB – Grava del banco Las Minas

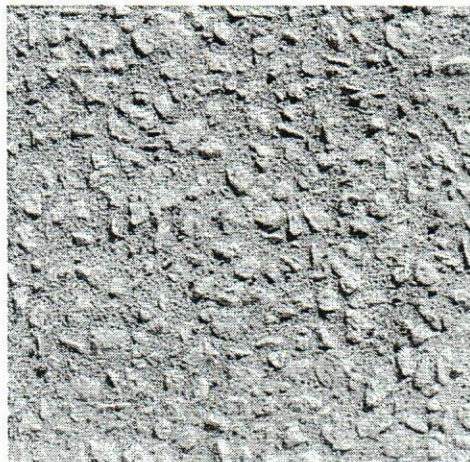


RTB – Grava del río Grijalva

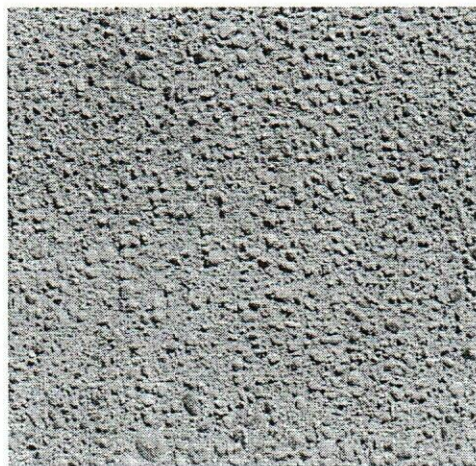
CONCRETO LAVADO
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO BLANCO



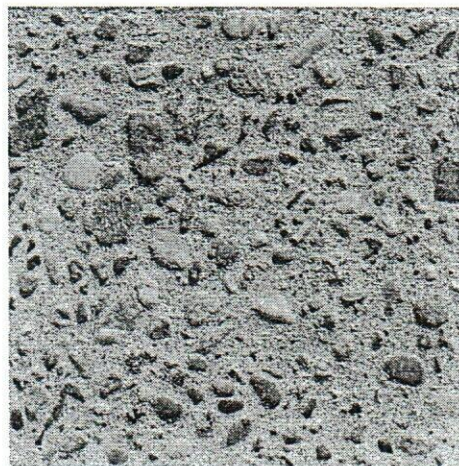
FRB – Grava de trituradora Flamingos



TRB – Grava de trituradora Altamira

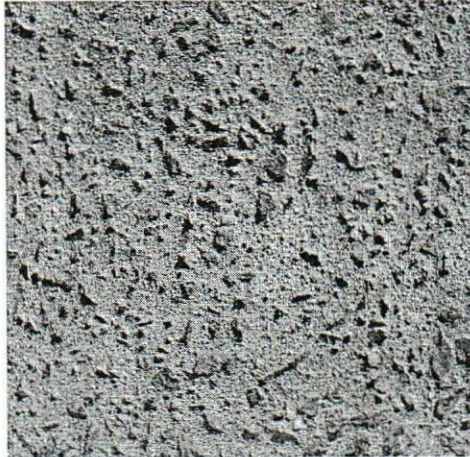


MRB – Grava del banco Las Minas

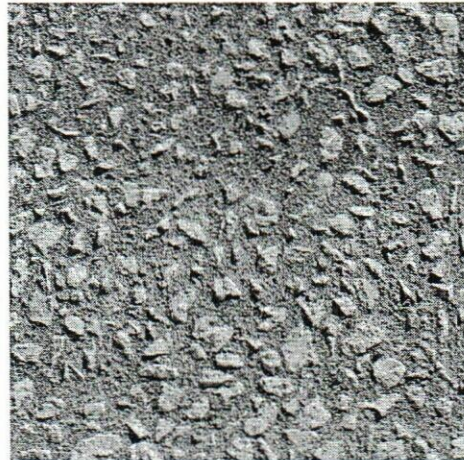


RRB – Grava del río Grijalva

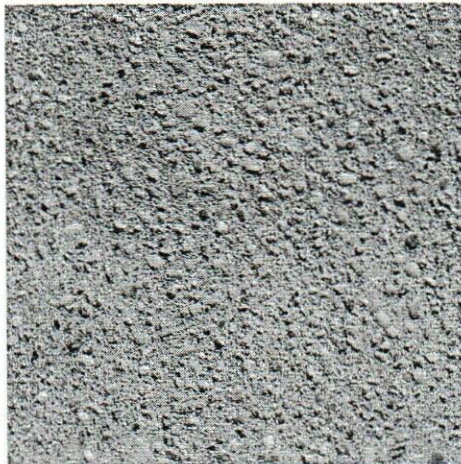
CONCRETO LAVADO
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO GRIS



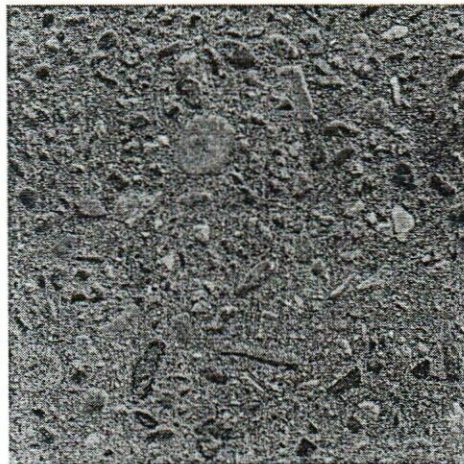
FRG – Grava de trituradora Flamingos



TRG – Grava de trituradora Altamira

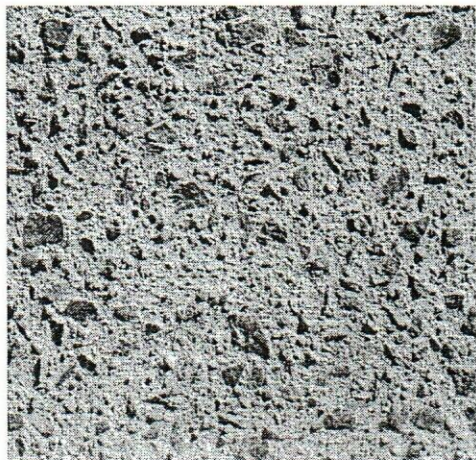


MRB – Grava del banco Las Minas

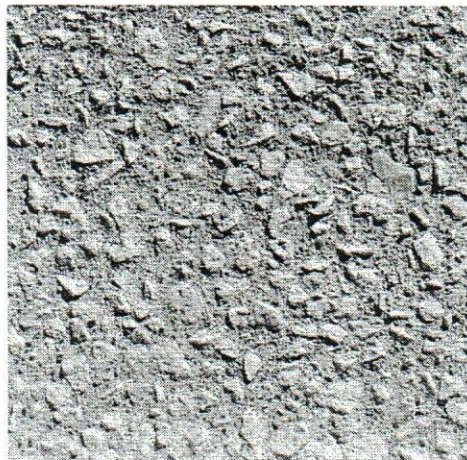


RRB – Grava del río Grijalva

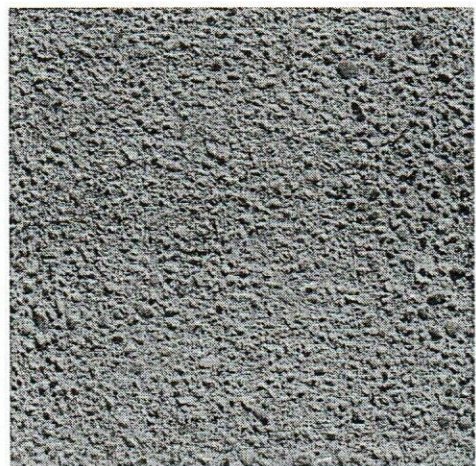
CONCRETO LAVADO
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO BLANCO



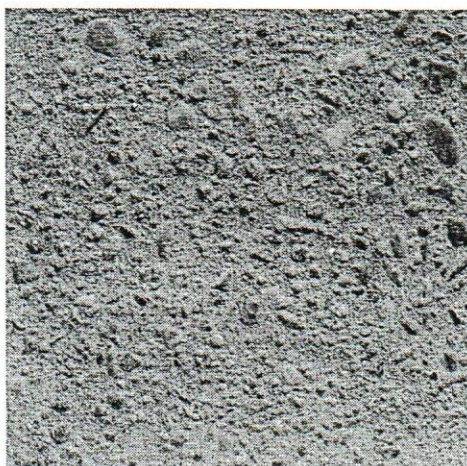
FMB – Grava de trituradora Flamingos



TMB – Grava de trituradora Altamira



MMB – Grava del banco Las Minas



RMB – Grava del río Grijalva

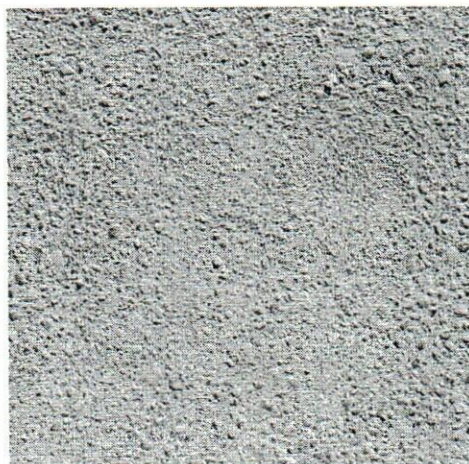
CONCRETO LAVADO
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO GRIS



