



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**

**“MANEJABILIDAD DE CONCRETOS BLANCOS  
(CASO PRÁCTICO MUSEO DE ARTE  
CONTEMPORANEO MUAC)”**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A N :**

**JOSE CARBAJAL JUAREZ**

**GERMAN OMAR MANCILLA RAMIREZ**

**ASESOR:**

**ING. MANUEL MARTINEZ ORTIZ**



**MÉXICO**

**2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

AGRADECIMIENTOS DE **José**.

PRIMERO DEBO DAR GRACIAS DIOS QUE SIN SU AYUDA NO PODRÍA ENTREGAR ESTA TESIS.

A MI MADRE GLORIA ISABEL JUÁREZ RODRÍGUEZ. A AQUELLA INCANSABLE MUJER QUE DESDE QUE ERA PEQUEÑO ME HA GUIADO Y ACOMPAÑADO EN LOS MOMENTOS EN QUE MÁS LE HE NECESITADO. POR SU APOYO, POR SU INCONDICIONALIDAD DE MADRE Y PRINCIPALMENTE POR SU AMOR. GRACIAS MAMÁ.

A MIS HERMANOS ANA ISABEL Y JUAN JOEL QUE SIEMPRE LOS LLEVO EN LA MENTE Y EN EL CORAZÓN YA QUE LOS AMO Y SIEMPRE HAN SIDO UNA PARTE MUY IMPORTANTE EN MI VIDA.

A MIS TÍOS: PEDRO (QUE YA NO SE ENCUENTRA CON NOSOTRO PERO ME DIO MUCHOS CONSEJOS QUE ME SERVIRÁN DE POR VIDA), SOCORRO, JESÚS QUE SIN SU APOYO MORAL Y ECONÓMICO ESTARÍA AQUÍ LES DEBO MUCHO, MUCHÍSIMAS GRACIAS POR TODO LO QUE ME AYUDARON Y POR LO QUE ME SIGUEN APOYANDO.

A MIS PRIMOS SOCORRO, PEDRO, KATHYA, PEPE QUE SIEMPRE FUERON QUIENES ME INCITARON A SEGUIR ADELANTE EN MIS ESTUDIOS. LES DEBO MUCHO.

A MIS AMIGOS DE LA CARRERA ÁLVARO, ARMANDO, CARLOS, GERMÁN, HERNÁN, LETY, MIGUEL, MOTA, NELLY, NORA, JOSÉ, JUAN, SAMUEL, SAÚL, TOMAS, VÍCTOR, ZAMORA. ETC. QUE SIEMPRE ME DEMOSTRARON SU VERDADERA AMISTAD EN MOMENTOS DIFÍCILES PARA MI, A TODOS ELLOS. GRACIAS.

DESEO EXPRESAR MUY PARTICULARMENTE MI GRATITUD HACIA EL ING. MANUEL MARTINEZ ORTIZ MI ASESOR DE TESIS, POR SU APOYO Y POR LA CONFIANZA QUE ME CONCEDIÓ AL ACEPTAR ASESORAR MI TESIS. EN EL ENCONTRÉ SIEMPRE UN GRAN APOYO, PERO POR SOBRE TODO, UNA GRAN AMISTAD.

TAMBIEN QUIERO AGRADECER AL ING. MIGUEL ÁNGEL SAAVEDRA OTERO POR AYUDARNOS EN LAS PRACTICAS DE ESTA TESIS.

A MIS PROFESORES QUE FUERON PARTE DE MI PREPARACIÓN GRACIAS POR TODOS ESOS CONSEJOS QUE ME SERVIRAN DE MUCHO.

AGRADECIMIENTOS DE GERMAN OMAR.

AGRADEZCO A MIS PADRES GERMAN Y ALMA ROSA QUIENES HAN SIDO MI IMPULSO Y MI INSPIRACIÓN; QUE HAN ESTADO CONMIGO A CADA MOMENTO QUE LOS HE NECESITADO Y QUE NUNCA PERDIERON LA FE EN MI A PESA DE TODO; QUE ME HAN ENSEÑADO Y AYUDADO A DISFRUTAR DE LA VIDA QUE ME DIERON Y POR PREPARARME PARA PODER CONTINUAR COMO UN HOMBRE DE PROVECHO.

A MIS HERMANOS POR SER MIS COMPAÑEROS DE TODA LA VIDA ; QUE ME AYUDAN Y SE PREOCUPAN POR MI A CADA MOMENTO QUE ME VEN CAER Y QUE SIEMPRE TIENE UNA PALABRA DE ALIENTO PARA APOYARME SIN IMPORTAR LAS DIFERENCIAS QUE TENEMOS.

A MIS AMIGOS DE LA CARRERA MEMO, JONATHAN, QUIQUE, ESDRAS, SANCHEZ, RODRIGO, CHARLY, NATALIA, TOMAS, ALVARO, CHAVA Y A TODO EL “ALEMANIA” CON QUIENES PASE MUY BUENOS MOMENTOS Y QUE TAMBIÉN SON QUIENES ME HAN DEJADO UNA ENSEÑANZA DE VIDA TODOS Y CADA UNO DE ELLOS.

A TODA MIS TÍOS QUE SIEMPRE ME HA APOYADO Y ME HA TENDIDO LA MANO INCONDICIONALMENTE SIEMPRE QUE LO HE NECESITADO; QUE ME HAN DEMOSTRADO SU CARIÑO Y APRECIO POR SOBRE TODAS LAS COSAS Y QUE SIEMPRE TUVIERON UN CONSEJO PARA MI CUANDO LO NECESITE.

A MIS PRIMOS POR SER MIS ALIADOS Y CÓMPlices DESDE QUE ERAMOS NIÑOS Y CON QUIENES PUDE TERMINAR MI FORMACIÓN Y CON QUIENES COMPARTO EL INICIO DE UNA NUEVA ETAPA.

A MI COMPAÑERO DE TESIS PEPE QUE ME ENSEÑO QUE A PESAR DE TODO NO DEBEMOS FLAQUEAR Y NUNCA DEBEMOS PERDER DE VISTA NUESTRO OBJETIVO.

A MI ASESOR EL INGENIERO MANUEL MARTINEZ ORTIZ QUIEN CONFÍÓ EN MI AL ASESORAR ESTA TESIS; QUE ME ENSEÑO Y DEMOSTRÓ QUE HAY QUE DARLE LA IMPORTANCIA Y EL VALOR A LAS COSAS QUE REALMENTE LO NECESITAN Y PORQUE EN MUY POCO TIEMPO CABIO MI FORMA DE PENSAR CON RESPECTO A MI CARRERA.

AL INGENIERO MIGUEL ÁNGEL SAAVEDRA OTERO QUE NO SOLO FUE UN MAESTRO, FUE UN AMIGO DURANTE TODA LA CARRERA Y QUIEN NUNCA DUDO EN COMPARTIR SU CONOCIMIENTO.

A LOS MAESTROS QUE ME BRINDARON LA BASE Y EL CONOCIMIENTO PARA TERMINAR MI CARRERA Y COMENZAR EL LARGO CAMINO QUE ME ESPERA PROFESIONALMENTE.





## ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN	1
<b>I. ANTECEDENTES</b>	4
OBJETIVO	5
I.1 ANTECEDENTES	6
I.2 NACIMIENTO DEL ANTIGUO IMPERIO EGIPCIO	8
I.3 EL IMPERIO ROMANO	9
I.4 CEMENTANTES EN MESOAMÉRICA	12
I.5 NACE EL CEMENTO PORTLAND	15
<b>II. TIPOS DE CONCRETO</b>	17
OBJETIVO	18
II.1 TIPOS DE CONCRETO	19
II.2 AGREGADOS DEL CONCRETO	22
II.3 TIPO DE CEMENTO	25
II.4 VARIEDADES DE CONCRETO	26
II.4.1.0 CONCRETO PERMEABLE	41
II.4.1.1 CONCRETO ANTICORROSIÓN	42
II.4.1.2 CONCRETO ARQUITECTÓNICO	43
II.4.1.3ALTA RESISTENCIA	44
<b>III. CONCRETOS BLANCOS</b>	46
OBJETIVO	47
III.1 EL CEMENTO BLANCO	49



III.2 LA CALIDAD BLANCA DEL CEMENTO	50
III.3 CONCRETO HECHO CON CEMENTO BLANCO	52
III.4 MATERIALES ADITIVOS FINOS (ADITIVOS MINERALES)	58
III.5 ADICIÓN DE DIÓXIDO DE TITANIO PARA LOGRAR DURABILIDAD ESTÉTICA.	61
III.6 ELABORACIÓN	61
III.7 ASPECTOS DE LA SUPERFICIE DEL CONCRETO A BASE DE CEMENTO BLANCO	64
<b>IV. MANEJABILIDAD DE LOS CONCRETOS BLANCOS</b>	<b>65</b>
OBJETIVO	66
IV.1 CASO PRACTICO MUSEO DE ARTE CONTEMPORÁNEO MUAC	67
IV.1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	67
IV.1.2 SUPERVISIÓN DE LA OBRA	68
IV.1.3 CONSIDERACIONES GENERALES DE LA OBRA	69
IV.1.4 ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	71
IV.1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	75
IV.2 PROBLEMATICA PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO BLANCO	92
IV.3 PRUEBAS REALIZADAS A LOS AGREGADOS	95
IV.4 PRUEBA DE MANEJABILIDAD DEL CONCRETO	107
IV.5 ENSAYO DE CILINDROS	109
CONCLUSIONES	117
GLOSARIO	119
BIBLIOGRAFÍA	127



# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCION

ESTE ES UN MUNDO LLENO DE CEMENTO, PERO CASI NADIE SABE QUE SE CONSUMEN, ANUALMENTE, DOCE MIL MILLONES DE TONELADAS DE CONCRETO; ES DECIR, CASI DOS TONELADAS AL AÑO POR CADA HABITANTE DEL PLANETA. SÓLO EL AGUA SE CONSUME MÁS.

EN LA ACTUALIDAD LAS CIUDADES MODERNAS NO PUEDEN SER CONCEBIDAS SIN ESTA ROCA ARTIFICIAL LLAMADA CONCRETO. NUESTRA VIDA TRANSCURRE ENTRE EL CONCRETO: ENTRE CONCRETO NACEMOS, CRECEMOS, ESTUDIAMOS, VIAJAMOS, NOS DIVERTIMOS, TRABAJAMOS TODOS.

CON EL AVANCE DEL CONCRETO CRECEN LAS POSIBILIDADES DE BIENESTAR Y DESARROLLO DE LOS PUEBLOS Y LAS NACIONES. DONDE EL CONCRETO AVANZA, EL SUBDESARROLLO DISMINUYE. DONDE HAY PROGRESO, EL CONCRETO LO PROMUEVE Y ACRECENTA. PODEMOS DECIR QUE EL CONCRETO, CREA CULTURA, ORIGINA CIVILIZACIÓN.

ASÍ LO DEMUESTRA LA HISTORIA, Y LOS ORÍGENES DEL CEMENTO SE PIERDEN EN ELLA: LA CONSTRUCCIÓN NACE UN POCO ANTES DE LAS PRIMERAS CIVILIZACIONES. Y PUEDE DECIRSE QUE LA NECESIDAD DEL CEMENTO COMIENZA CUANDO EL SER HUMANO PRETENDE PEGAR UNA ROCA CON OTRA PARA FORMAR UNA MASA ESTABLE Y ARMAR UNA PARED O UNA MURALLA PROTECTORA CONTRA SUS ENEMIGOS: UN LUGAR FIJO DONDE VIVIR.

DESDE ENTONCES EL HOMBRE FUE BUSCANDO CEMENTANTES, ESTUDIANDO SUS CUALIDADES ADHESIVAS, SU DUCTILIDAD, SOLIDEZ, DESPUÉS DE UN LARGO CAMINO, HACE APENAS 180 AÑOS, A LA INVENCIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND, POLVO MARAVILLOSO QUE DARÍA LUGAR A UNA NUEVA ERA, AL SURGIR EL PRODUCTO CEMENTERO MÁS AVANZADO: EL CONCRETO.

HOY, LA VIDA TRANSCURRE ENTRE DOS PAISAJES: UNO EL DE LA NATURALEZA Y OTRO EL QUE SE ERIGE Y CRECE CONTINUAMENTE: CON EL CONCRETO HAY UN



CAMBIO DEL PAISAJE QUE EMPIEZA CON LA PRIMERA VIVIENDA, Y LA PRIMERA PÁGINA EN LA MEMORIA DE LA HUMANIDAD, PUES EN EL NOMADISMO ERA MAS SUPERFICIAL.

ESTE TRABAJO ESTÁ ENFOCADO A ESTUDIAR LA MANEJABILIDAD DE LOS CONCRETOS BLANCOS PARA ESTO HAREMOS UN RECORRIDO EN LOS ANTECEDENTES DEL CONCRETO PASANDO POR LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE LO CONFORMAN, TIPOS Y EFECTUAREMOS PRUEBAS EN EL LABORATORIO PARA APRECIAR MAS SU MANEJABILIDAD.



# I. ANTECEDENTES



## OBJETIVO:

EL PRESENTE CAPITULO TIENE COMO FINALIDAD, DAR A CONOCER LOS ANTECEDENTES MAS RELEVANTES Y SIGNIFICATIVOS EN LA HISTORIA DEL CONCRETO, DESDE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA PASANDO POR TODAS LAS CULTURAS DEL MUNDO HASTA LOS AVANCES MAS SIGNIFICATIVOS DE NUESTRA ÉPOCA.



## 1.1 ANTECEDENTES

SIENDO INGENIERO CASI POR INSTINTO, CONSTRUCTOR DE CIUDADES, EL HUMANO COMENZÓ A LEVANTAR SU MORADA PRÓXIMA A LA SIEMBRA, CON LOS MATERIALES QUE LA NATURALEZA PONÍA A SU ALCANCE. LOS TECHOS, MUROS Y PISOS SE MATERIALIZABAN CON MEZCLAS Y COMBINACIONES.

LODO, HIERVAS, MADERA, ROCA Y CAL FUERON LOS PRIMEROS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN QUE NUESTROS ANTEPASADOS EXPERIMENTARON PARA HALLAR, CADA VEZ, MEJORES MANERAS DE ERIGIR VIVIENDAS, MUROS, PISOS Y TECHOS, ASÍ COMO MONUMENTOS RELIGIOSOS Y CIVILES (LA INESPERABLE NECESIDAD DE UNA VIDA CULTURAL JUNTO CON LA VIDA FÍSICA).