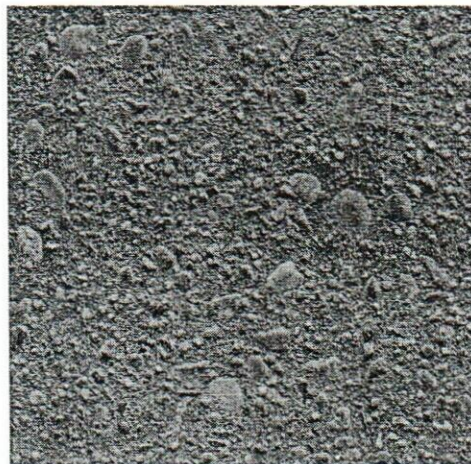
FMG – Grava de trituradora Flamingos



TMG – Grava de trituradora Altamira

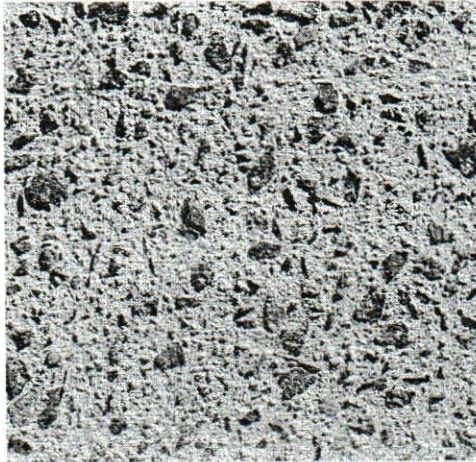


MMB – Grava del banco Las Minas

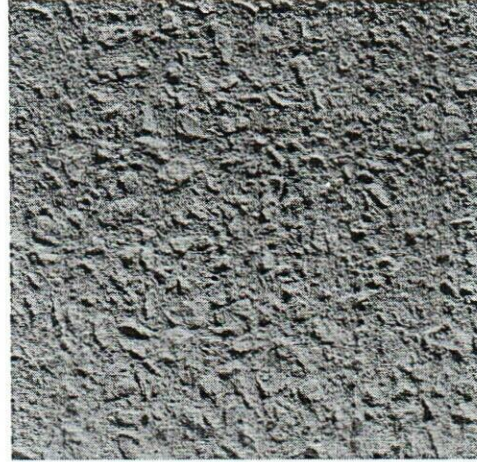


RMB – Grava del río Grijalva

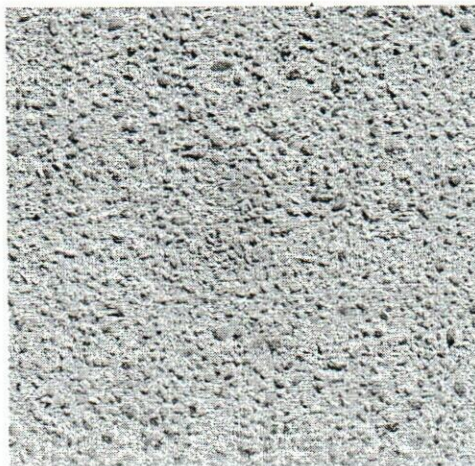
CONCRETO LAVADO
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO BLANCO



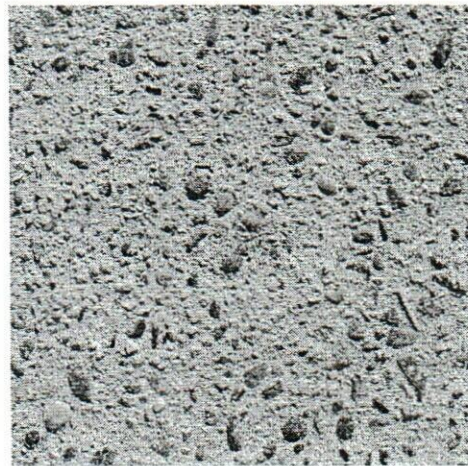
FTB – Grava de trituradora Flamingos



TTB – Grava de trituradora Altamira

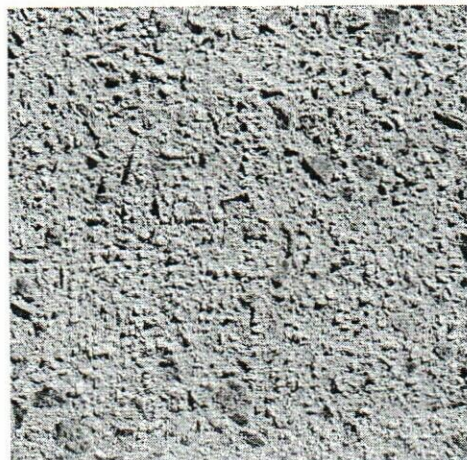


MTB – Grava del banco Las Minas

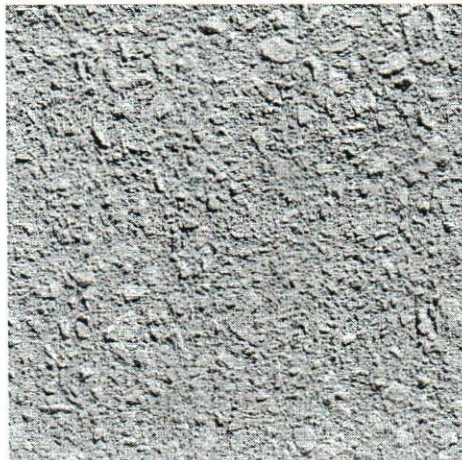


RTB – Grava del río Grijalva

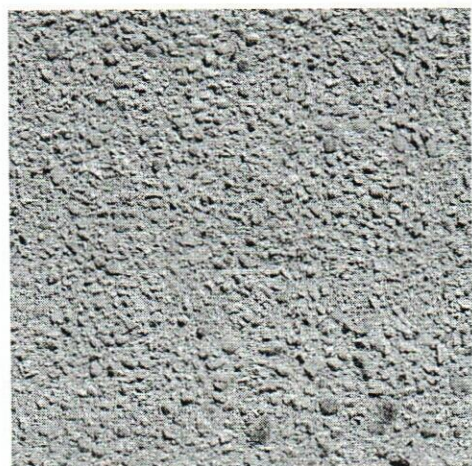
CONCRETO LAVADO
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO GRIS



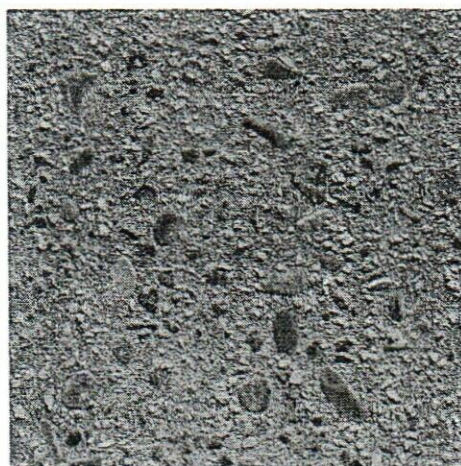
FTG – Grava de trituradora Flamingos



TTG – Grava de trituradora Altamira

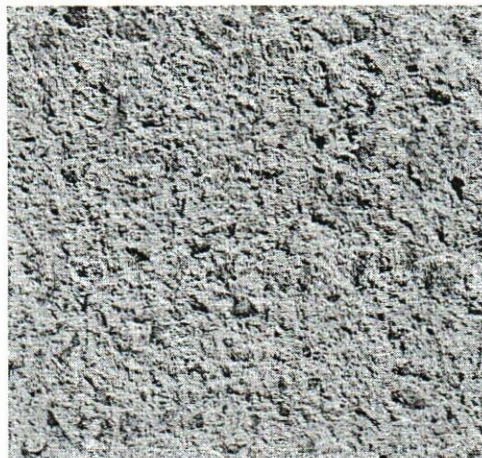


MTB – Grava del banco Las Minas



RTB – Grava del río Grijalva

CONCRETO MARTELINADO
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO BLANCO