LOS ORÍGENES REMOTOS DE LA CONSTRUCCIÓN COINCIDEN CON EL FIN DEL NOMADISMO Y EL ADVENIMIENTO DE LA VIDA SEDENTARIA, EN EL NEOLÍTICO, CUANDO EL HOMBRE DESCUBRE LA AGRICULTURA Y EL PASTOREO, DESPUÉS DE MUCHOS MILENIOS DE PRACTICAR LA RECOLECCIÓN Y LA CAZA EN LOS AÑOS 7000 Y 6500 A. C.

ASÍ SE OBSERVAN LOS RESTOS HALLADOS EN KALAT JARMO, REGIOS DEL KURDISTAN IRAQUÍ JUNTO AL CULTIVO DE CEREALES COMO LA CEBADA, SE CONSTRUYERON CASAS DE ADOBE, MADERA, RAMAS Y BARRO Y FUE SURGIENDO, POCO A POCO, UNA ORGANIZACIÓN ALDEANA QUE DEVENDRÍA EN CIUDADES ESTADO. POR ESO EL ACTUAL IRAK ES RECONOCIDO COMO LA CUNA DE TODAS LAS CIVILIZACIONES HUMANAS.

PISOS HECHOS CON MATERIAL CEMENTANTE, ELABORADOS POR HOMBRES DE LA EDAD DE PIEDRA. FUERON DESCUBIERTOS POR LOS ARQUEÓLOGOS ENTRE LOS BANCOS ARCILLOSOS DEL RÍO DANUBIO EN YUGOSLAVIA.

LOS ANTECEDENTES DEL CEMENTO, LA ARCILLA SE UTILIZÓ ENTRE LOS AÑOS 10,000 Y 6,000 A C PARA FABRICAR LOS LADRILLOS DE LAS VIVIENDAS HALLADAS EN CATAL HÜYUK, EN LA ACTUAL TURQUÍA.



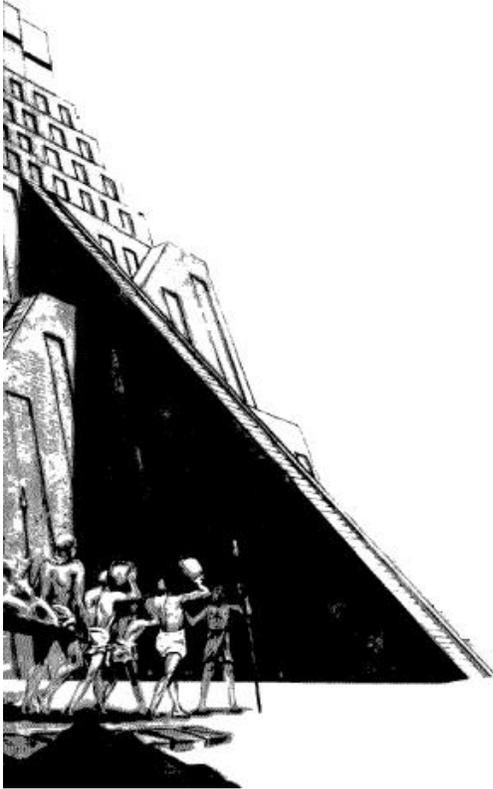
Y A FALTA DE ROCAS, ALLÁ EN LA MESOPOTAMIA LA CIVILIZACIÓN BABILÓNICA USÓ LADRILLOS, PRIMERO CRUDOS Y SECADOS AL SOL, Y MÁS TARDE COCIDOS EN HORNOS. CON ESA TÉCNICA SE CONSTRUYERON TEMPLOS, PIRÁMIDES Y ZIGURATS.

RAMPAS-ESCALINATAS EN SUGESTIVAS ESPIRALES ASCENDENTES A SU VEZ, COMO BASE PROGENITORA DEL CEMENTO, LA CAL YA ESTABA PRESENTE EN BABILONIA, SEGÚN LO COMPROBÓ EL HALLAZGO DE UN HORNO DE CAL DEL 12,500 AC. ASÍ COMO TAMBIÉN EXISTEN EVIDENCIAS DE SU USO PARA REVOCAR PAREDES EN LA CIUDAD CALDEA DE UR.



## 1.2 NACIMIENTO DEL ANTIGUO IMPERIO EGIPCIO.

DESDE EL NACIMIENTO DEL ANTIGUO IMPERIO EGIPCIO, EN EL 2700 AC, SE PREPARABAN MORTEROS CON CAL, ARENA Y YESO, EFICACES PARA UNIR LOS ENORMES BLOQUES DE PIEDRA DESBASTADA. UNO SOBRE OTRO, DE AJUSTES PERFECTOS Y CORTADOS EN ÁNGULOS RECTOS LA PRIMERA PIRÁMIDE IMPORTANTE (ESCALONADA, PUES ERA UNA SUPERPOSICIÓN DE MASTABAS) LA CONSTRUYÓ EL REY ZOZER, HACIA EL 2700 AC. CIEN AÑOS DESPUÉS SE ERIGIERON LAS PECULIARES PIRÁMIDES LIRAS, COMO LAS DE KÉOPS, KEFRÉN Y MICERINOS. CON YESO COCIDO A 120°C, LOS EGIPCIOS ELABORABAN LA ESCAYOLA O ESTUCO, MATERIAL ÚTIL COMO BASE PARA LAS PAREDES QUE IBAN A SER DECORADAS. LOS SUELOS DE MORTERO DE CAL FUERON UNA CARACTERÍSTICA DE LAS CASAS CONSTRUIDAS EN DJEITUN, TURKMENISTAN, ENTRE LOS AÑOS 3800 Y 2500AC.



SIN EMBARGO, SIMULTÁNEAMENTE Y TODAVÍA MIL AÑOS DESPUÉS, LAS ROCAS GIGANTES, PODEROSAS Y SIMBÓLICAS CONTINUABAN UTILIZÁNDOSE. SUBSISTEN HASTA AHORA CONSTRUCCIONES MEGALÍTICAS EN LS ISLAS QUE

HOY LLAMAMOS BRIIARLICAR, COMO EL CÉLEBRE Y ENIGMÁTICO DOLMEN DE STONEHENGE, CONSTRUIDO EN EL 1800 AC.

AUNQUE EN LOS DÓLMENES NO SE USARON CEMENTANTES, ESTE MONUMENTO IMPLICA UN USO ASOMBROSO DE LA PIEDRA, DE MODO QUE AUN CON SU GRAN PESO, TIENE EL OBJETO DE ELEVAR EL ESPÍRITU UNA SINGULAR CONCEPCIÓN ESPACIAL COSMOGÓNICA Y RELIGIOSA.



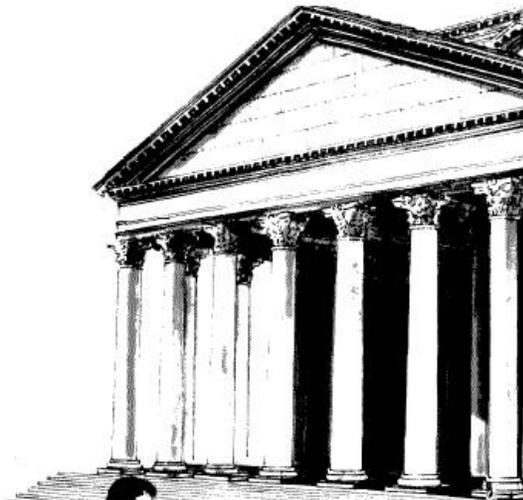
## I.3 EL IMPERIO ROMANO

YA EN LAS CUNAS DE OCCIDENTE, MIENTRAS QUE GRECIA SE CARACTERIZÓ POR LA CONSTRUCCIÓN CON ROCA, ROMA SE ESPECIALIZÓ EN EL LADRILLO, Y CIERTOS CEMENTANTES VOLCÁNICOS CONSTITUYERON, ENTRE OTROS, UN ENLACE ENTRE AMBAS CULTURAS.



REFERENCIA REMOTA ES QUE EN LAS CONSTRUCCIONES DE CRETA, A LO LARGO DEL SEGUNDO MILENIO AC Y DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL PRIMERO, SE USÓ EL HORMIGÓN DE CAL PARA PAVIMENTO EN TEMPLOS Y PALACIOS, COMO EL DE CNOSOS.

### I.3.1 FUERZA VOLCANICA



PARA HACER EL CEMENTO, LOS GRIEGOS USARON MORTEROS DE CAL Y ARENA, MEZCLADOS CON UNA PECULIAR POLVO VOLCÁNICO CONOCIDO COMO “TIERRA DE SANTORIN”, QUE OBTENÍAN DE LA ISLA DE THERA.

DE ORIGEN VOLCÁNICO FUE TAMBIÉN LA CEMENTANTE PARECIDO AL ACTUAL, HALLADO POR LOS ROMANOS EN

PUZZUOLI, CERCA DE NÁPOLES. EL MORTERO QUE SE HIZO CON ESTE MATERIAL RESISTENTE AL AGUA DULCE O SALADA, Y ESTABA INTEGRADO CON ARENA, CALIZA, ADEMÁS DE CIERTAS ADITIVOS COMO POLVO DE LADRILLO O TEJA, ALBÚMINA, ACEITES, LECHE Y SANGRE DE ANIMAL.



ESTE “MORTERO ROMANO”, QUE SE USÓ INTENSAMENTE ENTRE LOS AÑOS 476 A 300 AC, REVOLUCIONÓ LA CONSTRUCCIÓN POR MAS DE DOS MIL AÑOS. LA PUZOLANA PERMITIÓ AVANZAR EN LA CALIDAD Y PERDURABILIDAD DE ARCOS, ARCADAS Y BÓVEDAS, HASTA LOGRAR LAS CÚPULAS, QUE NO SE HUBIERAN PODIDO CONSTRUIR SIN UN MORTERO DE SEMEJANTE CALIDAD Y FUERZA. CON CEMENTO DE PUZOLANA FUERON CONSTRUIDOS LA VÍA APIA Y EL COLISEO EN EL AÑO 100 AC.



ASÍ COMO EL PANTEÓN DE ROMA, ERIGIDO CON CONCRETO EN EL 27 AC QUE DESPUÉS DE UN INCENDIO FUERA RECONSTRUIDO EN EL 120 DE NUESTRA ERA, PARA EN EL 609 CONVERTIRSE EN LA IGLESIA DE SANTA MARÍA DE LOS MÁRTIRES.

CAPÍTULO ESPECIAL MERECEERÍAN LOS ESTUCOS ROMANOS COMO LOS DESCUBIERTOS EN POMPEYA, HERCULANO, SICILIA Y PAESTUM, QUE TIENEN UNA IMPORTANCIA UNIVERSAL POR SUS CALIDADES ARTÍSTICAS Y MATERIALES.

SIN EMBARGO, JUNTO A LA MENGUA APARENTE DE LAS EXPRESIONES CULTURALES DEL MEDIEVO, LA FÓRMULA PARA HACER EL “MORTERO ROMANO” CON CAL CALCINADA Y PUZOLANA MEZCLADAS CASI SE PERDIÓ EN EUROPA, PUES EN ESE ENTONCES FUE DESECHADO DE LAS CONSTRUCCIONES FEUDALES DEFENSIVAS. SOLO LOS CONSTRUCTORES BIZANTINOS DEL SIGLO III AL XIII CONTINUARON USÁNDOLO, AUNQUE IMPERFECTO, PUES SU MORTERO ERA MÁS DE CAL, ARENA Y POLVO DE LADRILLO, QUE DE PUZOLANA, POR LO QUE TENÍA UN ASPECTO RUGOSO Y NO PROTEGÍA BIEN DE LA EROSIÓN DEL VIENTO Y DE LA LLUVIA.

### 1.3.2 MORTEROS ADECUADOS

EN ESTA HISTORIA PARALELA A LAS GRANES HAZAÑAS CONSTRUCTIVAS DE LA HUMANIDAD, LOS MORTEROS DE LOS CASTILLOS, MONASTERIOS Y GRANDES IGLESIAS MEDIEVALES SERÍAN POCO A POCO SUPERADOS DESPUÉS. AL DILUIRSE EL PODER FEUDAL



HACIA EL SIGLO XI, LAS CIUDADES AUMENTARON SU IMPORTANCIA Y SE GENERALIZARON LAS CONSTRUCCIONES EN ROCA.

A PARTIR DEL SIGLO XII APARECE EL ESTILO GÓTICO DE LAS GRANDES CATEDRALES QUE ADQUIEREN SU MÁXIMO ESPLENDOR ENTRE EL SIGLO XIII Y LAS PRIMERAS DÉCADAS DEL XVI. ANTES EL GRAN DESAFÍO CONSTRUCTIVO QUE IMPLICABA LA ELEVADA VERTICALIDAD Y LIGEREZA, EL ARCO APUNTADO U OJIVAL Y LA BÓVEDA DE CRUCERÍA, FUERON NECESARIOS MEJORES MORTEROS, DESARROLLADOS CON ARENA GRUESA Y CAL CON CARBÓN DE MADERA, ASÍ COMO CON ESCAYOLA; PARA LAS TECHADURAS Y UNIONES SE USARON ARENA FINA Y CAL MUY BLANCA.

EN SUPERACIÓN CEMENTERA CONSTANTE, DURANTE LOS SIGLOS XIV Y XV LAS ARENAS GRUESAS FUERON SUSTITUIDAS POR ARENAS DE PLAYAS, LO QUE MEJORÓ LA CALIDAD DE LOS MORTEROS, Y LA TRADICIÓN INDICA QUE SE LES AGREGARON COMO ADITIVOS HUEVOS, LECHE Y SANGRE. ASÍ COMO ESCAYOLA O TEJOLETA.

ESTAS INNOVACIONES SE MANTUVIERON DURANTE EL SIGLO XV, CUANDO LOS IDEALES DE GRECIA Y ROMA SE APODERARON NUEVAMENTE DE LA ARQUITECTURA DEL RENACIMIENTO. A PARTIR DEL 1400, EL HOMBRE VUELVE A OCUPAR EL CENTRO DE TODO, Y SE CONVIERTE EN DESCUBRIDOR Y CREADOR. LA ANTIGUA ARQUITECTURA ROMANA INFLUYE EN LAS NUEVAS CONSTRUCCIONES. LA CAL Y LOS MORTEROS ESTARÁN PRESENTES EN MÚLTIPLES EDIFICIOS RELIGIOSOS Y CIVILES, COMBINÁNDOSE CON CANTERAS, MÁRMOLES, MOSAICOS, ESTUCOS Y FRESCOS MULTICOLORES.

PREVIAMENTE, LA EXPANSIÓN DEL ISLAM POR EL MEDITERRÁNEO HABÍA TRAÍDO APAREJADO EL AUGE DE LAS YESERAS O ESTUCO ANDALUSÍ, CON MORTEROS DE CAL, YESO Y POLVO DE MÁRMOL, ESPECIALMENTE EN ESPAÑA Y PORTUGAL INCLUYENDO ADEMÁS LOS GRANDES ESCARIFICADO GEOMÉTRICOS QUE INFLUIRÍAN A TODA EUROPA.

Y PARA FINES DE ESE 1400 Y PRINCIPIOS DEL 1500, ALGUNOS REINOS EUROPEOS COMIENZAN SU EXPANSIÓN CON EXTRAORDINARIOS VIAJES HACIA LOS CONFINES DEL MUNDO, DONDE CONQUISTAN E IMPONEN SUS ESTILOS DE VIDA, SU IMAGINERÍA CONSTRUCTIVA Y SUS MORTEROS Y CEMENTANTES.



## I.4 CEMENTANTES EN MESOAMÉRICA

EN MESOAMÉRICA LAS SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS REQUIRIERON SU PROPIA EVOLUCIÓN CULTURAL Y, DESDE LUEGO, DE CEMENTOS Y CEMENTANTES.

DE MANERA SORPRENDENTE, EN AQUELLOS PUEBLOS LA CAL ESTABA ÍNTIMAMENTE LIGADA A LA ALIMENTACIÓN. LOS “HIJOS DEL MAÍZ” COMO SE DECÍAN A SÍ MISMOS LOS PUEBLOS PREHISPÁNICOS USABAN LA CAL PARA NIXTAMALIZAR EL MAÍZ, PROBABLEMENTE DESDE EL AÑO 1200 AC.

EL SOBROANTE DE ESTE CALDO CONOCIDO COMO “NEJAYOTE” PRODUCE HIDRÓXIDO DE CALCIO QUE, AL ENTRAR EN CONTACTO CON TIERRA VOLCÁNICA, REACCIONA Y SE ENDURECE. ASÍ SE PRODUCE UN FUERTE CEMENTO HIDRÁULICO DE USO FRECUENTE ENTRE LOS CONSTRUCTORES DE LA ANTIGUA AMÉRICA, MUY SIMILAR AL DE LOS ROMANOS DEL VIEJO CONTINENTE.



### I.3.1 ADITIVOS PREHISPANICOS

ASIMISMO, COMO INEVITABLE ANTECEDENTE EVOLUTIVO, LA CAL ESTUVO PRESENTE ENTRE LOS ZAPOTECAS DE MONTE ALBÁN EN LOS AÑOS DEL 550 AL 150 AC: FUE USADA CON UNA MEZCLA DE PIEDRA Y TIERRA PARA RECUBRIR EL CAUCE DE UN DIQUE PARA AGUA DE RIEGO.

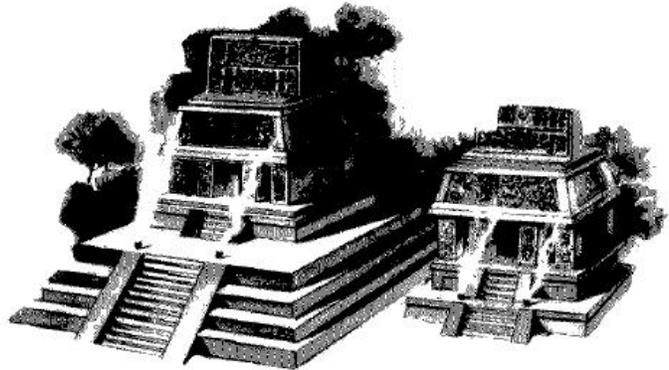
AL FIN ENTRE EL 100 Y EL 900 DC LOS MAYAS TENÍAN UNA GRAN ORGANIZACIÓN DE SUS CALERAS O SASCABERAS DONDE, AL MOLER Y QUEMAR PIEDRA CALIZA CON INTRUSIONES ARCILLOSAS, TAMBIÉN OBTUVIERON UN CEMENTO NATURAL CRUDO, AUNQUE INMADURO, PUES NO ALCANZABA TEMPERATURAS SUPERIORES A 900°C. CON ESTE MATERIAL, AGREGADO CON FRAGMENTOS DE LAS DURAS CONCHAS DE MARISCOS Y OTROS ADITIVOS COMO LA GOMA VEGETAL, LOGRARON RESISTENTES MORTEROS, CONCRETOS Y FINOS



ESTUCOS QUE COMBINARON CON PIEDRA CALIZA, LAJAS DE PIEDRA Y MADERA DE CAOBA Y ZAPOTE, SEGÚN LO TESTIFICAN HASTA AHORA SUS IMPONENTES EDIFICIOS.

POR SU PARTE LOS TONACAS DE EL TAJÍN, VERACRUZ. ENTRE EL 100 AC Y EL 1200 DC,

DESCUBRIERON UN CEMENTO HIDRÁULICO CON BASE DE PUZOLANA Y CAL QUE, AL SER COMBINADO CON PIEDRA PÓMEZ, PRODUCÍA UN CONCRETO DE PESO LIGERO MUY RESISTENTE. CON EL CONSTRUYERON TECHOS PLANOS, ÚNICOS EN EL CONTINENTE Y, POSIBLEMENTE, EN EL MUNDO.



Templo del Sol, Palenque, Chiapas



FINALMENTE EN ESTA AVENTURA MESOAMERICANA DEL CEMENTO, ENTRE 1321 Y 1521 LOS MEXICAS UTILIZARON EN SUS CONSTRUCCIONES UN CEMENTO NATURAL, ESTE LO OBTENÍAN AL MEZCLAR CAL CON UNA ARCILLA VOLCÁNICA NEGRA, QUE ABUNDABA EN LOS LINDEROS SUR DEL VALLE DE ANÁHUAC.

### 1.3.2 MESTISAJE CONSTRUCTIVO

LOS AVANCES CEMENTEROS INDÍGENAS SE PERDIERON; MAS ADELANTE EN EL TIEMPO, LLEGÓ EL BARROCO ARQUITECTÓNICO Y FUERON SUSTITUIDOS POR LOS MORTEROS EUROPEOS EN BOGA, ENTRE LA GRAN REVELACION DE FORMAS

QUE TOMARON CUERPO EN LA PIEDRA, LA CANTERA, LA MADERA Y LAS YESERÍAS DE LAS CONSTRUCCIONES CIVILES Y RELIGIOSAS. AHÍ LOS ALBAÑILES INDÍGENAS PUDIERON



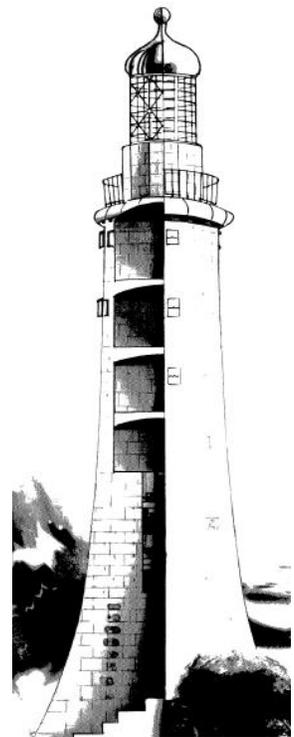
AGREGAR SUS CONOCIMIENTOS Y TALENTOS EN EL MANEJO DE LA PIEDRA, COMO LO ILUSTRAN INNUMERABLES EJEMPLOS.

EN ESTE SIGLO, TAMBIÉN SE EMPEZÓ A EXPERIMENTAR CON LOS MATERIALES HASTA PRODUCIR LOS AGLOMERANTES HIDRÁULICOS, ES DECIR, SUSCEPTIBLES DE ENDURECER CON EL AGUA.

### **EDDYSTONE: EL FARO DEL FUTURO**

EN ALGÚN MOMENTO, HACIA 1756, LA OBSESIÓN POR ENCONTRAR UNA CAL RESISTENTE AL AGUA DE MAR SE POSESIONA DE JOHN SMEATON. POR TERCERA VEZ, HABÍA QUE CONSTRUIR UN FARO EXPUESTO AL COMPORTAMIENTO CAPRICHOSO MARÍTIMO ALLÁ EN EDDYSTONE, ISLA DE PLYMOUTH, INGLATERRA.

PRUEBA Y ERROR, AL CALCINAR UNA ARCILLA CALIZA O CALCÁREA, QUE EXTRAJO DE AVERTHAN, SMEATON EN EL REINO UNIDO PUDO LOGRAR SUS PROPÓSITOS Y OBTENER UN PRODUCTO PRECURSOR DEL CONCRETO MODERNO. SIGUIÓ EXPERIMENTANDO, Y EN 1793 CALCINÓ CALIZAS CON CONTENIDOS DE BARRO, HAZAÑA EXITOSA PUES LOGRÓ UNA CAL QUE SE ENDURECERÍA BAJO EL AGUA; ES DECIR, UNA CAL HIDRÁULICA. ESTA CAL HA MANTENIDO EN PIE AL FARO DE EDDYSTONE HASTA HOY Y DURANTE MAS DE DOS SIGLOS ENTONCES, UN NUMEROSO GRUPO DE INVESTIGADORES EMPÍRICOS SIGUIERON SUS HUELLAS. ASÍ, BRY HIGGINR, EN 1779, PROMOVIO TINA PATENTE PARA UN CEMENTO HIDRÁULICO (ESTUCO); FERRER, EN 1796 FABRICÓ CAL HIDRÁULICA, Y JAMES PARKER PATENTÓ UN CEMENTO HIDRÁULICO NATURAL QUE BAUTIZÓ COMO CEMENTO PARKER O CEMENTO ROMANO PARKER.



MAS TARDE, EL FRANCÉS LOUIS VICAN ESTUDIÓ LAS CALIZAS, TANTO LAS PURAS COMO LAS ARCILLOSAS Y EN 1812 DESCUBRIÓ QUE LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LA CAL DEPENDEN DE LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE CALCINACIÓN DE LOS COMPONENTES. CON ESTOS PRINCIPIOS, JAMES FROST PREPARÓ EN 1822 UNA CAL ARTIFICIAL QUE DENOMINÓ CEMENTO BRITÁNICO.



## I.5 NACE EL CEMENTO PORTLAND

AUNQUE ESTOS AGLOMERANTES YA TENÍAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CEMENTOS RÁPIDOS ACTUALES, EL MERITO DE DESCUBRIR EL NUEVO CEMENTO FUE DEL MAESTRO DE OBRAS INGLÉS JOSEPH ASPDIN.

ASPDIN OBTUVO, EN 1824 UNA MEZCLA DE CALIZA ARCILLOSA DURA, MOLIDA Y CALCINADA CON ARCILLA, A LA QUE AGREGÓ AGUA SOMETIÓ A TEMPERATURAS MAYORES DE 1300° C PARA CALCINARLA NUEVAMENTE, MOLERLA Y BATIRLA CON UN PORCENTAJE PEQUEÑO DE YERO, HASTA PRODUCIR UN POLVO FINO. ASÍ NACIÓ EL PRODUCTO QUE ASPDIN BAUTIZÓ COMO CEMENTO PORTLAND, DEBIDO A LA SIMILITUD DE SU COLOR CON LAS ROCAS DE LA ISLA DE PORTLAND Y QUE CONSTITUIRÍA, POR FIN EL POLVO MÁGICO, EL POLVO DE LA CREACIÓN HUMANA, AQUÍ COMENZÓ A ESCRIBIRSE UNA NUEVA HISTORIA, PUES EL CEMENTO PORTLAND ABRIÓ LA ÉPOCA DEL CONCRETO. EN MÉXICO, LA PIEDRA DEL SIGLO VEINTE”, COMO SE LA HA LLAMADO NO HACE MUCHO, SURGÍA EN 1901 DE LA PRIMERA EMPRESA CONSTRUCTORA DE CONCRETO REFORZADO; CON ELLA SE CONSTRUIRÍA EL EDIFICIO DE LA SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES EN 1903 Y EN 1904 EL BANCO AGÍTOLA E HIPOTECARIO. ERA LA HERENCIA DEL OSADO FRANCÉS HENNEBIQUE, QUIEN UNIÓ MONOLÍTICAMENTE LOSAS, TRABES Y COLUMNAS CON CONCRETOS POR PRIMERA VEZ EN 1901, Y DIFUNDIÓ SU SISTEMA NOMBRANDO CONCESIONARIOS EN VARIOS PAÍSES ENTRE ELLOS MÉXICO.

DEL VEINTE –SE DIJO-, ESTA PIEDRA MARAVILLOSA ESTÁ ASEGURADA PARA EL SIGLO VEINTIUNO Y MAS SOBRE EL PLANETA, POR VIRTUD DE LA FORTALEZA DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL EN EMPRESAS COMO CEMENTOS MEXICANOS, ORGULLO DE MÉXICO, DADO SU LIDERAZGO MUNDIAL, DONDE NACE, POR TONELADAS Y EN LOS CINCO CONTINENTES, EL FORMIDABLE POLVO DE LA CREACIÓN HUMANA.

**1867:** SE CREAN LAS PRIMERAS LOSAS CON REFUERZO METÁLICO EMBEBIDO EN EL CONCRETO.

**1890:** SE INTRODUCE EL YESO COMO RETARDANTE DEL FRAGUADO Y SE UTILIZAN ALTAS TEMPERATURAS PARA OBTENER SILICATOS CON ALTO CONTENIDO DE ÓXIDO DE CALCIO.



**1820:** SE ASOCIÓ UN ENTRAMPADO DE BARRAS DE HIERRO CON CONCRETO EN AMBAS CARAS.

**1923:** SE INAUGURA CEMENTOS MONTERREY CON UNA CAPACIDAD DE 20 MIL TONELADAS ANUALES CEMENTOS MONTERREY FUE EL EMBRIÓN DE CEMENTOS MEXICANOS.