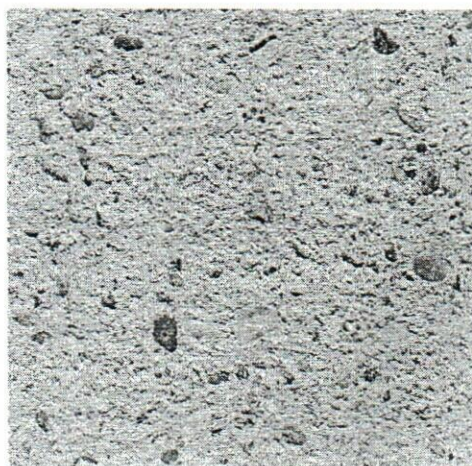
FRB – Grava de trituradora Flamingos



TRB – Grava de trituradora Altamira

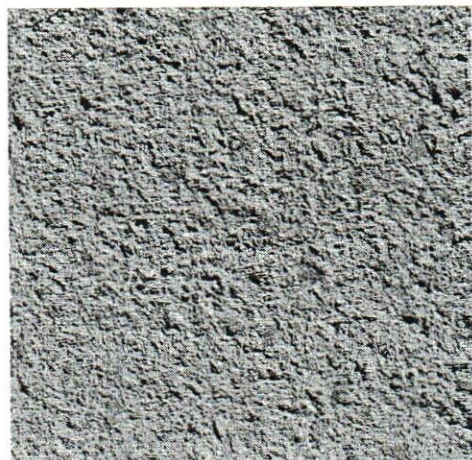


FRB – Grava de trituradora Flamingos



TRB – Grava de trituradora Altamira

CONCRETO MARTELINADO
ARENA DEL RÍO GRIJALVA Y CEMENTO GRIS



FRG – Grava de trituradora Flamingos



TRG – Grava de trituradora Altamira

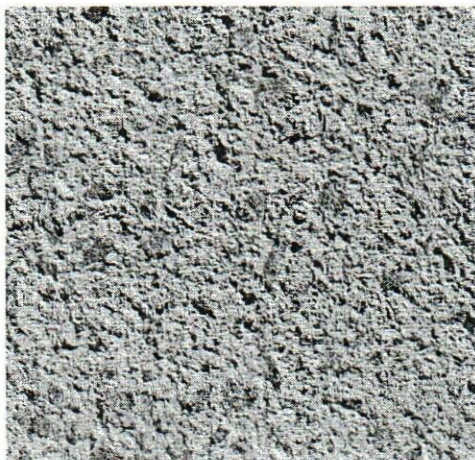


MRB – Grava del banco Las Minas

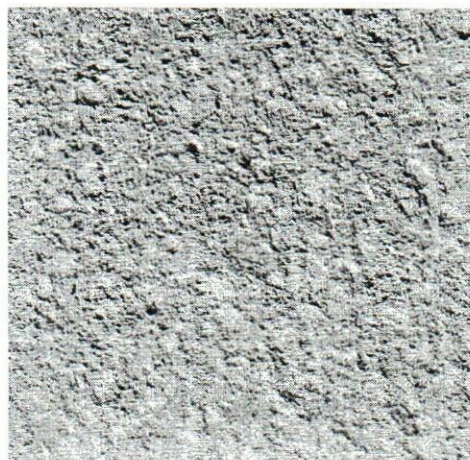


RRB – Grava del río Grijalva

CONCRETO MARTELINADO
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO BLANCO



FMB – Grava de trituradora Flamingos



TMB – Grava de trituradora Altamira

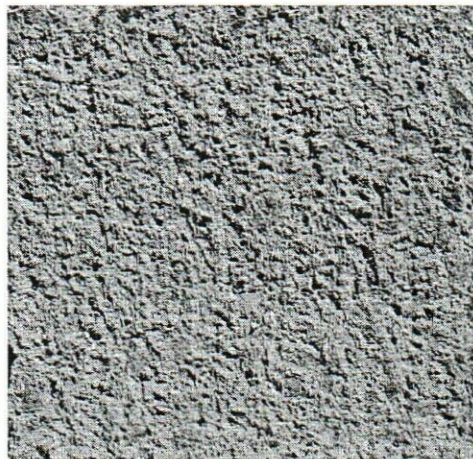


FMB – Grava de trituradora Flamingos

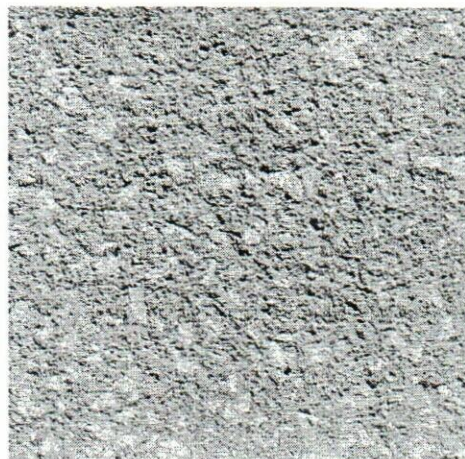


TMB – Grava de trituradora Altamira

CONCRETO MARTELINADO
ARENA DEL BANCO LAS MINAS Y CEMENTO GRIS



FMG – Grava de trituradora Flamingos



TMG – Grava de trituradora Altamira



MMB – Grava del banco Las Minas

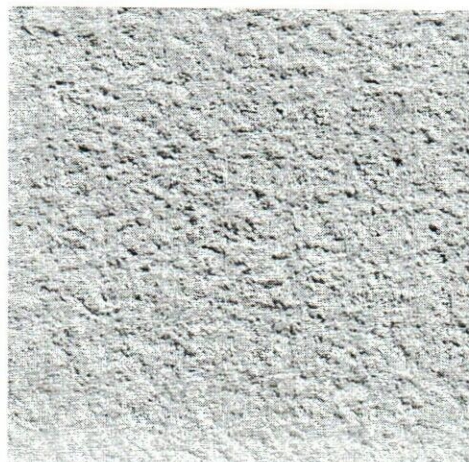


RMB – Grava del río Grijalva

CONCRETO MARTELINADO
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO BLANCO



FTB – Grava de trituradora Flamingos



TTB – Grava de trituradora Altamira

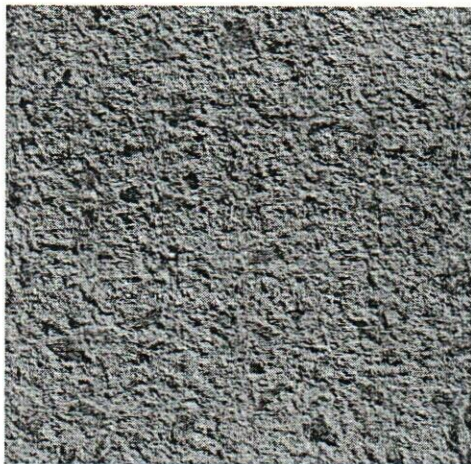


MTB – Grava del banco Las Minas



RTB – Grava del río Grijalva

CONCRETO MARTELINADO
ARENA TRITURADA DEL BANCO GORSA Y CEMENTO GRIS



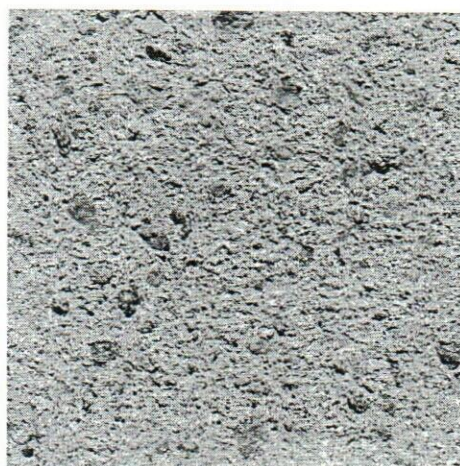
FTG – Grava de trituradora Flamingos



TTG – Grava de trituradora Altamira



MTG – Grava del banco Las Minas



RTG – Grava del río Grijalva

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

La variedad de los acabados en los concretos aparentes en las edificaciones depende de las características de los agregados, aglutinante y de la intensidad del acabado, teniendo diferentes matices con colores o texturas homogéneas en las superficies del concreto.

Los bancos de materiales de la Región Centro del estado de Chiapas seleccionados por sus características físicas, cumplen con los requerimientos de granulometría, módulo de finura, densidad y absorción, necesarios para la elaboración de concretos estructurales aparentes. De acuerdo a pruebas de laboratorio para medir la compresión, estos agregados resultan adecuados para obtener resistencias mecánicas en los concretos para uso estructural, conforme a lo presentado en el capítulo 5, en las tablas 5.9 a la 5.13. Estos se encuentran localizados en los municipios de Cintalapa, Berriozabal, San Fernando, Ocozocoautla, Chiapa de Corzo. Es de destacar que los agregados no cuentan con características homogéneas, ya que dependen de su veta, el proceso de extracción, incluso de las cuestiones climáticas durante dicho proceso.

Esta situación puede resultar, por un lado favorable, al tener una variedad de matices en los concretos aparentes de las edificaciones y, por otra parte, desfavorable, ya que obliga al control de la homogeneidad de los agregados para lograr características similares en cuanto a colores, texturas y granulometrías, especialmente en cuanto a la calidad estructural del concreto, por lo que se recomienda el uso de agregados extraídos en un mismo punto del banco.

Es de destacar que los agregados que se localizan en la región son de origen calcáreo, por lo que su coloración va desde los blancuscos a los ocre, provocando poco contraste de color entre ellos.

Otro aspecto relevante para la realización de los concretos aparentes es la coloración del aglutinante (cemento), puesto que cuando se emplea cemento gris no se tiene un control de calidad en su coloración, ya que depende de la mezcla de componentes: clinker Pórtland, sulfato de calcio y yeso. Por lo que en estos casos para controlar la homogeneidad de la coloración se debe comprar la cantidad necesaria en un lote de cemento. Este problema no se presenta con el uso de cemento blanco, el cual guarda uniformidad en su coloración debido a su proceso de fabricación, logrando acabados más homogéneos. Este proceso de blanqueamiento del cemento también incrementa al doble el costo del aglutinante, por lo que dependerá del financiamiento de la construcción la posibilidad de su uso.

En relación a costos, un concreto aparente es más caro que un concreto simple, debido al control que se debe tener en cuanto a su planeación, ejecución, descimbrado y curado. Ya que debe satisfacer dos aspectos que son su uso estructural y su apariencia, el cual va ligado al tipo de cimbra y al vibrado del concreto.

Dentro de los acabados mas usados en la zona de estudio se encuentran tres con concreto fresco (con cimbra rústica, con relieves, lavado o cepillado) y uno con concreto endurecido (martelinado).

Los resultados obtenidos confirman que la arena proporciona el color al concreto y la grava la textura. El aglutinante juega un papel importante debido a que influye en el acabado, el cemento gris impide en su mayoría la coloración de la arena, mientras que el cemento blanco la realza.

Los acabados con cimbra aparente rústica o con relieves, presentaron los mismos tonos y texturas del concreto, sin embargo los acabados lavados y martelinados tuvieron una variación importante en la textura. Los colores contrastantes de los agregados permiten un mayor realce en las texturas del concreto.

En lo que a disponibilidad de los agregados se refiere, la grava de río es difícil conseguirla debido a que únicamente el 30% del material que extraen es grava, y el costo es 70% mayor al de la arena de río.