**1930:** AGENTES INCLUSORES DE AIRE SON INTRODUCIDOS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO AL DAÑO POR CONGELAMIENTO.

**1931:** CEMENTOS HIDALGO Y CEMENTOS PÓRTLAND MONTERREY SE FUSIONAN PARA FORMAR CEMENTOS MEXICANOS, ACTUALMENTE CEMEX.

**1960:** SE PATENTA EL CEMENTO SULFOALUMINOSO (KLEIN) CENTRO DE TECNOLOGÍA ASESORÍAS TÉCNICAS AL ALCANCE DE TU MANO CERTIFICACIONES Y PREMIOS CEMEX CONCRETOS: EN CONSTANTE BÚSQUEDA DE LA EXCELENCIA CONCRETOS PROFESIONALES CONOCE LA VARIEDAD DE PRODUCTOS QUE OFRECEMOS PARA TUS OBRAS CÓMO HACEMOS CEMENTO | HISTORIA DEL CEMENTO Y CONCRETO

**1961:** SE EMPLEA POR PRIMERA VEZ HORMIGÓN DE 40 MPA EN LAS COLUMNAS MÁS BAJAS.

**1970:** SE INTRODUCE EL REFUERZO CON FIBRAS EN EL HORMIGÓN.

**1985:** CENIZAS VOLANTES SON INTRODUCIDAS COMO ADITIVO PUZOLÁNICO.

**2005:** ES CREADO EN MEXICO POR 2 ALUMNOS DE LA UAM EL CONCRETO TRANSLUCIDO



# II. TIPOS DE CONCRETO



**OBJETIVO:**

EN ESTE CAPITULO DAMOS A CONOCER LOS DIFERENTES TIPOS DE CONCRETO PARA DIFERENCIAR EL QUE NOS INTERESA Y PROFUNDIZAR EN SU ESTUDIO



## II. TIPOS DE CONCRETO

### II.1. CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

EL CONCRETO ES EL MATERIAL CON EL USO MÁS EXTENSO EN LA CONSTRUCCIÓN DEBIDO A LAS DIVERSAS CARACTERÍSTICAS FAVORABLES QUE REÚNE.

ENTRE ELLAS TENEMOS QUE EN SU ESTADO AUN PLÁSTICO PUEDE COLOCARSE EN CIMBRAS A UNA TEMPERATURA AMBIENTE NORMAL Y PRODUCIR CASI CUALQUIER FORMA PARA CREAR LOS EFECTOS ARQUITECTÓNICOS DESEADOS Y CAPAZ DE SER SOMETIDO A TRABAJOS CON GRANDES ESFUERZOS, POR EJEMPLO:

UN CONCRETO PARA UNA ESTRUCTURA DE UN EDIFICIO DEBE PRESENTAR UNA ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN RESPETANDO LAS FORMAS DEL PROYECTO MIENTRAS QUE EN EL CASO DE UNA CORTINA DEBE DE SER DURABLE Y PRESENTAR UNA GRAN HERMETICIDAD AUNQUE SU RESISTENCIA RELATIVA NO SEA TAN GRANDE.

DENTRO DE SUS DESVENTAJAS TENEMOS QUE NO HAY UN CONTROL DE CALIDAD TOTAL EN SU FABRICACIÓN Y TAMBIÉN QUE PRESENTA UNA FRAGILIDAD RELATIVA EN CUANTO A QUE SU RESISTENCIA A LA TENSIÓN ES MUCHO MÁS PEQUEÑA QUE LA RESISTENCIA QUE PRESENTA A LA COMPRESIÓN.

**LA TRABAJABILIDAD O MANEJABILIDAD** DEL MATERIAL ES UNA PROPIEDAD IMPORTANTE PARA DIVERSAS APLICACIONES Y ESTO LO PODEMOS VISUALIZAR DESDE EL MOMENTO EN QUE HAY UNA VERDADERA FACILIDAD CON LA QUE SE PUEDE MEZCLAR LOS MATERIALES Y LA FACILIDAD CON QUE PUEDE MANEJARSE, TRANSPORTARSE Y COLOCARSE LA MEZCLA RESULTANTE.

LA PROPIEDAD QUE COMÚNMENTE TRATA DE MEDIRSE ES **LA MANEJABILIDAD CON LAS PRUEBAS DE REVENIMIENTO.**



**LA DURABILIDAD** ES OTRA IMPORTANTE PROPIEDAD QUE PRESENTA EL CONCRETO YA QUE ES CAPAZ DE RESISTIR LA INTEMPERIE, ACCIÓN INMEDIATA DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y EL DESGASTE AL CUAL ESTARÁ SOMETIDO EN EL SERVICIO.

**LA IMPERMEABILIDAD** ES LA PROPIEDAD QUE SE PUEDE MEJORAR DANDO EL TRATAMIENTO Y DOSIFICACIÓN ADECUADA A LA MEZCLA CON RESPECTO AL AGUA QUE AL EVAPORARSE PUEDE DEJAR PEQUEÑOS INTERSTICIOS QUE AL ESTAR INTERCONECTADOS PUEDEN ATRAVESAR EL CONCRETO, A SU VEZ LA INCLUSIÓN DE AIRE, Y EL CURADO DEL ELEMENTO YA ENDURECIDO.

**LA COHESIÓN** DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO ES UNA DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE CONTRIBUYEN A EVITAR LA SEGREGACIÓN Y FACILITA EL MANEJO PREVIO Y DURANTE SU COLOCACIÓN EN LAS CIMBRAS. CONSECUENTEMENTE, SON ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO QUE ADQUIEREN RELEVANCIA EN OBRAS DONDE SE REQUIERE MANIPULAR EXTRAORDINARIAMENTE EL CONCRETO, O DONDE LAS CONDICIONES DE COLOCACIÓN SON DIFÍCILES Y HACEN NECESARIO EL USO DE BOMBA O EL VACIADO POR GRAVEDAD.

**LA FINURA** ES LA ÚNICA CARACTERÍSTICA DEL CEMENTO QUE PUEDE APORTAR BENEFICIO A LA COHESIÓN Y LA MANEJABILIDAD DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO, POR TANTO, LOS CEMENTOS DE MAYOR FINURA COMO EL PORTLAND TIPO III O LOS PORTLAND-PUZOLANA SERÍAN RECOMENDABLES EN ESTE ASPECTO. SIN EMBARGO, EXISTEN OTROS FACTORES CON EFECTOS MÁS DECISIVOS PARA EVITAR QUE LAS MEZCLAS DE CONCRETO SEGREGUEN DURANTE SU MANEJO Y COLOCACIÓN. ENTRE TALES FACTORES PUEDE MENCIONARSE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA Y EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO, EL CONSUMO UNITARIO DE CEMENTANTE, LOS ADITIVOS INCLUSORES DE AIRE Y EL DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO.

**PESO VOLUMETRICO** EN EL CONCRETO CONVENCIONAL, EMPLEADO NORMALMENTE EN PAVIMENTOS, EDIFICIOS Y EN OTRAS ESTRUCTURAS TIENE UN PESO UNITARIO DENTRO DEL RANGO DE 2,240 Y 2,400 KG POR METRO CÚBICO (KG/M<sup>3</sup>). EL PESO VOLUMETRICO (DENSIDAD) DEL CONCRETO VARIA, DEPENDIENDO DE LA CANTIDAD Y DE LA DENSIDAD RELATIVA DEL AGREGADO, DE LA CANTIDAD DEL AIRE ATRAPADO O INTENCIONALMENTE INCLUIDO, Y DE LOS CONTENIDOS DE AGUA Y DE CEMENTO, MISMOS QUE A SU VEZ SE VEN



INFLUENCIADOS POR EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO. PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO, COMÚNMENTE SE SUPONE QUE LA COMBINACIÓN DEL CONCRETO CONVENCIONAL Y DE LAS BARRAS DE REFUERZO PESA 2400 KG/M<sup>3</sup>.

EL PESO DEL CONCRETO SECO IGUALA AL PESO DEL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO MENOS EL PESO DEL AGUA EVAPORABLE. UNA PARTE DEL AGUA DE MEZCLADO SE COMBINA QUÍMICAMENTE CON EL CEMENTO DURANTE EL PROCESO DE HIDRATACIÓN, TRANSFORMANDO AL CEMENTO EN GEL DE CEMENTO. TAMBIÉN UN POCO DE AGUA PERMANECE RETENIDA HERMÉTICAMENTE EN POROS Y CAPILARES Y NO SE EVAPORA BAJO CONDICIONES NORMALES. LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE EVAPORA AL AIRE A UNA HUMEDAD RELATIVA DEL 50% ES DE APROXIMADAMENTE 2% A 3% DEL PESO DEL CONCRETO, DEPENDIENDO DEL CONTENIDO INICIAL DE AGUA DEL CONCRETO, DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS, Y DEL TAMAÑO DE LA ESTRUCTURA.

ADEMÁS DEL CONCRETO CONVENCIONAL, EXISTE UNA AMPLIA VARIEDAD DE OTROS CONCRETOS PARA HACER FRENTE A DIVERSAS NECESIDADES, VARIANDO DESDE CONCRETOS AISLADORES LIGEROS CON PESOS UNITARIOS DE 240 KG/M<sup>3</sup>, A CONCRETOS PESADOS CON PESOS UNITARIOS DE 6400 KG/M<sup>3</sup>, QUE SE EMPLEAN PARA CONTRAPESOS O PARA BLINDAJES CONTRA RADIACIONES.



## II.2.- AGREGADOS DEL CONCRETO

EL CONCRETO FRESCO ES UNA MEZCLA SEMILÍQUIDA DE CEMENTO PORTLAND, ARENA (QUE QUE ES NUESTRO AGREGADO FINO), GRAVA O PIEDRA TRITURADA (QUE ES NUESTRO AGREGADO GRUESO) Y AGUA. MEDIANTE UN PROCESO LLAMADO HIDRATACIÓN, LAS PARTÍCULAS DEL CEMENTO REACCIONAN A NIVEL QUÍMICAMENTE CON EL AGUA Y EL CONCRETO SE ENDURECE Y SE CONVIERTE EN UN MATERIAL DURABLE.

CUANDO SE MEZCLA, SE HACE EL VACIADO Y SE CURA DE MANERA APROPIADA, EL CONCRETO FORMA ESTRUCTURAS SÓLIDAS CAPACES DE SOPORTAR LAS TEMPERATURAS EXTREMAS DEL MEDIO AMBIENTE COMO DEL INVIERNO Y DEL VERANO SIN REQUERIR DE MUCHO MANTENIMIENTO.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

UNA VEZ QUE EL AGUA Y EL CEMENTO SE MEZCLAN PARA FORMAR LA PASTA CEMENTANTE, SE INICIA UNA SERIE DE REACCIONES QUÍMICAS QUE EN FORMA GLOBAL SE DESIGNAN COMO HIDRATACIÓN DEL CEMENTO. ESTAS REACCIONES SE MANIFIESTAN INICIALMENTE POR LA RIGIDIZACIÓN GRADUAL DE LA MEZCLA, QUE CULMINA CON SU FRAGUADO, Y CONTINÚAN PARA DAR LUGAR AL ENDURECIMIENTO Y ADQUISICIÓN DE RESISTENCIA MECÁNICA EN EL PRODUCTO.

AUN CUANDO LA HIDRATACIÓN DEL CEMENTO ES UN FENÓMENO SUMAMENTE COMPLEJO, EXISTEN SIMPLIFICACIONES QUE PERMITEN INTERPRETAR SUS EFECTOS EN EL CONCRETO. CON ESTO ADMITIDO, PUEDE DECIRSE QUE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE UN CLINKER PORTLAND SE DEFINE CONVENIENTEMENTE MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE CUATRO COMPUESTOS PRINCIPALES, CUYAS VARIACIONES RELATIVAS DETERMINAN LOS DIFERENTES TIPOS DE CEMENTO PORTLAND:



**COMPOSICIÓN TÍPICA Y PROPORCIÓN DE UN CEMENTO**

SILICATO TRICÁLCICO	C3S	50%
SILICATO DICÁLCICO	C2S	25%
ALUMINATO TRICÁLCICO	C3A	12%
ALUMINOFERRITO TETRACÁLCICO	C4AF	8%
YESO HIDRATADO	CSH2	3.5%

EN TÉRMINOS PRÁCTICOS SE CONCEDE QUE LOS SILICATOS DE CALCIO (C3S Y C2S) SON LOS COMPUESTOS MÁS DESEABLES, PORQUE AL HIDRATARSE FORMAN LOS SILICATOS HIDRATADOS DE CALCIO (S-H-C) QUE SON RESPONSABLES DE LA RESISTENCIA MECÁNICA Y OTRAS PROPIEDADES DEL CONCRETO. NORMALMENTE, EL C3S APORTA RESISTENCIA A CORTO Y MEDIANO PLAZO, Y EL C2S A MEDIANO Y LARGO PLAZO, ES DECIR, SE COMPLEMENTAN BIEN PARA QUE LA ADQUISICIÓN DE RESISTENCIA SE REALICE EN FORMA SOSTENIDA.

EL ALUMINATO TRICÁLCICO (C3A) ES TAL VEZ EL COMPUESTO QUE SE HIDRATA CON MAYOR RAPIDEZ, Y POR ELLO PROPICIA MAYOR VELOCIDAD EN EL FRAGUADO Y EN EL DESARROLLO DE CALOR DE HIDRATACIÓN EN EL CONCRETO. ASIMISMO, SU PRESENCIA EN EL CEMENTO HACE AL CONCRETO MÁS SUSCEPTIBLE DE SUFRIR DAÑO POR EFECTO DEL ATAQUE DE SULFATOS. POR TODO ELLO, SE TIENDE A LIMITARLO EN LA MEDIDA QUE ES COMPATIBLE CON EL USO DEL CEMENTO.

FINALMENTE, EL ALUMINOFERRITO TETRACÁLCICO ES UN COMPUESTO RELATIVAMENTE INACTIVO PUES CONTRIBUYE POCO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, Y



SU PRESENCIA MÁS BIEN ES ÚTIL COMO FUNDENTE DURANTE LA CALCINACIÓN DEL CLINKER Y PORQUE FAVORECE LA HIDRATACIÓN DE LOS OTROS COMPUESTOS.

CONFORME A ESAS TENDENCIAS DE CARÁCTER GENERAL, DURANTE LA ELABORACIÓN DEL CLINKER PORTLAND EN SUS CINCO TIPOS NORMALIZADOS, SE REALIZAN AJUSTES PARA REGULAR LA PRESENCIA DE DICHS COMPUESTOS DE LA SIGUIENTE MANERA.



## II.3 TIPO DE CEMENTO

**TIPO I.** SIN CARACTERÍSTICAS ESPECIALES SIN AJUSTES ESPECÍFICOS EN ESTE ASPECTO (NORMAL)

**TIPO II.** MODERADOS CALOR DE HIDRATACIÓN Y RESISTENCIA A LOS SULFATOS MODERADO C3A (MODIFICADO)

**TIPO III.** ALTA RESISTENCIA RÁPIDA ALTO C3S (RESISTENCIA RAPIDA)

**TIPO IV.** BAJO CALOR DE HIDRATACIÓN ALTO C2S, MODERADO C3A (BAJO CALOR DE HIDRATACION)

**TIPO V,** ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS BAJO C3A (ALTA RESISTENCIA A SULFATOS)

OTRO ASPECTO IMPORTANTE RELATIVO A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CLINKER (Y DEL CEMENTO PORTLAND) SE REFIERE A LOS ÁLCALIS, ÓXIDOS DE SODIO ( $Na_2O$ ) Y DE POTASIO ( $K_2O$ ), CUYO CONTENIDO SUELE LIMITARSE PARA EVITAR REACCIONES DAÑINAS DEL CEMENTO CON CIERTOS AGREGADOS EN EL CONCRETO. ESTO HA DADO MOTIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN REQUISITO QUÍMICO, APLICABLE A TODOS LOS TIPOS DE CEMENTO PORTLAND, QUE CONSISTE EN AJUSTAR EL CONTENIDO DE ÁLCALIS TOTALES, EXPRESADOS COMO  $Na_2O$ , A UN MÁXIMO DE 0.60 POR CIENTO CUANDO SE REQUIERE EMPLEAR EL CEMENTO JUNTO CON AGREGADOS REACTIVOS.



## II.4.- VARIETADES DE CONCRETO

### II.4.1 CONCRETO DE RELLENO FLUIDO

MATERIAL DE RELLENO CEMENTANTE AUTOCOMPACTABLE DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA, USADO PRINCIPALMENTE EN VEZ DE UN RELLENO COMPACTADO. EL MISMO ES CUIDADOSAMENTE DOSIFICADO EN MASA Y MEZCLADO PARA SER ENTREGADO EN OBRA EN ESTADO FRESCO CON LA FLUIDEZ NECESARIA (GENERALMENTE CON ASENTAMIENTO MAYOR A 20 CM.) Y DENSIDAD COMPATIBLE CON LOS REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO, SUSTITUTO DE SUELO, QUE SE COLOCA DE FORMA LÍQUIDA Y QUE UNA VEZ ENDURECIDO PRESENTA UN MEJOR COMPORTAMIENTO Y MEJORES PROPIEDADES QUE LAS DE UN RELLENO TRADICIONAL HECHO CON MATERIALES GRANULARES.

#### APLICACIONES

- RELLENOS DE TUBERIAS CANCELADAS
- RELLENO EN TALUDES DE EXCAVACIONES PARA CIMENTACIONES
- RELLENO EN GRIETAS Y OQUEDADES EN ROCA
- GARANTIZA UN RELLENO COMPLETO EN CEPAS Y CAVIDADES
- BASE Y SUB-BASE PARA CARRETERAS Y PAVIMENTOS
- CONSTRUCCION DE TERRAPLENES
- NIVELACION DE TERRENOS, AZOTEAS Y ENTREPISOS



## BENEFICIOS

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 1 A 15 KG/CM<sup>2</sup>
- NO REQUIERE COMPACTACIÓN
- NO REQUIERE CURADO
- LAS EXCAVACIONES PUEDEN HACERSE DE SECCIÓN MENOR
- NO REQUIERE DE PERSONAL CALIFICADO PARA SU COLOCACIÓN
- AHORROS DE TIEMPO Y DINERO EN TRABAJOS DE RELLENO Y COMPACTACIÓN
- AHORROS DE TIEMPO Y DINERO EN LA EJECUCIÓN DE ENSAYES DE TERRACERÍAS
- RÁPIDA APERTURA AL TRÁFICO
- FÁCILMENTE EXCAVABLE
- PUEDE CORTARSE CON SERRUCHO



## II.4.2 CONCRETO AUTOCOMPACTABLE

EL CONCRETO AUTOCOMPACTABLE ES UN CONCRETO DISEÑADO PARA QUE SE COLOQUE SIN NECESIDAD DE VIBRADORES EN CUALQUIER TIPO DE ELEMENTO. A CONDICIÓN DE QUE LA CIMBRA SEA TOTALMENTE ESTANCA,

### APLICACIONES

- MUROS Y COLUMNAS DE GRAN ALTURA
- ELEMENTOS DE CONCRETO APARENTE
- ELEMENTOS DENSAMENTE ARMADOS
- SECCIONES ESTRECHAS
- CIMBRAS DE FORMAS CAPRICHOSAS
- ELEMENTOS PREFABRICADOS, PRESFORZADOS O POSTENSADOS
- BOMBEOS A GRANDES DISTANCIAS HORIZONTALES O VERTICALES
- PISOS INDUSTRIALES
- LOSAS DE ENTREPISO O SOBRE TERRENO
- CASAS DE INTERÉS SOCIAL COLADAS EN CIMBRA METÁLICA O DE MADERA
- CADENAS DE CIMENTACIÓN EXCAVADAS EN EL TERRENO



## BENEFICIOS

- PUEDE ELABORARSE PARA CUALQUIER EXTENSIÓN DE REVENIMIENTO
- EL CONCRETO SE COMPACTA DENTRO DE LAS CIMBRAS POR LA ACCIÓN DE SU PROPIO PESO
- FLUYE DENTRO DE LA CIMBRA SIN QUE SUS COMPONENTES SE SEGREGUEN
- LLENA TODOS LOS RESQUICIOS DE LA CIMBRA AÚN CON ARMADO MUY DENSO
- NO SE REQUIERE DE MANO DE OBRA CALIFICADA PARA COLOCAR EL CONCRETO
- ACABADOS APARENTES IMPECABLES
- SE ELIMINA EL RESANADO DE LAS SUPERFICIES
- COLOCACIÓN SILENCIOSA AL ELIMINARSE EL USO DE VIBRADORES
- CON RELACIONES A/C MUY BAJAS (0.3) SE ELIMINA EL CURADO A VAPOR
- CON RELACIONES AGUA/CEMENTO MUY BAJAS (0.3) PUEDEN LOGRARSE RESISTENCIAS DE 200 KG/CM<sup>2</sup> A LAS 4 HORAS
- PUEDE ELABORARSE EN CUALQUIER COLOR
- AHORROS EN: PERSONAL, VIBRADORES, COMBUSTIBLES Y TIEMPO DE COLOCACIÓN



### II.4.3 CONCRETO DE BAJA CONTRACCIÓN

EL CONCRETO DE BAJA CONTRACCIÓN MANTIENE ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA, DEFORMACIONES PREDECIBLES Y ADHERENCIA AL CONCRETO ENDURECIDO. ESTÁ DISEÑADO PARA USARSE EN LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS QUE REQUIEREN DE MAYOR ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA QUE EL CONCRETO CONVENCIONAL:

#### APLICACIONES

- PISOS EN NAVES INDUSTRIALES
- EDIFICIOS DE GRAN ALTURA
- ELEMENTOS PRETENSADOS O POSTENSADOS
- PAVIMENTOS DE TRÁFICO INTENSO
- PATIOS DE MANIOBRAS
- HANGARES
- LOSAS Y PISOS POSTENSADOS



## BENEFICIOS

- FRAGUADO UNIFORME Y CONTROLADO
- FÁCIL ACABADO DE LAS SUPERFICIES
- NOTABLE REDUCCIÓN DEL AGRIETAMIENTO Y ALABEO DE LOS PISOS
- ELIMINA LOS COSTOS DE REPARACIONES PREMATURAS
- EL DISEÑADOR PUEDE EMPLEAR LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE MANERA EFICIENTE
- EL DISEÑADOR PUEDE ESPECIFICAR LA MÁXIMA CONTRACCIÓN TOLERADA
- MAYOR ESPACIAMIENTO DE JUNTAS
- PUEDE SUMINISTRARSE EN CUALQUIER COLOR
- EVITA LA APLICACIÓN DE ENDURECEDORES SUPERFICIALES MINERALES O METÁLICOS



#### II.4.4 CONCRETO ESTRUCTURAL RET

EN ESTE CONCRETO SE HAN INTRODUCIDOS ESFUERZOS INTERNOS DE TAL MAGNITUD Y DISTRIBUCIÓN, QUE LOS ESFUERZOS RESULTANTES DEBIDO A CARGAS EXTERNAS SON CONTRARRESTADOS A UN GRADO DESEADO.

DISEÑADO PARA OBRAS DE ELEVADA EXIGENCIA ESTRUCTURAL DONDE SE REQUIERA UN DESCIMBRADO RÁPIDO DE LOS ELEMENTOS COLADOS. PUEDE SOLICITARSE ESPECIFICANDO UNA DETERMINADA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, POR EJEMPLO, A 16, 24, 36, 48 Ó 72 HORAS.

SE PUEDE APLICAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE CUALQUIER TIPO DE EDIFICACIÓN O EN LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS, PRESFORZADOS O POSTENSADOS.

#### APLICACIONES

- CONSTRUCCIONES CON TIEMPOS AJUSTADOS DE EJECUCION
- ELEMENTOS ESTRUCTURALES

#### BENEFICIOS

- ACELERA LA VELOCIDAD DE CONSTRUCCIÓN
- RÁPIDO DESCIMBRADO
- OPTIMIZA EL USO DE LAS CIMBRAS
- MENORES COSTOS DE CONSTRUCCIÓN
- ACELERA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA ESTRUCTURA



## II.4.5 CONCRETO LANZADO

CON EL CONCRETO LANZADO SEA POR VÍA SECA O POR VÍA HÚMEDA SE LOGRA UNA EXCELENTE ADHERENCIA ENTRE EL CONCRETO Y EL SUSTRATO SOBRE EL CUAL ES LANZADO. MEDIANTE EL LANZADO A GRAN PRESIÓN EL CONCRETO PUEDE COLOCARSE EN LUGARES DE DIFÍCIL ACCESO O EN ELEMENTOS DE FORMA IRREGULAR.

### APLICACIONES

- ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN MINAS Y CARRETERAS
- ESTABILIZACIÓN DE ROCA EN MINAS
- RECUBRIMIENTO DE MAMPOSTERÍA, PIEDRA O TABIQUE
- REPARACIONES EN SUPERFICIES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA
- REVESTIMIENTO DE TÚNELES
- CONSTRUCCIÓN DE CÚPULAS
- CONSTRUCCIÓN DE CISTERNAS Y ALBERCAS



## BENEFICIOS

- NO REQUIERE DE CIMBRA
- SE ADAPTA A LA FORMA DEL ELEMENTO QUE SE VA A COLAR
- ADHERENCIA SUPERIOR EN PIEDRA, CONCRETO, ACERO Y MADERA
- PUEDE SER COLOCADO EN LUGARES INACCESIBLES PARA UN OPERARIO O UNA BOMBA CONVENCIONAL
- CON EL PROCEDIMIENTO DE VÍA HÚMEDA EL REBOTE ES MENOR AL 5% Y PRÁCTICAMENTE SIN DESPRENDIMIENTO DE POLVO
- PUEDE SER REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO O DE POLIPROPILENO DE ALTO DESEMPEÑO
- PUEDE ELABORARSE EN CUALQUIER COLOR
- PUEDE DÁRSELE EL ACABADO QUE SE DESEE
- PUEDE DISEÑARSE PARA SU AUTOCURADO



## II.4.6 CONCRETO LIGERO

UN CONCRETO PARA SER USADO EN ELEMENTOS SECUNDARIOS DE LAS EDIFICACIONES QUE REQUIERAN SER LIGERAS PARA REDUCIR LAS CARGAS MUERTAS O PARA COLAR ELEMENTOS DE RELLENO QUE NO SOPORTEN CARGAS ESTRUCTURALES, TAMBIÉN PUEDE SER USADO PARA CONSTRUIR VIVIENDAS CON AISLANTE TÉRMICO.

### APLICACIONES

- LOSAS Y MUROS
- MUROS DIVISORIOS
- CAPAS DE NIVELACIÓN
- RELLENO DE NIVELACIÓN
- AISLANTE

### BENEFICIOS

- DISMINUYE EL PESO DE LA ESTRUCTURA
- DISMINUYEN LAS CARGAS A LA CIMENTACIÓN
- DISMINUYE EL CONSUMO DE ENERGÍA EN SITIOS CON CLIMA EXTREMO
- APTO PARA SER BOMBEABLE
- EXCELENTES PROPIEDADES ACÚSTICAS



#### II.4.7 MORTERO ESTABILIZADO

EL MORTERO ESTABILIZADO ES UN MORTERO PREMEZCLADO QUE SE SUMINISTRA EN CAMIÓN REVOLVEDORA Y QUE PUEDE SER SOLICITADO PARA QUE, DEPENDIENDO DE LAS NECESIDADES DE LA OBRA, PERMANEZCA EN ESTADO PLÁSTICO HASTA POR 36 HORAS O MÁS.

UNA VEZ QUE SE APLICA EL MORTERO ESTABILIZADO INICIA SU FRAGUADO DE MANERA NORMAL. ESTE MORTERO TIENE LAS MISMAS APLICACIONES QUE SE LE DAN AL MORTERO HECHO EN OBRA:

##### APLICACIONES

- APLANADOS
- PEGADO DE BLOC, TABIQUES, MAMPOSTERÍA.
- NIVELACIÓN DE FIRMES



## BENEFICIOS

- SE PUEDE SOLICITAR SU ESTABILIZACIÓN POR EL TIEMPO QUE SE REQUIERA
- INICIA SU FRAGUADO AL CONTACTO CON EL SUSTRATO EN QUE SE APLIQUE
- SE PUEDE SOLICITAR EN DISTINTOS GRADOS DE PERMEABILIDAD
- NO SE REQUIERE DE ALMACENAR GRANDES VOLÚMENES DE MATERIALES EN LA OBRA
- SE EVITAN LAS MERMAS DE MATERIALES AL ELABORAR MORTERO EN LA OBRA
- SE CONOCE CON EXACTITUD EL COSTO DEL MORTERO
- CERO DESPERDICIO DE MATERIAS PRIMAS EN LA OBRA
- ALTA PRODUCTIVIDAD EN LA APLICACIÓN DEL MORTERO
- EXCELENTE ADHERENCIA
- CALIDAD CONSTANTE Y UNIFORME
- COLOR UNIFORME
- SE SUMINISTRA EN CUALQUIER COLOR



## II.4.8 CONCRETO MR

ESTE CONCRETO SE HA DISEÑADO PARA SER UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS QUE ESTÉN SUJETOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN.