El banco Las Minas, en época de lluvia dejan de trabajar, provocando que no se encuentre disponible el material en todas las épocas del año. El costo de la grava es mayor en un 87% con respecto a la arena.

La grava de la trituradora Flamingo, trabaja todo el año pero únicamente se obtiene el producto en el lugar mismo de la trituradora, debido a que no lo distribuyen.

La trituradora Altamira y GORSA, se pueden obtener grava y arena respectivamente en todas las épocas del año, y la distribuyen a varias partes, entre ellas a las casas de materiales de Tuxtla Gutiérrez.

Esta investigación permite conocer los agregados existentes en la zona centro del estado y cuales de ellos son aptos para la elaboración de concretos aparentes, su disponibilidad y la gama de acabados que surgen al combinarlos y la coloración del cemento como parte fundamental en la homogeneidad del concreto. Permitiendo a los constructores en la región disponer de un catálogo de los acabados posibles con el empleo de los agregados regionales, con la seguridad que estos cumplen con los requerimientos estructurales.

Dentro de las limitaciones que se tuvieron, los colores de los agregados no son muy contrastantes, no se tuvieron acabados brillantes los cuales proporcionan los agregados duros como los granitos, onix, cuarzo, entre otros.

Por no ser pertinentes a esta investigación no se realizaron pruebas para conocer las características químicas de los agregados, sin embargo, estas serían necesarias si se desea emplear concretos aparentes en interiores donde deba garantizarse la sanidad del establecimiento, tales como la no existencia de plomos u otro tipo de minerales pesados nocivos para la salud.

Finalmente, los resultados obtenidos de los ensayos realizados a este tipo de concreto demuestran que no sólo son concretos aparentes sino que son excelentes concretos para ser usados de manera estructural, ya que las resistencias obtenidas a la compresión superan en un 10% a las resistencias de diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONCRETO COLOREADO, (2003) "Concreto de cemento blanco & gris", <http://www.coloreado.com/concretoindex.html>. abril 2008.

CROFT, Catherine, (2005), *Arquitectura en hormigón*, Barcelona, España, Editorial Blume.

DAVID, Osorio Jesús, "Manual de control de calidad del concreto en la obra", Instituto del concreto.

DÍAZ, Cano Octavio, (1999), Tesina; "Control de Calidad de los concretos armados martelinados", para obtener el Diploma de Especialista en Construcción, de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

FAHL, Thomas P., (2006), Concreto: Herramientas, materiales y prácticas de construcción, Instituto Mexicano del Acero y del Concreto, A. C.

INSTITUTO DEL CONCRETO, Colección básica del concreto 1, "Tecnología y propiedades",

INSTITUTO DEL CONCRETO, Colección Básica del Concreto 3, "Concreto arquitectónico: cómo obtener un buen acabado".

MEHTA, Kumar y Monteiro, Paulo, (1998), *Concreto, estructura, propiedades y materiales*, Instituto Mexicano del Acero y del Concreto, A. C.

MATHER, Bryant y Ozyildirim, (2004), Celik, *Cartilla del concreto*, Instituto Mexicano del Acero y del Concreto, A. C.

SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego, Colección Básica del Concreto 4, "Concretos y morteros; manejo y colocación en obra", Instituto del concreto.

SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego, "Durabilidad y patología del concreto", Instituto del concreto.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, (2008), México. "Concreto arquitectónico premoldeado: desarrollo, producción y aplicación", <http://www.imcyc.com/cyt/mayo05/TECNOLOGIA.pdf>.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, (1994), por contrato con la Gerencia de Ingeniería experimental y control de la subdirección técnica, de la comisión Federal de Electricidad (CFE), "Manual de Tecnología del Concreto", Editorial Limusa S. A. de C. V., México, Primera edición, Volumen 4.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, (2008), "Precolados arquitectónicos", <http://www.anippac.org.mx/capitulo05.pdf>.

INTITUTO MEXICANO DEL CONCRETO Y CEMENTO (IMCYC) (1988), "Concreto arquitectónico colado en obras", México, D. F.

GRUPO CEMENTERO DE CHIHUAHUA "Concreto Arquitectónico", http://www.gcc.com/opencms/export/sites/default/portal/general_gallery/Fichas_Productos_espanol/FICHA_TEC-Concreto-arqu.pdf.

NORMATIVIDAD

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT),

- N-CMT-2-02-001/02, Materiales para Concreto Hidráulico, Calidad del cemento.
- M-MMP-2-02-004, Calidad de aditivos químicos para concreto hidráulico.
- N-CMT-2-02-002/02, Materiales para Concreto Hidráulico, Calidad de aditivos químicos para concreto hidráulico.

ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C. (ONNCCE),

- NMX-C-076-ONNCCE, Agregados- Efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros – Método de prueba.

- NMX-X-077-ONNCCE, Agregados para concreto – Análisis granulométrico – Método de prueba.
- NMX-C-083-ONNCCE-2002, Determinación de la Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
- NMX-C-109-ONNCCE-2004, Concreto - Cabeceo de especímenes de cilindros.
- NMX-C-111-ONNCCE-2004, Agregados para concreto hidráulico - Especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-C-122-ONNCCE-2004, Agua para concreto – Especificaciones.
- NMX-C-156-ONNCCE-1997, Concreto – Determinación del revenimiento en el concreto fresco.
- NMX-C-160-ONNCCE-2004, Concreto, Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.
- NMX-C-161-ONNCCE-1997, Concreto fresco – Muestreo.
- NMX-C—255-ONNCCE-2006, Aditivos químicos para concreto – Especificaciones, muestreo y métodos de ensayo.
- NMX-C-403-ONNCCE-1999, Concreto hidráulico para uso estructural.

ANEXO 1

PRUEBAS DE LABORATORIO DE LOS AGREGADOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

FACULTAD DE ARQUITECTURA



FORMATO: PRUEBAS DE GRAVA

TIPO DE MATERIAL	Grava triturada	ENSAYE No.	M01/09
MUNICIPIO	San Fernando	FECHA DE INICIACIÓN	12/11/2009
NOMBRE DEL BANCO	Trituradora Altamira	FECHA DE TER.	17/11/2009
		LABORATORISTA	Nguyen

PESO ESPECÍFICO		ABSORCIÓN		
PESO BRUTO, KG=	16.2	Wh = 516.6 GRS.	Wh = 517.5 GRS.	Wh = 507.6 GRS.
TARA, KG=	4.85			
PESO NETO, KG=	11.35	Ws = 496.9 GRS.	Ws = 502 GRS.	Ws = 489.6 GRS.
VOLUMEN, LTS=	8.96			
P.V.S.S., KG/M3=	1266.74	DIF. = 19.7 GRS.	DIF. = 15.5 GRS.	DIF. = 18 GRS.
PESO BRUTO, KG=	17.65	% ABS. = 3.96	% ABS. 3.09	% ABS. 3.68
TARA, KG=	4.85	% ABS. PROMEDIO = 3.58		
PESO NETO, KG=	12.8	DENSIDAD APARENTE		
VOLUMEN, LTS=	8.96	Ph = 516.6	Ph = 517.5 GRS.	Ph = 507.6 GRS.
P.V.S.C., KG/M3=	1428.57	V = 200	V = 205 CM3	V = 200 CM3
		D1 = 2.58	D1 = 2.52	D1 = 2.54
		DENSIDAD PROMEDIO = 2.55		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO MUESTRA = _____ KG DIFERENCIA _____ KG

PESO ARENA = _____ KG ARENA _____ %

MALLA #	PESO GRS.	POR CIENTO	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
3"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"	415	3.67	4	4	
1/2"	6720	59.42	59	63	
3/8"	3535	31.26	31	95	
#4	555	4.91	5	100	
CHAROLA	85	0.75	1		
SUMAS	11310	100.00	100		
MÓDULO DE FINURA =			7.62		



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

FACULTAD DE ARQUITECTURA



FORMATO: PRUEBAS DE GRAVA

TIPO DE MATERIAL
MUNICIPIO
NOMBRE DEL BANCO

Grava de mina
Ocozocoautla
Las Minas

ENSAYE No. M02/09
FECHA DE INICIACIÓN 19/11/2009
FECHA DE TER. 26/11/2009
LABORATORISTA Nguyen

PESO ESPECÍFICO		ABSORCIÓN		
PESO BRUTO, KG=	19.35	Wh = 525.9	Wh = 518	Wh = 505.1
TARA, KG=	4.85			
PESO NETO, KG=	14.5	Ws = 520	Ws = 511	Ws = 497.5
VOLUMEN, LTS=	8.96			
P.V.S.S., KG/M3=	1618.3	DIF. = 5.9	DIF. = 7	DIF. = 7.6
PESO BRUTO, KG=	20.25	% ABS. = 1.13	% ABS 1.37	% ABS 1.53
TARA, KG=	4.85	% ABS. PROMEDIO = 1.34		
PESO NETO, KG=	15.4	DENSIDAD APARENTE = 2.5		
VOLUMEN, LTS=	8.96	Ph = 525.9	Ph = 518	Ph = 505.1
P.V.S.C., KG/M3=	1718.75	V = 210	V = 210	V = 200
		D1 2.5	D1 2.47	D1 2.53

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO MUESTRA = _____ KG DIFERENCIA _____ KG

PESO ARENA = _____ KG ARENA _____ %

MALLA #	PESO GRS.	POR CIENTO	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
3"					
2"					
1 1/2"					
1"	165	1.13	1	1	
3/4"	740	5.08	5	6	
1/2"	3275	22.47	22	28	
3/8"	2855	19.59	20	48	
#4	6220	42.68	43	91	
CHAROLA	1320	9.06	9	100	
SUMAS	14575	100.01	100		
MÓDULO DE FINURA = 6.74					