### APLICACIONES

- PAVIMENTOS
- PISOS INDUSTRIALES
- INFRAESTRUCTURA URBANA
- PROYECTOS CARRETEROS

### BENEFICIOS

- CUMPLE ESPECIFICACIONES SCT (SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES)
- BAJOS COSTOS DE MANTENIMIENTO
- MAYOR DURABILIDAD QUE LOS PAVIMENTOS DE ASFALTO
- MAYOR SEGURIDAD EN LA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS
- SUPERFICIE TEXTURIZADA PARA EVITAR DERRAPES
- MAYOR ADHERENCIA ENTRE LOS NEUMÁTICOS Y EL PAVIMENTO
- MAYOR REFLECTIVIDAD DE LA LUZ CON EL CONSIGUIENTE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



## II.4.9 CONCRETO ANTIBACTERIANO

EL CONCRETO ANTIBACTERIANO ES CONCRETO FRESCO AL QUE SE LE INCORPORAN ADITIVOS QUE CONTIENEN UNA COMBINACIÓN DE AGENTES BIOCIDAS Y FUNGUICIDAS.

EL CONCRETO ANTIBACTERIANO INHIBE EL CRECIMIENTO DE COLONIAS DE BACTERIAS TANTO EN LA SUPERFICIE COMO EN EL INTERIOR DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO.

### APLICACIONES

- HOSPITALES
- RESTAURANTES
- COCINAS
- ALBERCAS
- GIMNASIOS
- GRANJAS AVÍCOLAS O PORCÍCOLAS
- RASTROS
- BODEGAS DE ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO O ANIMAL
- ABREVADEROS PARA GANADO
- CANALES DE CONDUCCIÓN DE AGUA
-



## BENEFICIOS

- OFRECE UN SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN ANTIBACTERIAL REDUCIENDO RIESGOS DE CONTAMINACIÓN Y PROPAGACIÓN DE BACTERIAS
- ACTÚA EN UNA DIVERSA GAMA DE BACTERIAS QUE COMPRENDE VARIOS ESPECTROS GRAM
- MANTIENE SU ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DURANTE TODA SU VIDA ÚTIL REDUCIENDO EL EMPLEO DE DESINFECTANTES CONVENCIONALES.



## II.4.10 CONCRETO PERMEABLE

EL CONCRETO PERMEABLE SE FABRICA SIN MATERIALES FINOS COMO LA ARENA, LA CUAL ES SUSTITUIDA POR OTRO ADITIVO QUE REACCIONA CON EL CEMENTO, PROVOCANDO UN RÁPIDO INCREMENTO DE SU RESISTENCIA DURANTE LOS PRIMEROS MINUTOS DEL FRAGUADO, CREANDO UNA MUESTRA POROSA, MUY MALEABLE, FÁCIL DE USAR Y COLAR, DE MUY ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. UNA VEZ COLOCADO PERMITE EL PASO DEL AGUA PLUVIAL HACIA EL SUBSUELO LO QUE PERMITE LA RECUPERACIÓN DE LOS MANTOS FREÁTICOS,

### APLICACIONES

- ANDADORES
- BANQUETAS
- CARPETA DE RODAMIENTO PARA TRÁNSITO LIGERO
- ESTACIONAMIENTOS A CIELO ABIERTO

### BENEFICIOS

- NO REQUIERE DE MANO DE OBRA ESPECIALIZADA
- BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO
- SE PUEDE FABRICAR EN OBRA
- PERMITE EL PASO DE AGUA DE AGUA DE LLUVIA EN PROYECTOS ECOLÓGICOS



#### II.4.11 CONCRETO ANTICORROSIÓN

EL ATAQUE AL CONCRETO POR SUBSTANCIAS QUE CONTIENEN IONES CLORURO ACELERA LA OXIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO CON EL CONSIGUIENTE DETERIORO DE LAS ESTRUCTURAS Y LA NECESIDAD DE COSTOSAS REPARACIONES. EL CONCRETO ANTICORROSIÓN.

##### APLICACIONES

- PARA TODO TIPO DE ESTRUCTURAS EN ZONAS COSTERAS MARÍTIMAS
- PARA TODO TIPO DE ESTRUCTURAS EN ZONAS INDUSTRIALES DONDE SE HACEN PROCESOS QUÍMICOS
- PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA
- LOSAS ARMADAS EN ESTACIONAMIENTOS Y GARAGES

##### BENEFICIOS:

- INHIBIR LA OXIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO
- REDUCIR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO
- INHIBIR LA ACCIÓN DE LA CARBONATACIÓN DEL CONCRETO
- REDUCIR LA PENETRACIÓN AL CONCRETO DE OTROS AGENTES QUÍMICOS
- INCREMENTAR LA DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS
- EVITAR COSTOSAS REPARACIONES PREMATURAS



## II.4.12 CONCRETO ARQUITECTÓNICO

EL CONCRETO ARQUITECTÓNICO, ESTRUCTURAL O DECORATIVO, PUEDE SER SOLICITADO EN CUALQUIER RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO Y GRADO DE TRABAJABILIDAD.

### APLICACIONES

- ELEMENTOS DE FORMAS Y TONALIDADES CAPRICHOSAS.
- ELEMENTOS ESTÉTICOS Y QUE REQUIEREN TODAS LAS CARACTERÍSTICAS DE UN ELEMENTO ESTRUCTURAL CONVENCIONAL.

### BENEFICIOS

- LOS COLORES SON INTEGRALES, LA SUPERFICIE PUEDE SER MARTELINADA
- COLORES UNIFORMES EN TODA LA SUPERFICIE DEL CONCRETO
- COLORES QUE NO SE DEGRADAN POR LA ACCIÓN DE LA LUZ ULTRAVIOLETA
- CONCRETO CON AGREGADO EXPUESTO SIN NECESIDAD DE MARTELINAR
- CONCRETO CON AGREGADO DE MÁRMOL
- CONCRETO ESTAMPADO



### **I.4.13 ALTA RESISTENCIA**

EL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA TIENE UN MÓDULO DE ELASTICIDAD MÁS ALTO, SE SOMETE A FUERZAS MÁS ALTAS, Y POR LO TANTO UN AUMENTO EN SU CALIDAD GENERALMENTE CONDUCE A RESULTADOS MÁS ECONÓMICOS. SE ELABORA PARA OBTENER VALORES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE 500 Y 1000 KG/CM<sup>2</sup>.

#### **APLICACIONES**

- EDIFICIOS DE GRAN ALTURA
- PUENTES
- ELEMENTOS PRETENSADOS O POSTENSADOS
- COLUMNAS MUY ESBELTAS
- PISOS CON GRAN RESISTENCIA A LA ABRASIÓN SIN NECESIDAD DE USAR ENDURECEDORES SUPERFICIALES

#### **BENEFICIOS**

- REDUCCIÓN EN LA GEOMETRÍA DE ELEMENTOS VERTICALES Y HORIZONTALES
- MAYOR ÁREA DE SERVICIO
- MENOR PESO DE LOS EDIFICIOS
- ALTAS RESISTENCIAS A EDADES TEMPRANAS
- CONCRETO DE BAJA PERMEABILIDAD
- CONCRETO DE MAYOR DURABILIDAD



II.5.- CLASIFICACIÓN DE CONCRETOS ARQUITECTÓNICOS

CLASIFICACIÓN	TIPO	USOS	BENEFICIOS	INFORMACIÓN TÉCNICA
A R Q U I T E C T O N I C O	CON COLOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FACHADAS DE EDIFICIOS</li> <li>• MONUMENTOS</li> <li>• ELEMENTOS DECORATIVOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OFRECE ALTERNATIVAS PARA LOS DISEÑADORES</li> <li>• BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PUEDE SATISFACER LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO DE LOS CONCRETOS CON SOLICITUDES ESTRUCTURALES</li> <li>• CUANDO SE UTILICEN AGREGADOS DE COLOR DEBERÁN QUEDAR EXPUESTOS</li> </ul>
	ESTAMPADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PISOS</li> <li>• PAVIMENTOS</li> <li>• FACHADAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OFRECE ALTERNATIVAS PARA LOS DISEÑADORES</li> <li>• BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PUEDE SATISFACER LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO DE LOS CONCRETOS CON SOLICITUDES CONVENCIONALES</li> </ul>
	TRANSLUCIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FACHADAS</li> <li>• MUROS</li> <li>• ESCULTURAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</li> <li>• PERMITE MAYOR PENETRACIÓN DE LUZ</li> </ul>	



# III. CONCRETOS BLANCOS



## OBJETIVO:

EN ESTE CAPÍTULO DAMOS A CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO BLANCO, PARA TENER UN MAYOR ENTENDIMIENTO TEÓRICO DE EL COMPORTAMIENTO DE SUS COMPONENTES, HACIENDO ÉNFASIS EN LAS ETAPAS DE SU ELABORACIÓN.



### III. CONCRETOS BLANCOS.

EN MEDIO DE UN AMBIENTE DINÁMICO Y VITAL, REFLEJO DE LA JUVENTUD EN QUE EL CONCRETO ES UN MATERIAL COMPUESTO QUE POR HABER ESTADO LIMITADO DURANTE MUCHO TIEMPO, A CUMPLIR UNA FUNCIÓN ESTRUCTURAL; SE LLEGO A PENSAR QUE SU ASPECTO FINAL NO ERA IMPORTANTE, MIENTRAS MÁS BURDO MEJOR YA QUE ASÍ SE LE ADHERÍAN FÁCIL Y FIRMEMENTE LOS REVESTIMIENTOS.

PERO LA VOLUNTAD DE UTILIZAR UN MISMO MATERIAL PARA LA ESTRUCTURA, Y PARA LA APARIENCIA FINAL DE LA OBRA PERTENECEN A LA EVOLUCIÓN MÁS AUTÉNTICA DE LA INGENIERÍA.

LAS PRIMERAS GRANDES REALIZACIONES EN LOGRAR ESTA SÍNTESIS FUERON LAS OBRAS DE INGENIERÍA EN LOS PUENTES Y PRESAS, PERO LA ARQUITECTURA BUSCO MÁS ALLÁ HASTA LLEGAR AL CONCRETO BLANCO.

ESTE ÚLTIMO LE OFRECE AL REALIZADOR LA POSIBILIDAD DE UNA SUPERFICIE RUGOSA O LISA, NEUTRA O INTENSA, Y SOBRE TODO LE PERMITE LA PARTICIPACIÓN DEL COLOR, SIN EMBARGO ES UN MATERIAL CELOSO, QUE REQUIERE DE CONOCIMIENTO.

CON EL USO DE CEMENTO BLANCO, EN PARTICULAR, EL CONCRETO RESULTANTE NO SOLAMENTE SE CONVIERTE EN UN MATERIAL EXPRESIVO QUE, AL TENER UNA INFINITA VARIEDAD DE TONOS DE COLOR, INTENSIFICA UNA DE SUS CUALIDADES ESTÉTICAS, SINO QUE ADEMÁS ADQUIERE UNA VALIDEZ DESTACADA EN TÉRMINOS DE CUALIDADES ESTRUCTURALES DEBIDO A SU ALTA RESISTENCIA MECÁNICA TAMBIÉN AL MISMO TIEMPO, SOLUCIONES A COSTOS REDUCIDOS.



### III. 1 EL CEMENTO BLANCO.

EL CEMENTO BLANCO GRACIAS A LA CONSTANTE INVESTIGACIÓN EN LABORATORIO SOBRE LA ESTRUCTURA QUÍMICA Y FÍSICA DE LOS CLINKERS BLANCOS INDUSTRIALES, EL CEMENTO BLANCO HA ADQUIRIDO UNA RESISTENCIA CADA VEZ MÁS ALTA Y NOTABLE.

ADEMÁS, AHORA ES POSIBLE OBTENER UN EXCELENTE GRADO DE BLANCURA Y GARANTIZAR SU CALIDAD PERMANENTE, ESTUDIOS SOBRE LA INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES MENORES -LOS LLAMADOS TINTES- Y, EN PARTICULAR, EL TRATAMIENTO DE CALOR RECIBIDO POR EL CLINKER.

EL CLINKER BLANCO SE PRODUCE TOMANDO LA PRECAUCIÓN DE LIMITAR A NO MÁS DEL 0.15 POR CIENTO EL CONTENIDO DE COMPUESTOS FERROSOS Y OTROS COMPUESTOS METÁLICOS PESADOS, CUYA PRESENCIA DA AL CEMENTO PORTLAND COMÚN SU COLOR GRIS DISTINTIVO.

PARA LOGRAR ESTO, SE EMPIEZA POR SELECCIONAR CUIDADOSAMENTE LAS MATERIAS PRIMAS: ÚNICAMENTE SE USAN CAOLINES Y ROCAS CALIZAS BLANCAS MINERALÓGICAMENTE PURAS.