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

FACULTAD DE ARQUITECTURA



FORMATO: PRUEBAS DE GRAVA

TIPO DE MATERIAL
MUNICIPIO
NOMBRE DEL BANCO

Grava de río
Chiapa de Corzo
Río Grijalva

ENSAYE No. M03/09
FECHA DE INICIACIÓN 07/12/2009
FECHA DE TER. 10/12/2009
LABORATORISTA Nguyen

PESO ESPECÍFICO		ABSORCIÓN		
PESO BRUTO, KG=	19.75	Wh = 352	Wh = 263	Wh = 271.3
TARA, KG=	4.85			
PESO NETO, KG=	14.9	Ws = 347.3	Ws = 258.8	Ws = 269
VOLUMEN, LTS=	8.96			
P.V.S.S., KG/M3=	1662.95	DIF. = 4.7	DIF. = 4.2	DIF. = 2.3
PESO BRUTO, KG=	20.7	% ABS. = 1.35	% ABS 1.62	% ABS 0.08
TARA, KG=	4.85	% ABS. PROMEDIO = 1		
PESO NETO, KG=	15.85	DENSIDAD APARENTE		
VOLUMEN, LTS=	8.96	Ph = 352	Ph = 263	Ph = 271.3
P.V.S.C., KG/M3=	1768.97	V = 135	V = 100	V = 110
		D1 2.6	D1 2.63	D1 2.47
		DENSIDAD PROMEDIO = 2.57		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO MUESTRA = _____ KG DIFERENCIA _____ KG
PESO ARENA = _____ KG ARENA _____ %

MALLA #	PESO GRS.	POR CIENTO	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
3"					
2"	250	1.76	2	2	
1 1/2"	335	2.36	3	5	
1"	1995	14.03	14	19	
3/4"	2190	15.41	15	34	
1/2"	3755	26.42	26	60	
3/8"	2045	14.39	14	74	
#4	3200	22.51	23	97	
CHAROLA	445	3.13	3	100	
SUMAS	14215	100.00	100		
MÓDULO DE FINURA = 7.91					



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

FACULTAD DE ARQUITECTURA



FORMATO: PRUEBAS DE GRAVA

TIPO DE MATERIAL
MUNICIPIO
NOMBRE DEL BANCO

Grava triturada
Cintalapa
Trituradora Flamingos

ENSAYE No. M04/09
FECHA DE INICIACIÓN 01/12/2009
FECHA DE TER. 04/12/2009
LABORATORISTA Nguyen

PESO ESPECÍFICO		ABSORCIÓN		
PESO BRUTO, KG=	15.95	Wh = 504.2	Wh = 508.8	Wh = 501.1
TARA, KG=	4.85			
PESO NETO, KG=	11.1	Ws = 491.1	Ws = 493	Ws = 488.8
VOLUMEN, LTS=	8.96			
P.V.S.S., KG/M3=	1238.84	DIF. = 13.1	DIF. = 15.8	DIF. = 12.3
PESO BRUTO, KG=	17.7	% ABS. = 2.67	% ABS 3.2	% ABS 2.52
TARA, KG=	4.85	% ABS. PROMEDIO = 2.80		
PESO NETO, KG=	12.85	DENSIDAD APARENTE		
VOLUMEN, LTS=	8.96	Ph = 504.2	Ph = 508.8	Ph = 501.1
P.V.S.C., KG/M3=	1434.15	V = 200	V = 200	V = 190
		D1 2.52	D1 2.54	D1 2.64
		DENSIDAD PROMEDIO = 2.57		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO MUESTRA = _____ KG DIFERENCIA _____ KG
PESO ARENA = _____ KG ARENA _____ %

MALLA #	PESO GRS.	POR CIENTO	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
3"					
2"					
1 1/2"					
1"	55	0.49	0		
3/4"	1615	14.52	15	15	
1/2"	7535	67.76	68	83	
3/8"	1615	14.52	14	97	
#4	280	2.52	3	100	
CHAROLA	20	0.18	0		
SUMAS	11120	99.99	100		
MÓDULO DE FINURA = 7.95					



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE ARQUITECTURA



FORMATO: PRUEBAS DE ARENA PARA CONCRETO Y MORTERO HIDRÁULICO

TIPO DE MATERIAL	Arena de río	ENSAYE No.	M05/09
MUNICIPIO	Chiapa de Corzo	FECHA DE INICIACIÓN	24/11/2009
NOMBRE DEL BANCO	Río Grijalva	FECHA DE TER.	27/11/2009
		LABORATORISTA	Nguyen

PESO ESPECÍFICO		ABSORCIÓN		
PESO BRUTO, KG=	5.95	Wh = 200	Wh = 200	Wh = 200
TARA, KG=	2.3	Ws = 197.6	Ws = 196.9	Ws = 198.1
PESO NETO, KG=	3.65	DIF. = 2.4	DIF. = 3.1	DIF. = 1.9
VOLUMEN, LTS=	2.4	% ABS. = 1.21	% ABS. = 1.57	% ABS. = 0.96
P.V.S.S., KG/M3=	1520.83	% ABS. PROMEDIO = 1.25		
		DENSIDAD		
		$D = A_s / (V_f - [K - (F + A_s)]) = 2.53$ promedio		
PESO BRUTO, KG=	6.3	F ₁ = 328.2	F ₂ = 328.2	F ₃ = 328.2
TARA, KG=	2.3	A _{s1} = 300	A _{s2} = 300	A _{s3} = 300
PESO NETO, KG=	4	K ₁ = 957.3	K ₁ = 961.4	K ₃ = 960.7
VOLUMEN, LTS=	2.4	V _f = 450	V _f = 450	V _f = 450
P.V.S.C., KG/M3=	1666.66	D = 2.48	D = 2.57	D = 2.54

MATERIA ORGÁNICA (SIN LAVADO) _____

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO MUESTRA = _____ KG DIFERENCIA _____ KG

PESO GRAVA = _____ KG GRAVA _____ %

MALLA #	PESO GRS.	POR CIENTO	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
4.75 (4)	4.5	0.90	1	1	0 - 5
2.36 (8)	58.4	11.74	12	13	0 - 20
1.18 (16)	112.9	22.69	23	36	16 - 50
0.6 (30)	144.6	29.07	29	65	40 - 75
0.3 (50)	121.9	24.50	24	89	70 - 90
0.15 (100)	50.2	10.09	10	99	90 - 96
0.075 (200)	4	0.80	1	100	96 - 10
CHAROLA	1	0.20	0		100
SUMAS	497.5	99.99	100		
MÓDULO DE FINURA = 3.03					2.3 - 3.2



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

FACULTAD DE ARQUITECTURA



FORMATO: PRUEBAS DE ARENA PARA CONCRETO Y MORTERO HIDRÁULICO

TIPO DE MATERIAL	Arena de mina	ENSAYE No.	M06/09
MUNICIPIO	Ocozocoautla	FECHA DE INICIACIÓN	25/11/2009
NOMBRE DEL BANCO	Las Minas	FECHA DE TER.	01/12/2009
		LABORATORISTA	Nguyen

PESO ESPECÍFICO		ABSORCIÓN		
PESO BRUTO, KG=	5.85	Wh =	300	Wh = 300
TARA, KG=	2.3	Ws =	293.9	Ws = 293.3
PESO NETO, KG=	3.55	DIF. =	6.1	DIF. = 6.7
VOLUMEN, LTS=	2.4	% ABS. =	2.08	% ABS. 1.87
P.V.S.S., KG/M3=	1476.16	% ABS. PROMEDIO =		2.07
		DENSIDAD		
		$D = A_s / (V_f - [K - (F + A_s)]) = 2.49$		
PESO BRUTO, KG=	6.35	F ₁ =	328.2	F ₂ = 328.2
TARA, KG=	2.3	A _{s1} =	300	A _{s2} = 300
PESO NETO, KG=	4.05	K ₁ =	956.1	K ₁ = 957.3
VOLUMEN, LTS=	2.4	V _f =	450	V _f = 450
P.V.S.C., KG/M3=	1687.5	D =	2.46	D = 2.48
		D = 2.52		

MATERIA ORGÁNICA (SIN LAVADO)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO MUESTRA = _____ KG DIFERENCIA _____ KG

PESO GRAVA = _____ KG GRAVA _____ %

MALLA #	PESO GRS.	POR CIENTO	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
4.75 (4)	13.5	2.70	3	3	0 - 5
2.36 (8)	117.4	23.50	23	26	0 - 20
1.18 (16)	117	23.42	23	49	16 - 50
0.6 (30)	91.8	18.37	18	67	40 - 75
0.3 (50)	68.4	13.69	14	81	70 - 90
0.15 (100)	38.9	7.79	8	89	90 - 96
0.075 (200)	28.3	5.66	6	95	96 - 10
CHAROLA	24.3	4.86	5	100	
SUMAS	499.6	99.99	100		
MÓDULO DE FINURA = 3.15					2.3 - 3.2



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

FACULTAD DE ARQUITECTURA



FORMATO: PRUEBAS DE ARENA PARA CONCRETO Y MORTERO HIDRÁULICO

TIPO DE MATERIAL	Arena triturada	ENSAYE No.	M07/09
MUNICIPIO	Berriozabal	FECHA DE INICIACIÓN	01/12/2009
NOMBRE DEL BANCO	GORSA	FECHA DE TÉR.	04/12/2009
		LABORATORISTA	Nguyen