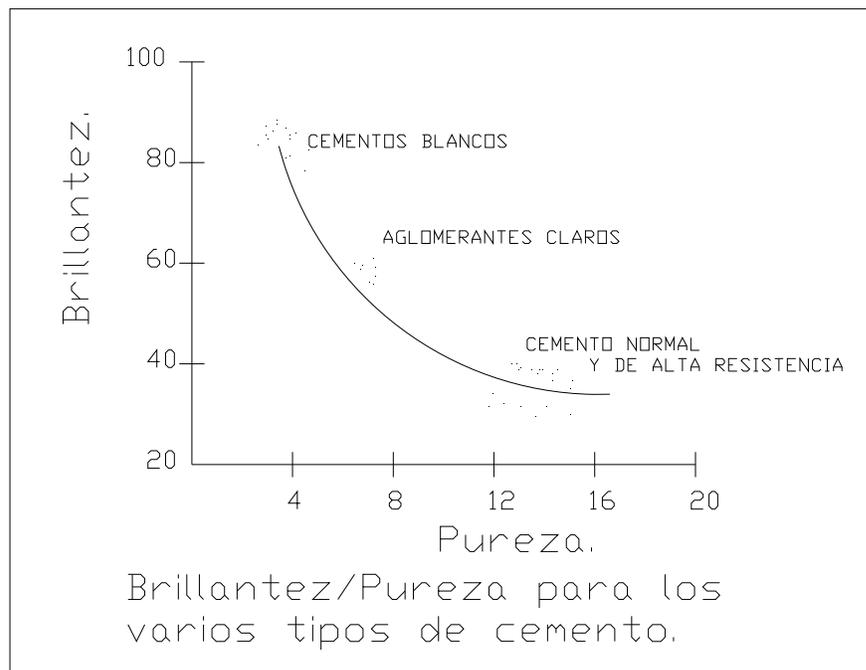
EL CONTROL CROMÁTICO (ESPECIALMENTE EN EL CASO DEL CEMENTO BLANCO) TOMA LA FORMA DE COLORIMETRÍA DE LUZ REFLEJADA USANDO MATERIALES ALTAMENTE REFLECTANTES TALES COMO EL ÓXIDO DE MAGNESIO O EL TITANIO.



### III. 2 LA CALIDAD BLANCA DEL CEMENTO.

LOS RESULTADOS DE PRUEBAS SE ILUSTRAN EN UNA CROMOGRÁFICA,

EN POCAS PALABRAS, LA CALIDAD "BLANCA" DEL CEMENTO SE MIDE USANDO TRES PARÁMETROS:



- PUREZA, ES DECIR, LA INTENSIDAD DEL TONO. LA PUREZA SE MIDE EN PORCENTAJE DE COLOR.

- LONGITUD DE ONDA DOMINANTE, ES DECIR, LA TONALIDAD DEL TONO QUE ACOMPAÑA Y CARACTERIZA CADA CEMENTO (POR ESTA RAZÓN, NO TODOS LOS CUERPOS BLANCOS SON IGUALES).

LA LONGITUD DE LA ONDA DOMINANTE SE ENCUENTRA ENTRE EL AMARILLO Y EL AZUL.



- BRILLANTEZ, ES DECIR, EL PODER PARA REFLEJAR LA LUZ INCIDENTE (LA CARACTERÍSTICA MÁS IMPORTANTE DE LOS CUERPOS BLANCOS), EXPRESADA COMO LA DIFERENCIA EN PORCENTAJE ENTRE LA LUZ REFLEJADA POR UNA SUPERFICIE DE CEMENTO BLANCO Y AQUELLA REFLEJADA POR UNA SUPERFICIE SIMILAR DE ÓXIDO DE MAGNESIO, TRADICIONALMENTE CONSIDERADO EL CUERPO BLANCO IDEAL.

EN CUALQUIER CASO, EN LO QUE RESPECTA A LOS CEMENTOS, LA CARACTERÍSTICA COLORIMÉTRICA PUEDE REPRESENTARSE ÚNICAMENTE MEDIANTE DOS PARÁMETROS: BRILLANTEZ Y PUREZA.

EL TERCER PARÁMETRO (ES DECIR, LA LONGITUD DE ONDA BÁSICA), QUE NORMALMENTE SE REQUIERE PARA LOS DIFERENTES POLVOS EN LOS CEMENTOS, PERMANECE BÁSICAMENTE IGUAL (PARA CEMENTOS ORDINARIOS,  $L = 577 \pm 2$  NM; PARA CEMENTOS BLANCOS,  $L = 567 \pm 2$  NM).

DEBEMOS DESTACAR QUE ESTE TIPO DE CEMENTO ES, PARA TODOS LOS EFECTOS Y PROPÓSITOS, UN CEMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTENCIA; LA CARACTERÍSTICA ESENCIAL QUE LO DISTINGUE DE OTROS CEMENTOS ES SIMPLEMENTE EL HECHO DE SER BLANCO.



### III.3 CONCRETO HECHO CON CEMENTO BLANCO.

EL DISEÑO DE LA MEZCLA PARA UN CONCRETO HECHO CON CEMENTO BLANCO NECESITA DESARROLLARSE TENIENDO EN CUENTA DOS PROPIEDADES QUE TIENEN UN EFECTO IGUAL SOBRE ÉSTE:

- LA ESTÉTICA O ACABADO DE LA SUPERFICIE.
- LA RESISTENCIA O PROPIEDAD ESTRUCTURAL.

EN OTRAS PALABRAS, ES NECESARIO ELEGIR LOS MATERIALES APROPIADOS PARA CREAR UN BALANCE DELICADO ENTRE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA Y GARANTIZAR EL COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE LA MEZCLA RESULTANTE.

EN EL CASO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA (**CAR**), LAS MATERIAS PRIMAS SON: AGUA, CEMENTO Y AGREGADO (LO MISMO QUE EN LA MEZCLA DE CEMENTO ORDINARIO), A LOS QUE SE PUEDEN AÑADIR ADITIVOS MINERALES Y SUPERFLUIDIFIZANTES, SEGÚN SE REQUIERA.

COMO RESULTADO, EL **CAR** TIENE UNA MICRO ESTRUCTURA QUE DIFIERE SIGNIFICATIVAMENTE DE LA DE LOS CONCRETOS ORDINARIOS: MÁS COMPACTA, CON UN SISTEMA DE POROS CAPILARES MUCHO MÁS PEQUEÑOS Y UNA ADHERENCIA INTERFACIAL MUCHO MÁS INTENSA DE LAS CAPAS QUE LLEVAN A MACRO PROPIEDADES DIFERENTES EN TÉRMINOS DE RESISTENCIA Y DURABILIDAD.

VEAMOS AHORA CADA UNO DE ESTOS COMPONENTES DE LA MEZCLA, UNO POR UNO.

#### III.3.1 AGUA.

LA CANTIDAD DE AGUA ESTÁ, ANTE TODO, DIRECTAMENTE LIGADA A LA REOLOGÍA DE LA MEZCLA, Y, FINALMENTE A LA MICROESTRUCTURA DEL CONCRETO.

ADEMÁS DEL EFECTO REDUCTOR DEL SUPERFLUIDIFICADOR, LA DOSIS REAL DE AGUA DEBE ESTAR ENTRE UN LÍMITE INFERIOR LIGADO AL FRAGUADO DEL COLADO Y UN



LÍMITE SUPERIOR LIGANDO LA FLUIDEZ EXCESIVA DE LA MATRIZ QUE CONDUCE A FENÓMENOS DE EXUDACIÓN; LA FORMACIÓN DE POROSIDAD CAPILAR DISCONTINUA.

EN LA PRÁCTICA, EL LÍMITE SUPERIOR SE ALCANZA ÚNICAMENTE DE MANERA OCASIONAL DEBIDO A QUE EL CEMENTO BLANCO ES EXTREMADAMENTE FINO Y ESTO TIENE QUE VER CON LA VISCOSIDAD DE LA MEZCLA DE CEMENTO, LO QUE SIGNIFICA QUE NOSOTROS NORMALMENTE PODEMOS LOGRAR LA TRABAJABILIDAD REQUERIDA AGREGANDO CANTIDADES MUCHO PEQUEÑAS DE AGUA QUE LAS CORRESPONDIENTES AL PRINCIPIO DE EXUDACIÓN.

EN EL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, LA DOSIS DE AGUA ESTÁ DRÁSTICAMENTE LIMITADA POR LA ACCIÓN DEL FLUIDIFICADOR, Y UNA VEZ QUE SE AÑADE A LA MEZCLA ES ATRIBUIDA Y ESTÁ RELACIONADA NO SOLAMENTE CON LA CANTIDAD DE CEMENTO (RELACIÓN AGUA/CEMENTO), SINO TAMBIÉN CON LA COMBINACIÓN DE CEMENTOS Y AGREGADOS (RELACIÓN AGUA/AGLOMERANTE) QUE ESTÁN SIEMPRE PRESENTES Y QUE NO SON TAN REACTIVOS COMO EL CEMENTO MISMO.

LA RAZÓN DE ESTO ES ESTRUCTURALMENTE FUNCIONAL, PUESTO QUE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO BREVEMENTE CURADO ESTÁN BÁSICAMENTE LIGADAS A SU RELACIÓN AGUA/CEMENTO, MIENTRAS QUE LAS DEL CONCRETO COMPLETAMENTE CURADO ESTÁN LIGADAS A LA RELACIÓN AGUA/AGLOMERANTE.

DEBEMOS AGREGAR QUE LA CANTIDAD REAL DE AGUA NECESARIA, NOTABLEMENTE REDUCIDA GRACIAS A LA ACCIÓN DEL ADITIVO, CAE EN UN ÁREA DE DOSIS MUY BAJAS EN LA QUE CUALQUIER VARIACIÓN, INCLUSIVE EN UN LIGERO PORCENTAJE (4-5 LITROS/M<sup>3</sup>), TENDRÁ UN EFECTO SUSTANCIAL EN LAS PROPIEDADES FINALES DEL CONCRETO, TANTO CUANDO TODAVÍA ESTÁ FRESCO COMO CUANDO SE HA ENDURECIDO.

TALES EFECTOS SON MENOS NOTABLES CUANDO, COMO EN EL CASO DEL CONCRETO NORMAL, LA CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA ES RELATIVAMENTE ALTA Y LA CURVA QUE RELACIONA EL AGUA CON LA REOLOGÍA Y LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEJA DE AUMENTAR ACENTUADAMENTE Y TIENDE A SER PLANA.



### III.3.2 CEMENTO.

EN GENERAL, LOS CEMENTOS BLANCOS QUE PERTENECEN A LA CLASE QUE SE CARACTERIZA POR UN FRAGUADO RÁPIDO Y ALTA RESISTENCIA FINAL Y QUE TAMBIÉN SON APROPIADOS PARA CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO CON UN Ø MÁX. 15-25 MM) ESTÁN DOSIFICADOS A 300-400 KG/M<sup>3</sup>.

A MEDIDA QUE EL Ø MÁX. SE REDUCE, UNA PRÁCTICA QUE SE HA ADOPTADO RECIENTEMENTE EN ESTA CLASE DE CONCRETOS, TAL COMO SE EXPLICA MÁS ADELANTE, LA DOSIFICACIÓN MÍNIMA INICIAL PUEDE EVALUARSE USANDO LA EXPRESIÓN EMPÍRICA:  $CMÍN. KG/M^3 = 800 - 145 LN DE Ø MÁX.$

NÓTESE QUE, EN REALIDAD, LAS MEZCLADORAS DE CONCRETO (Ø MÁX. 6 MM) REQUIEREN UN PROMEDIO DE 600 - 700 KG DE CEMENTO (O AGLOMERANTE).

PARA EL CONCRETO DE TAN ALTO DESEMPEÑO, QUE ADEMÁS ES SENSIBLE A PEQUEÑAS VARIACIONES EN SUS COMPONENTES, LA ELECCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA REQUIERE QUE SE LLEVE A CABO, DE ANTEMANO, UNA SERIE DE PRUEBAS, EN LAS CUALES EL AGLOMERANTE (CEMENTO + ADITIVO MINERAL) SE HAGA DE MODO QUE VARÍE ENTRE 400 Y 600 KG/M<sup>3</sup> EN MEZCLAS DE PROPORCIONES NORMALES DE LA MISMA CONSISTENCIA Y AGREGANDO LA CANTIDAD APROPIADA DE AGUA.

DEBE HACERSE NOTAR QUE EL RENDIMIENTO ÓPTIMO DEL CEMENTO (MÁXIMA RESISTENCIA CON LA DOSIS MÍNIMA) PARA CADA NIVEL DE RESISTENCIA VARÍA INVERSAMENTE CON EL Ø MÁX. DEL AGREGADO.

### III.3.3 AGREGADOS.

AL DECIDIR SOBRE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS (ARENA Y AGREGADOS GRUESOS) HAY QUE TENER PRESENTES LOS REQUISITOS BÁSICOS PARA NUESTRO CONCRETO.



EN EL PRIMER CASO -LA ESTÉTICA- LA ELECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO, Y POR LO TANTO, SU COLOR, ES DE LA MAYOR IMPORTANCIA PARA LAS SUPERFICIES ABIERTAS TRABAJADAS (POR EJEMPLO, MARTELINADO, SOPLETEADO CON ARENA Y LAVADO), MIENTRAS QUE LA ELECCIÓN DEL AGREGADO FINO ES DECISIVA PARA LA COLORACIÓN DE LAS SUPERFICIES ABIERTAS SIN NINGÚN TRATAMIENTO POSTERIOR DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LAS CIMBRAS.

SE REQUIERE ARENA MUY LIGERA SI QUEREMOS ESPECÍFICAMENTE UNA SUPERFICIE PERFECTAMENTE BLANCA, MIENTRAS QUE ES SUFICIENTE UNA ARENA COLOREADA (CON FRECUENCIA UNA ARENA COMÚN) SI SE REQUIERE UN TONO MÁS PARTICULAR.

EN AMBOS CASOS, EL USO DE CEMENTO BLANCO EN EL CONCRETO "ABIERTO" NOS PERMITE TENER UN MORTERO MUCHO MÁS BRILLANTE, EN CONTRASTE CON EL COLOR DEL AGREGADO, RESALTÁNDOLO DE ESTE MODO SI LAS SUPERFICIES SON "TRABAJADAS" Y HACIENDO QUE LOS COLADOS SEAN MÁS BRILLANTES SI LAS SUPERFICIES SE DEJAN "TAL CUAL".

EN MAYOR DETALLE, EN COMPARACIÓN CON LA ARENA INICIAL, LA SUPERFICIE DE UN MORTERO ENDURECIDO OBTENIDO CON CEMENTO BLANCO.

- ADQUIERE MAYOR BRILLANTEZ MIENTRAS MENOS BRILLANTE ES LA ARENA.
- ASUME UN TONO CADA VEZ MENOS ROSADO Y MÁS AZULADO QUE EL DE LAS ARENAS.

DE HECHO, LA LONGITUD DE ONDA DE LOS MATERIALES SUELTOS ES MÁS GRANDE QUE LA DE LAS SUPERFICIES ENDURECIDAS.