PESO ESPECÍFICO		ABSORCIÓN		
PESO BRUTO, KG=	5.5	Wh =	300	Wh =
TARA, KG=	1.95	Ws =	296.9	Ws =
PESO NETO, KG=	3.55	DIF. =	3.03	DIF. =
VOLUMEN, LTS=	2.4	% ABS. =	1.01	% ABS. =
P.V.S.S., KG/M3=	1479.17	% ABS. PROMEDIO = 1.01		
		DENSIDAD		
		$D = A_s / (V_f - [K - (F + A_s)]) = 2.58$ promedio		
PESO BRUTO, KG=	6.2	F ₁ =	328.2	F ₂ =
TARA, KG=	1.95	A _{s1} =	300	A _{s2} =
PESO NETO, KG=	4.25	K ₁ =	961.7	K ₃ =
VOLUMEN, LTS=	2.4	V _f =	450	V _f =
P.V.S.C., KG/M3=	1770.83	D =	2.58	D =

MATERIA ORGÁNICA (SIN LAVADO) _____

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PESO MUESTRA = _____ KG DIFERENCIA _____ KG

PESO GRAVA = _____ KG GRAVA _____ %

MALLA #	PESO GRS.	POR CIENTO	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
4.75 (4)	24.1	4.85	5	5	0 - 5
2.36 (8)	109.4	22.04	22	27	0 - 20
1.18 (16)	107	21.56	22	49	16 - 50
0.6 (30)	76.8	15.47	15	64	40 - 75
0.3 (50)	56.5	11.38	11	75	70 - 90
0.15 (100)	37.9	7.63	8	83	90 - 96
0.075 (200)	23.4	4.71	5	88	96 - 100
CHAROLA	61.3	12.35	12	100	100
SUMAS	496.4	99.99	100		
MÓDULO DE FINURA = 3.03					2.3 - 3.2

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

RESULTADOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS (GRAVA)				
NOMBRE DEL BANCO	Trituradora Flamingos	Río Grijalva	Las Minas	Trituradora Altamira
FECHA DE EXTRACCIÓN	04-nov-09	05-nov-09	04-nov-09	05-nov-09
TIPO DE AGREGADO	Triturada	Río	Mina	Triturada
COLORACIÓN	Morada y grisacea	Variada	Rojiza	Blancusca
PESO VOL. SECO SUELTO	1,238.84	1,662.95	1,618.30	1,266.74
PESO VOL. SECO COMPACTO	1,434.15	1,768.97	1,718.75	1,428.57
% ABSORCIÓN	2.8	1.28	1.34	3.58
DENSIDAD	2.57	2.57	2.5	2.55
GRANULOMETRÍA				
3"	0	0	0	0
2"	0	0	0	0
1 1/2"	0	0	0	0
1"	0	15	1	0
3/4"	15	31	6	4
1/2"	83	59	28	63
3/8"	97	74	48	94
#4	100	97	91	99
MÓDULO DE FINURA	7.95	7.76	6.74	7.6
TAMAÑO MÁXIMO	3/4"	1"	1"	3/4"

RESULTADOS DE LOS AGREGADOS FINOS (ARENA)			
NOMBRE DEL BANCO	GORSA	Río Grijalva	Las Minas
FECHA DE EXTRACCIÓN	05-nov-09	05-nov-09	04-nov-09
TIPO DE AGREGADO	Triturada	Río	Mina
COLORACIÓN	Blancusca	Beige	Rojiza
PESO VOL. SECO SUELTO	1,479.17	1,520.83	1,476.16
PESO VOL. SECO COMPACTO	1,770.83	1,666.66	1,687.50
% ABSORCIÓN	1.01	1.25	2.07
DENSIDAD	2.59	2.53	2.49
GRANULOMETRÍA			
No.4	5	1	3
No. 8	27	13	26
No. 16	49	36	49
No. 30	64	65	67
No. 50	75	89	81
No. 100	83	99	89
No. 200	88	100	95
MÓDULO DE FINURA	3.03	3.03	3.15

ANEXO 2

DOSIFICACIÓN DE CONCRETOS

DISEÑO DE CONCRETO

Arena de río

Grava triturada flamingo

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MAXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-río	1520.83	2.53	1.25	3.03	No. 4
Grava-triturada-flamingos	1238.84	2.57	2.80	7.95	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.33

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.33 \times 2.53}{2.57}$

R g/a en Vol. = 1.31

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
188 0.06

A en Vol. = 188

A en Vol. = 188+0.06

A en Vol. = 199.28

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{199.28}{1.42}$

Cem. en Vol. = 140.59

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 140.59x3.15

Cem. en peso = 442.86

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 199.28+140.59

Lechada en Vol. = 339.87

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 339.87

Agregados en Vol. = 660.13

AGREGADOS

a en Vol. =	Agregados en Vol.
a en Vol. =	1 + R g/a en Vol.
a en Vol. =	660.13
a en Vol. =	1+1.31
a en Vol. =	285.86
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	285.86x2.53
a en peso =	723.23
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	285.86x1.30929961089494
g en Vol. =	374.28
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	374.28x2.57
g en peso =	961.90

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	A en peso
R A / Cem =	Cem en peso
R A / Cem =	199.28
R A / Cem =	442.86
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	g en peso
R g/a =	a en peso
R g/a =	961.90
R g/a =	. 723.23
R g/a =	1.33 es igual al obtenido en laboratorio 1.33

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONE S EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	442.86	442.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	199.28	199.3
81.7	1.63	53.69	1.63	32.27	723.23	723.2
108.6	2.17	87.66	2.66	42.26	961.90	961.9

Sumatoria = 112.90

DISEÑO DE CONCRETO

Arena de mina Grava triturada flamingo

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-mina	1476.16	2.49	2.07	3.15	No. 4
Grava-triturada-flamingos	1238.84	2.57	2.80	7.95	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.14

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.14 \times 2.49}{2.57}$

R g/a en Vol. = 1.10

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
192.5 0.06

A en Vol. = 192.5

A en Vol. = 192.5+0.06

A en Vol. = 204.05

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R \text{ A / Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{204.05}{1.42}$

Cem. en Vol. = 143.95

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 143.95x3.15

Cem. en peso = 453.44

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 204.05+143.95

Lechada en Vol. = 348.00

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 348

Agregados en Vol. = 652.00

AGREGADOS

a en Vol. =	Agregados en Vol.
a en Vol. =	$1 + R \text{ g/a en Vol.}$
a en Vol. =	$\frac{652.00}{1+1.1}$
a en Vol. =	309.81
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	309.81×2.49
a en peso =	771.43
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	$309.81 \times 1.10451361867704$
g en Vol. =	342.19
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	342.19×2.57
g en peso =	879.43

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	$\frac{A \text{ en peso}}{\text{Cem en peso}}$
R A / Cem =	$\frac{204.05}{453.44}$
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	$\frac{g \text{ en peso}}{a \text{ en peso}}$
R g/a =	$\frac{879.43}{771.43}$
R g/a =	1.14 es igual al obtenido en laboratorio 1.14

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONES EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	453.44	453.4
22.5	0.45	22.50	-	22.50	204.05	204.0
85.1	1.70	57.62	1.75	34.16	771.43	771.4
97.0	1.94	78.28	2.37	37.73	879.43	879.4

Sumatoria = 110.27

DISEÑO DE CONCRETO

Arena triturada Grava triturada flamingo

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-triturada	1479.17	2.59	1.01	3.03	No. 4
Grava-triturada-flamingos	1238.84	2.57	2.80	7.95	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.33

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.33 \times 2.59}{2.57}$

R g/a en Vol. = 1.34

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
188. 0.06

A en Vol. = 188

A en Vol. = 188+0.06

A en Vol. = 199.28

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{199.28}{1.42}$

Cem. en Vol. = 140.59

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 140.59x3.15

Cem. en peso = 442.86

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 199.28+140.59

Lechada en Vol. = 339.87

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 339.87

Agregados en Vol. = 660.13

AGREGADOS

a en Vol. =	Agregados en Vol.
a en Vol. =	$1 + R \text{ g/a en Vol.}$
a en Vol. =	660.13
a en Vol. =	1+1.34
a en Vol. =	282.06
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	282.06x2.59
a en peso =	730.54
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	282.06x1.34035019455253
g en Vol. =	378.06
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	378.06x2.57
g en peso =	971.61

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	A en peso
R A / Cem =	Cem en peso
R A / Cem =	199.28
R A / Cem =	442.86
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	g en peso
R g/a =	a en peso
R g/a =	971.61
R g/a =	730.54
R g/a =	1.33 es igual al obtenido en laboratorio 1.33

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONE S EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	442.86	442.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	199.28	199.3
82.5	1.65	55.76	1.69	31.85	730.54	730.5
109.7	2.19	88.55	2.68	42.68	971.61	971.6

Sumatoria = 112.90

DISEÑO DE CONCRETO

Arena de río

Grava triturada

$f'c = 250$ Kg/cm²

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-río	1520.83	2.53	1.25	3.03	No. 4
Grava-triturada	1266.74	2.55	3.58	7.60	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45×3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.33

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.33 \times 2.53}{2.55}$

R g/a en Vol. = 1.32

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
188 0.06

A en Vol. = 188

A en Vol. = $188 + 0.06$

A en Vol. = 199.28

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{199.28}{1.42}$

Cem. en Vol. = 140.59

Cem. en Vol. = 140.59

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 140.59×3.15

Cem. en peso = 442.86

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = $199.28 + 140.59$

Lechada en Vol. = 339.87

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = $1000 - 339.87$

Agregados en Vol. = 660.13

AGREGADOS

a en Vol. =	<u>Agregados en Vol.</u>
a en Vol. =	<u>1 + R g/a en Vol.</u>
a en Vol. =	<u>660.13</u>
a en Vol. =	<u>1+1.32</u>
a en Vol. =	284.59
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	284.59x2.53
a en peso =	720.01
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	284.59x1.31956862745098
g en Vol. =	375.54
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	375.54x2.55
g en peso =	957.63

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	<u>A en peso</u>
R A / Cem =	<u>Cem en peso</u>
R A / Cem =	<u>199.28</u>
R A / Cem =	<u>442.86</u>
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	<u>g en peso</u>
R g/a =	<u>a en peso</u>
R g/a =	<u>957.63</u>
R g/a =	<u>720.01</u>
R g/a =	1.33 es igual al obtenido en laboratorio 1.33

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONE S EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	442.86	442.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	199.28	199.3
81.3	1.63	53.45	1.62	32.13	720.01	720.0
108.1	2.16	85.35	2.59	42.40	957.63	957.6

Sumatoria = 112.90

DISEÑO DE CONCRETO

Arena mina

Grava triturada

$f'c = 250$ Kg/cm²

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-mina	1476.16	2.49	2.07	3.15	No. 4
Grava-triturada	1266.74	2.55	3.58	7.60	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45×3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.60

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.6 \times 2.49}{2.55}$

R g/a en Vol. = 1.56

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua

182.5 0.06

A en Vol. = 182.5

A en Vol. = $182.5 + 0.06$

A en Vol. = 193.45

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{193.45}{1.42}$

Cem. en Vol. = 136.47

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 136.47×3.15

Cem. en peso = 429.88

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = $193.45 + 136.47$

Lechada en Vol. = 329.92

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = $1000 - 329.92$

Agregados en Vol. = 670.08

AGREGADOS

a en Vol. =	$\frac{\text{Agregados en Vol.}}{1 + R \text{ g/a en Vol.}}$
a en Vol. =	$\frac{670.08}{1+1.56}$
a en Vol. =	261.51
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	261.51x2.49
a en peso =	651.16
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	261.51x1.56235294117647
g en Vol. =	408.57
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	408.57x2.55
g en peso =	1041.85

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	$\frac{A \text{ en peso}}{\text{Cem en peso}}$
R A / Cem =	$\frac{193.45}{429.88}$
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	$\frac{g \text{ en peso}}{a \text{ en peso}}$
R g/a =	$\frac{1041.85}{651.16}$
R g/a =	1.6 es igual al obtenido en laboratorio 1.6

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONE S EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	429.88	429.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	193.45	193.4
75.7	1.51	51.31	1.55	30.42	651.16	651.2
121.2	2.42	95.66	2.90	47.52	1041.85	1041.9

Sumatoria = 116.31

DISEÑO DE CONCRETO

Arena triturada Grava triturada

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-triturada	1479.17	2.59	1.01	3.03	No. 4
Grava-triturada	1266.74	2.55	3.58	7.60	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.33

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.33 \times 2.59}{2.55}$

R g/a en Vol. = 1.35

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
188 0.06

A en Vol. = 188

A en Vol. = 188+0.06

A en Vol. = 199.28

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{199.28}{1.42}$

Cem. en Vol. = 140.59

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 140.59x3.15

Cem. en peso = 442.86

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 199.28+140.59

Lechada en Vol. = 339.87

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 339.87

Agregados en Vol. = 660.13

AGREGADOS

a en Vol. =	Agregados en Vol.
a en Vol. =	$1 + R \text{ g/a en Vol.}$
a en Vol. =	660.13
a en Vol. =	1+1.35
a en Vol. =	280.80
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	280.8x2.59
a en peso =	727.27
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	280.8x1.35086274509804
g en Vol. =	379.32
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	379.32x2.55
g en peso =	967.27

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	A en peso
R A / Cem =	Cem en peso
R A / Cem =	199.28
R A / Cem =	442.86
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	g en peso
R g/a =	a en peso
R g/a =	967.27
R g/a =	727.27
R g/a =	1.33 es igual al obtenido en laboratorio 1.33

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONES EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	442.86	442.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	199.28	199.3
82.1	1.64	55.51	1.68	31.70	727.27	727.3
109.2	2.18	86.21	2.61	42.83	967.27	967.3

Sumatoria = 112.90

DISEÑO DE CONCRETO

Arena de río Grava de mina

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-río	1520.83	2.53	1.25	3.03	No. 4
Grava-mina	1618.30	2.50	1.34	6.74	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.33

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.33 \times 2.53}{2.50}$

R g/a en Vol. = 1.35

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
188 0.06

A en Vol. = 188

A en Vol. = 188+0.06

A en Vol. = 199.28

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R \text{ A / Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{199.28}{1.42}$

Cem. en Vol. = 140.59

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 140.59x3.15

Cem. en peso = 442.86

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 199.28+140.59

Lechada en Vol. = 339.87

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 339.87

Agregados en Vol. = 660.13

AGREGADOS

a en Vol. =	$\frac{\text{Agregados en Vol.}}{1 + R \text{ g/a en Vol.}}$
a en Vol. =	$\frac{660.13}{1+1.35}$
a en Vol. =	281.39
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	281.39×2.53
a en peso =	711.92
g en Vol. =	$\frac{\text{a en Vol.} \times R \text{ g/a en Vol.}}{1}$
g en Vol. =	281.39×1.34596
g en Vol. =	378.74
g en peso =	$\frac{\text{g en Vol.} \times \text{Densidad de g}}{1}$
g en peso =	378.74×2.5
g en peso =	946.85

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	$\frac{\text{A en peso}}{\text{Cem en peso}}$
R A / Cem =	$\frac{199.28}{442.86}$
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	$\frac{\text{g en peso}}{\text{a en peso}}$
R g/a =	$\frac{946.85}{711.92}$
R g/a =	1.33 es igual al obtenido en laboratorio 1.33

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONES EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	442.86	442.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	199.28	199.3
80.4	1.61	52.85	1.60	31.77	711.92	711.9
106.9	2.14	66.06	2.00	42.76	946.85	946.8

Sumatoria = 112.90

DISEÑO DE CONCRETO

Arena de mina Grava de mina

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-mina	1476.16	2.49	2.07	3.15	No. 4
Grava-mina	1618.30	2.50	1.34	6.74	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.60

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.6 \times 2.49}{2.50}$

R g/a en Vol. = 1.59

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua

182.5 0.06

A en Vol. = 182.5

A en Vol. = 182.5+0.06

A en Vol. = 193.45

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{193.45}{1.42}$

Cem. en Vol. = 136.47

Cem. en Vol. = 136.47

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 136.47x3.15

Cem. en peso = 429.88

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 193.45+136.47

Lechada en Vol. = 329.92

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 329.92

Agregados en Vol. = 670.08

AGREGADOS

a en Vol. = $\frac{\text{Agregados en Vol.}}{1 + R \text{ g/a en Vol.}}$

a en Vol. = $\frac{670.08}{1 + 1.59}$

$1+1.59$
 $a \text{ en Vol.} = 258.36$
 $a \text{ en peso} = a \text{ en vol.} \times \text{Densidad de } a$
 $a \text{ en peso} = 258.36 \times 2.49$
 $a \text{ en peso} = 643.32$
 $g \text{ en Vol.} = a \text{ en Vol.} \times R \text{ g/a en Vol.}$
 $g \text{ en Vol.} = 258.36 \times 1.5936$
 $g \text{ en Vol.} = 411.72$
 $g \text{ en peso} = g \text{ en Vol.} \times \text{Densidad de } g$
 $g \text{ en peso} = 411.72 \times 2.5$
 $g \text{ en peso} = 1029.30$

COMPROBACIÓN EN PESO

$R \text{ A} / \text{Cem} = \frac{A \text{ en peso}}{\text{Cem en peso}}$
 $R \text{ A} / \text{Cem} = \frac{193.45}{429.88}$
 $R \text{ A} / \text{Cem} = 0.45 \text{ es igual al obtenido en laboratorio } 0.45$
 $R \text{ g/a} = \frac{g \text{ en peso}}{a \text{ en peso}}$
 $R \text{ g/a} = \frac{1029.30}{643.32}$
 $R \text{ g/a} = 1.6 \text{ es igual al obtenido en laboratorio } 1.6$

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONES EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	429.88	429.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	193.45	193.4
74.8	1.50	50.69	1.54	30.05	643.32	643.3
119.7	2.39	73.98	2.24	47.89	1029.30	1029.3

Sumatoria = 116.31

DISEÑO DE CONCRETO

Arena triturada Grava de mina

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-triturada	1479.17	2.59	1.01	3.03	No. 4
Grava-mina	1618.30	2.50	1.34	6.74	3/4"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.60

R g/a en Vol. = $\frac{R g/a \text{ peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.6 \times 2.59}{2.50}$

R g/a en Vol. = 1.66

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
182.5 0.06

A en Vol. = 182.5

A en Vol. = 182.5+0.06

A en Vol. = 193.45

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{193.45}{1.42}$

Cem. en Vol. = 136.47

Cem. en Vol. = 136.47

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 136.47x3.15

Cem. en peso = 429.88

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 193.45+136.47

Lechada en Vol. = 329.92

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 329.92

Agregados en Vol. = 670.08

AGREGADOS

a en Vol. =	Agregados en Vol.
a en Vol. =	$1 + R \text{ g/a en Vol.}$
a en Vol. =	670.08
a en Vol. =	1+1.66
a en Vol. =	252.14
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	252.14x2.59
a en peso =	653.04
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	252.14x1.6576
g en Vol. =	417.95
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	417.95x2.5
g en peso =	1044.88

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	A en peso
R A / Cem =	Cem en peso
R A / Cem =	193.45
R A / Cem =	429.88
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	g en peso
R g/a =	a en peso
R g/a =	1044.88
R g/a =	653.04
R g/a =	1.6 es igual al obtenido en laboratorio 1.6

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONE S EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	429.88	429.9
22.5	0.45	22.50	-	22.50	193.45	193.4
76.0	1.52	51.35	1.56	29.33	653.04	653.0
121.5	2.43	75.10	2.28	48.61	1044.88	1044.9

Sumatoria = 116.31

DISEÑO DE CONCRETO

Arena de río Grava de río

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-río	1520.83	2.53	1.25	3.03	No. 4
Grava-río	1662.95	2.57	1.28	7.76	1"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.60

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.6 \times 2.53}{2.57}$

R g/a en Vol. = 1.58

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
179 0.06

A en Vol. = 179

A en Vol. = 179+0.06

A en Vol. = 189.74

Cem. en Vol. = A en Vol.

R A / Cem. en Vol.

Cem. en Vol. = 189.74

1.42

Cem. en Vol. = 133.86

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 133.86x3.15

Cem. en peso = 421.66

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 189.74+133.86

Lechada en Vol. = 323.60

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 323.6

Agregados en Vol. = 676.40

AGREGADOS

a en Vol. =	$\frac{\text{Agregados en Vol.}}{1 + R \text{ g/a en Vol.}}$
a en Vol. =	$\frac{676.40}{1+1.58}$
a en Vol. =	262.67
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	262.67×2.53
a en peso =	664.56
g en Vol. =	$\frac{\text{a en Vol.} \times R \text{ g/a en Vol.}}{1}$
g en Vol. =	$262.67 \times 1.57509727626459$
g en Vol. =	413.73
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	413.73×2.57
g en peso =	1063.29

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	$\frac{\text{A en peso}}{\text{Cem en peso}}$
R A / Cem =	$\frac{189.74}{421.66}$
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	$\frac{\text{g en peso}}{\text{a en peso}}$
R g/a =	$\frac{1063.29}{664.56}$
R g/a =	1.6 es igual al obtenido en laboratorio 1.6

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS.	PROPORCIONES EN PESO	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS.	PROPORCIONES EN VOLUMEN	VOL. ABSORCIÓN	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO	COMPROBACIÓN
50.0	1.00	33.00	1	15.87	421.66	421.7
22.5	0.45	22.50	-	22.50	189.74	189.7
78.8	1.58	51.82	1.57	31.15	664.56	664.6
126.1	2.52	75.82	2.30	49.06	1063.29	1063.3

Sumatoria = 118.58

DISEÑO DE CONCRETO

Arena mina Grava de río

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-mina	1476.16	2.49	2.07	3.15	No. 4
Grava-río	1662.95	2.57	1.28	7.76	1"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.33

R g/a en Vol. = $\frac{R g/a \text{ peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.33 \times 2.49}{2.57}$

R g/a en Vol. = 1.29

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua

185 0.06

A en Vol. = 185

A en Vol. = 185+0.06

A en Vol. = 196.1

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R A / \text{Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{196.1}{1.42}$

Cem. en Vol. = 138.34

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 138.34x3.15

Cem. en peso = 435.77

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 196.1+138.34

Lechada en Vol. = 334.44

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 334.44

Agregados en Vol. = 665.56

AGREGADOS

a en Vol. =	Agregados en Vol.
a en Vol. =	$1 + R \text{ g/a en Vol.}$
a en Vol. =	665.56
a en Vol. =	1+1.29
a en Vol. =	290.82
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	290.82x2.49
a en peso =	724.14
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	290.82x1.28859922178988
g en Vol. =	374.75
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	374.75x2.57
g en peso =	963.11

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	A en peso
R A / Cem =	Cem en peso
R A / Cem =	196.1
R A / Cem =	435.77
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	g en peso
R g/a =	a en peso
R g/a =	963.11
R g/a =	724.14
R g/a =	1.33 es igual al obtenido en laboratorio 1.33

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONES EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	435.77	435.8
22.5	0.45	22.50	-	22.50	196.10	196.1
83.1	1.66	56.29	1.71	33.37	724.14	724.1
110.5	2.21	66.45	2.01	43.00	963.11	963.1

Sumatoria = 114.74

DISEÑO DE CONCRETO

Arena triturada Grava de río

f'c = 250 Kg/cm2

Rev. Proyecto = 15 cm

MATERIALES	P.V.S.S.	DENSIDAD	ABSORCIÓN	M. FINURA	T. MÁXIMO
Cemento	1515	3.15	*	*	*
Arena-triturada	1479.17	2.59	1.01	3.03	No. 4
Grava-río	1662.95	2.57	1.28	7.76	1"

SIMBOLOGÍA

R = Relación

Cem. = Cemento

a = Arena

g = Grava

A = Agua

R A / Cem. peso = 0.45

R A / Cem. Vol. = R A / Cem. peso x Densidad Cem.

R A / Cem. Vol. = 0.45 x 3.15

R A / Cem. Vol. = 1.42

R g/a en peso (obt. en lab.) = 1.60

R g/a en Vol. = $\frac{R \text{ g/a peso} \times \text{Densidad de la arena}}{\text{Densidad de la grava}}$

R g/a en Vol. = $\frac{1.6 \times 2.59}{2.57}$

R g/a en Vol. = 1.61

Curva de Abrams (Checarla para obtener el A en Vol.)

A m3+ % de agua
179 0.06

A en Vol. = 179

A en Vol. = 179+0.06

A en Vol. = 189.74

Cem. en Vol. = $\frac{A \text{ en Vol.}}{R \text{ A / Cem. en Vol.}}$

Cem. en Vol. = $\frac{189.74}{1.42}$

Cem. en Vol. = 133.86

Cem. en peso = Cem. Vol. x Densidad del Cem.

Cem. en peso = 133.86x3.15

Cem. en peso = 421.66

Lechada en Vol. = A en Vol. + Cem. en Vol.

Lechada en Vol. = 189.74+133.86

Lechada en Vol. = 323.60

Agregados en Vol. = 1000 - Lechada

Agregados en Vol. = 1000 - 323.6

Agregados en Vol. = 676.40

AGREGADOS

a en Vol. =	Agregados en Vol.
a en Vol. =	$1 + R \text{ g/a en Vol.}$
a en Vol. =	676.40
a en Vol. =	1+1.61
a en Vol. =	258.91
a en peso =	a en vol. x Densidad de a
a en peso =	258.91x2.59
a en peso =	670.58
g en Vol. =	a en Vol. x R g/a en Vol.
g en Vol. =	258.91x1.6124513618677
g en Vol. =	417.48
g en peso =	g en Vol. x Densidad de g
g en peso =	417.48x2.57
g en peso =	1072.92

COMPROBACIÓN EN PESO

R A / Cem =	A en peso
R A / Cem =	Cem en peso
R A / Cem =	189.74
R A / Cem =	421.66
R A / Cem =	0.45 es igual al obtenido en laboratorio 0.45
R g/a =	g en peso
R g/a =	a en peso
R g/a =	1072.92
R g/a =	670.58
R g/a =	1.6 es igual al obtenido en laboratorio 1.6

MATS. MEDIDOS EN PESO KGS. (1)	PROPORCIONES EN PESO (2)	MATS. MEDIDOS EN VOLUMEN LTS. (3)	PROPORCIONES EN VOLUMEN (4)	VOL. ABSORCIÓN (5)	CANTIDADES KG/M3 DE CONCRETO (6)	COMPRO BACIÓN (7)
50.0	1.00	33.00	1	15.87	421.66	421.7
22.5	0.45	22.50	-	22.50	189.74	189.7
79.5	1.59	53.76	1.63	30.70	670.58	670.6
127.2	2.54	76.51	2.32	49.50	1072.92	1072.9

Sumatoria = 118.58

RESUMEN DE DOSIFICACIONES

F'C = 250 KG/CM³

REVENIMIENTO= 15 CM

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB01 - MG01	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de río	723.23
	Grava triturada Flamingos	961.90
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB02 - MG02	Cemento	453.44
	Agua	204.05
	Arena de mina	771.43
	Grava triturada Flamingos	879.43
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB03 - MG03	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de triturada	730.54
	Grava triturada Flamingos	971.61

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB04 - MG04	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de río	720.01
	Grava triturada Altamira	957.63
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB05 - MG05	Cemento	429.88
	Agua	193.45
	Arena de mina	651.16
	Grava triturada Altamira	1041.85
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB06 - MG06	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de triturada	727.27
	Grava triturada Altamira	967.27

RESUMEN DE DOSIFICACIONES

F'C = 250 KG/CM3

REVENIMIENTO= 15 CM

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB07 - MG07	Cemento	442.86
	Agua	199.28
	Arena de río	711.92
	Grava de mina	946.85
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB08 - MG08	Cemento	429.88
	Agua	193.45
	Arena de mina	643.32
	Grava de mina	1029.30
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB09 - MG09	Cemento	429.88
	Agua	193.45
	Arena de triturada	653.04
	Grava de mina	1044.88

CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB010 - MG010	Cemento	421.66
	Agua	189.74
	Arena de río	664.56
	Grava de río	1063.29
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB011 - MG011	Cemento	435.77
	Agua	196.10
	Arena de mina	724.14
	Grava de río	963.11
CLAVE	COMPONENTES	CANTIDADES
		KG/M ³
MB012 - MG012	Cemento	421.66
	Agua	189.74
	Arena de triturada	670.58
	Grava de río	1072.92