PIERDE PORCENTAJE DE COLOR (EL COLOR ES MÁS DÉBIL); POR LO TANTO, EL USO DE ARENAS COLOREADAS NO ES SUFICIENTE POR SÍ MISMO PARA OBTENER UN CONCRETO CON SUPERFICIES CLARA MENTE COLOREADAS.

LOS RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS CON COLORES DE ARENA/MORTERO MUESTRAN QUE NO ES NECESARIO USAR ARENAS PARTICULARMENTE BLANCAS, LAS QUE



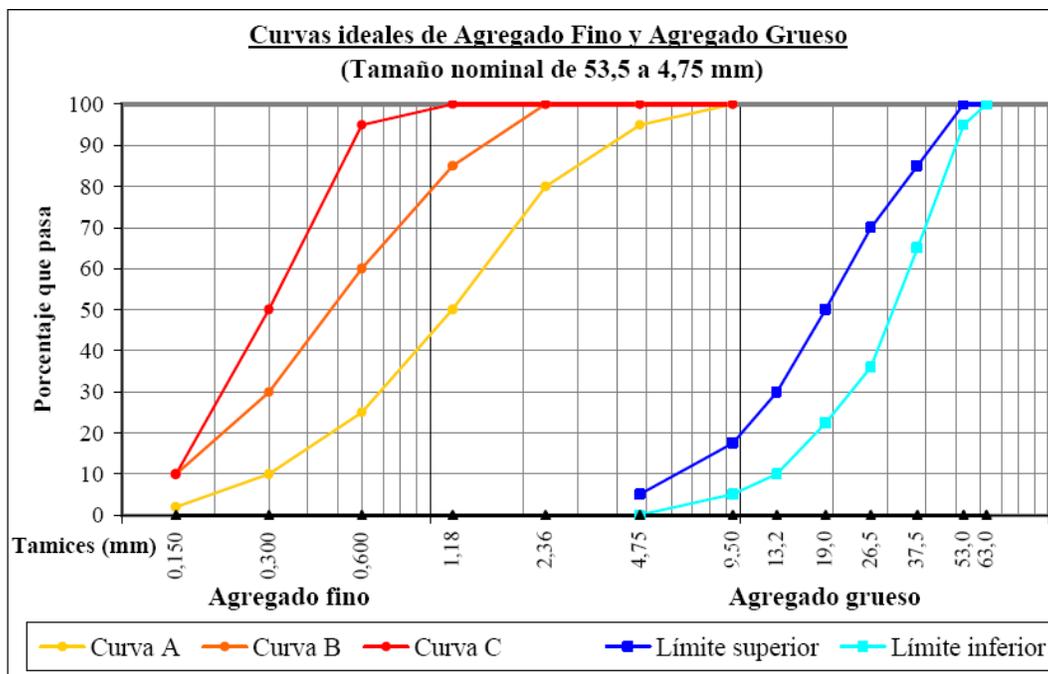
CON FRECUENCIA SON DIFÍCILES DE ENCONTRAR, PARA CREAR UN CONCRETO CON CEMENTO BLANCO: FELIZMENTE, PODEMOS USAR BASTANTE BIEN LAS ARENAS NORMALES.

LA "PÉRDIDA DE COLOR", O MÁS BIEN LOS TONOS OBTENIDOS AL PASAR DE LA ARENA AL MORTERO, PUEDE TENER UN EFECTO CROMÁTICO MUY PLACENTERO, CON FRECUENCIA PREFERIBLE AL BLANCO PURO.

SIN EMBARGO, CUANDO EL DISEÑADOR QUIERE OBTENER UN COLOR BRILLANTE Y DEFINIDO, ÉL CAMBIA EL COLOR DE LA SUPERFICIE AGREGANDO UN MORTERO DEL COLOR PERTINENTE CAPAZ DE ACENTUAR LA COLORACIÓN Y DE DAR LA LONGITUD DE ONDA DOMINANTE REQUERIDA.

DE ESTE MODO ES POSIBLE OBTENER UN ESPECTRO VIRTUALMENTE INFINITO DE TONOS DE COLOR.

PARA OBTENER CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO NO ES CRÍTICA, PERO SON IMPORTANTES LA FORMA Y LA TEXTURA DE LAS PARTÍCULAS DEBIDO A QUE TIENEN MUCHO QUE VER CON LA CANTIDAD DE AGUA NECESARIA PARA EL MEZCLADO.





UNA ARENA NATURAL ES PREFERIBLE A LA ARENA TRITURADA, YA QUE ESTA ÚLTIMA REQUIERE MÁS AGUA Y NO SE VE COMPENSADA EN TÉRMINOS DE MAYOR RESISTENCIA, GRACIAS A LA ADHERENCIA INTERFACIAL MEJORADA.

EN ESTE CONCRETO, EL CONTENIDO DE AGREGADO FINO GENERALMENTE ES MUY ALTO, Y ES UNA RAZÓN PARA UN CONTENIDO INCREMENTADO DE CEMENTO.

SE OBTIENEN ALGUNOS BENEFICIOS LIMITANDO EL AGREGADO FINO, ESPECIALMENTE SI LA CANTIDAD DE ARENA POR VOLUMEN ES MENOR DE 0.80 VECES SU MASA ESPECÍFICA APARENTE Y SI EL VOLUMEN DE LA MEZCLA ES AL MENOS 20 POR CIENTO MAYOR QUE EL ÍNDICE DE VACÍO DE LA ARENA NO COMPACTADA.

EN ESTE CASO, LA CONTRACCIÓN TOTAL NO SE VERÁ OBSTRUIDA POR LAS PARTÍCULAS QUE LLEGAN A ESTAR EN CONTACTO UNA CON OTRA, DANDO ASÍ MOTIVO A GRIETAS.

YA QUE ESTAMOS CONSIDERANDO EL AGREGADO GRUESO, SU COLOR LLEGA A TENER IMPORTANCIA SOLAMENTE CUANDO DESEAMOS CONSTRUIR UNA ESTRUCTURA CON SUPERFICIES TRABAJADAS.

SIN EMBARGO, ESTE MATERIAL JUNTO CON SUS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS ES EL COMPONENTE DECISIVO EN TÉRMINOS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA.

LA RAZÓN DE ESTO ES QUE EL AGREGADO GRUESO RARA VEZ LIMITA LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO NORMAL; SIN EMBARGO, EN ESTE CONCRETO PARTICULAR, CON SU RELACIÓN DE AGUA/CEMENTO ENTRE 0.4 Y 0.7, LA MATRIZ DEL CEMENTO ES EL ESLABÓN MÁS DÉBIL, Y POR ESO MISMO TAMBIÉN LA ADHERENCIA INTERFACIAL, Y NO ÚNICAMENTE EL AGREGADO GRUESO.

POR OTRO LADO, CUANDO TENEMOS UNA RELACIÓN DE AGUA/CEMENTO DRÁSTICAMENTE REDUCIDA (0.2-0.3), LA MATRIZ DE CEMENTO SE CONVIERTE EN EL ELEMENTO MÁS FUERTE EN EL CONCRETO, O AL MENOS DE IGUAL RESISTENCIA QUE EL AGREGADO GRUESO, ALREDEDOR DEL CUAL HA DESAPARECIDO EL ÁREA DE TRANSICIÓN.



EN ESTE CASO, EL AGREGADO GRUESO ES EL RESPONSABLE DE LA LIMITACIÓN DE LA RESISTENCIA, YA QUE EN UN CONCRETO CARGADO, MIENTRAS MÁS GRANDE ES EL DIÁMETRO, MAYOR ES EL ESFUERZO DE TENSIÓN GENERADO EN SU REGIÓN ECUATORIAL.

DE AHÍ LA ELECCIÓN DE UN  $\varnothing$  MÁX. REDUCIDO EN EL AGREGADO (6-8 MM) DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA.

### III.4 MATERIALES ADITIVOS FINOS (ADITIVOS MINERALES).

AL IGUAL QUE EN LOS CONCRETOS GRISES LOS ADITIVOS MAS FRECUENTES SON LOS PLASTIFICANTES O FLUIDIFICANTES, EN DETERMINADAS CIRCUNSTANCIAS SE UTILIZAN HIDRÓFUGOS. AÚN CUANDO EN PRINCIPIO LOS ADITIVOS UTILIZADOS EN CONCRETOS GRISES SON VÁLIDOS , ES ESENCIAL REALIZAR ENSAYOS PREVIOS A SU UTILIZACIÓN A ESCALA INDUSTRIAL PARA VERIFICAR QUE NO ALTEREN EL COLOR FINAL REQUERIDO U OTRAS CARACTERÍSTICAS COMO EL ASPECTO SUPERFICIAL, TIEMPOS DE FRAGUADO, RESISTENCIAS MECÁNICAS ETCÉTERA.

LOS ADITIVOS DEBEN ALMACENARSE EN DEPÓSITOS ESPECÍFICOS Y DURANTE UN TIEMPO MÁXIMO SEGÚN LAS INDICACIONES DE ESTABILIDAD QUE SE ESPECIFIQUEN EN SU FICHA TÉCNICA. LA CALIDAD DEL CEMENTO ES CONTROLADA EXHAUSTIVAMENTE DURANTE SU PRODUCCIÓN, PERO ES NECESARIO ASEGURARSE QUE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE DESDE EL PUNTO DE SUMINISTRO AL DE UTILIZACIÓN NO CONTAMINEN SU BLANCURA.

EN LAS MEZCLAS DE ALTA RESISTENCIA, EL USO GENERALIZADO (Y NECESARIO) DE MATERIALES FINOS ADICIONALES SE DERIVA DE LA NECESIDAD DE SATURAR LOS ESPACIOS QUE HAY ENTRE LAS PARTÍCULAS EN LA MATRIZ DEL CEMENTO CON SÓLIDOS, MÁS QUE CON AGUA DE MEZCLADO.



EXISTEN CIERTAS LIMITACIONES INVOLUCRADAS EN LA COMPACTACIÓN DE LA MATRIZ DE CEMENTO, LA CUAL SÓLO ES POSIBLE REDUCIENDO LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO. AUN CUANDO "CORTEMOS" LA CANTIDAD DE AGUA, EL CONCRETO CONTINÚA PARECIÉNDOSE AL CONCRETO ORDINARIO EN LA MAYORÍA DE LOS ASPECTOS, PARTICULARMENTE EN TÉRMINOS DEL DESARROLLO DE SU RESISTENCIA Y EL CALOR DE HIDRATACIÓN, PERO ESPECIALMENTE MANTIENE UNA MICRO ESTRUCTURA QUE ES RICA EN C-H Y C-S-H, CON UN EFECTO OBVIO SOBRE LA DURABILIDAD DE ESTE TIPO DE CONCRETO.

ADEMÁS, A FIN DE GARANTIZAR QUE LA MEZCLA SEA SUFICIENTEMENTE TRABAJABLE, ES NECESARIO AUMENTAR LA CANTIDAD DE CEMENTO USADO, CON MAYORES CONSECUENCIAS SOBRE EL CALOR Y LA CONTRACCIÓN TÉRMICA.

OTRO CAMBIO IMPORTANTE EN LA MICROESTRUCTURA DE ESTE CONCRETO ES LA ADICIÓN DE MATERIALES MINERALES FINOS EN LA MEZCLA, MEJORANDO ASÍ TANTO LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS COMO LAS QUÍMICAS DEL CONCRETO.

DE HECHO, LAS PARTÍCULAS MUY FINAS EN LA MEZCLA SE ENDURECEN PARA BLOQUEAR LOS POROS ENTRELAZADOS, BLOQUEANDO ASÍ LA CONEXIÓN DE LA RED CAPILAR E INCREMENTANDO LOS SITIOS NUCLEARES CON LA PRECIPITACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE HIDRATACIÓN. EL EFECTO DE TODO ESTO ES ACELERAR EL PROCESO DE HIDRATACIÓN Y REDUCIR EL TAMAÑO DE LOS CAPILARES.

FINALMENTE, LA REACCIÓN PUZOLÁNICA PRODUCE UNA COMPACTACIÓN MÁS INTENSA EN EL ÁREA INTERFACIAL MEZCLA/AGREGADO, CON LA ACUMULACIÓN DE UNA CANTIDAD MÁS PEQUEÑA DE CEMENTO HIDRATADO AQUÍ QUE EN LA MISMA ÁREA EN LOS CONCRETOS NORMALES.

ADEMÁS, PUESTO QUE EL CEMENTO RECOGE RÁPIDAMENTE LA PIEDRA CALIZA A MEDIDA QUE SE HIDRATA, YA NO SE PERMITE LA FORMACIÓN DE MACRO CRISTALES (Y EN CASO DE FORMARSE, SON EXTREMADAMENTE PEQUEÑOS).

EN EL CASO DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO BLANCO, ES CLARO QUE LOS MATERIALES PUZOLÁNICOS FINOS DEBEN SER BLANCOS Y QUE DE TODOS LOS MATERIALES CONCURRENTES DISPONIBLES (TALES COMO HUMO DE SÍLICE, ESCORIA DE ALTO HORNO,



CENIZA VOLANTE, CÁSCARA DE ARROZ Y METACAOLÍN), SOLAMENTE PUEDE CONSIDERARSE ESTE ÚLTIMO.

DE HECHO, EL HUMO DE SÍLICE -EL MATERIAL MÁS COMÚNMENTE EMPLEADO EN EL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA- COLOREA LA MEZCLA AUN CUANDO SEA PARTICULARMENTE LIGERO EN EL COLOR.

POR ESTA RAZÓN, DEBE SER EXCLUIDO JUNTO CON LOS OTROS MATERIALES ARRIBA MENCIONADOS, A MENOS QUE SE PUEDA ACEPTAR LA APARIENCIA DE SUS TONOS PARTICULARES EN EL COLADO ABIERTO.

EL METACAOLÍN ES, POR SU NATURALEZA, BLANCO Y ALTAMENTE REACTIVO, ES UN MATERIAL CEMENTANTE SUPLEMENTARIO DADO QUE ES UN ALIMINOSILICATO ACTIVADO TERMICAMENTE QUE SE PRODUCE AL CALCINAR UN CAOLIN A TEMPERATURAS ALREDEDOR DE 500°C Y 600°C; A ESTA TEMPERATURA SE PRODUCE UNA TRANSFORMACIÓN DE SU ESTRUCTURA CRISTALINA. FUNDAMENTALMENTE SU APLICABILIDAD SE HA CENTRADO EN EL APROVECHAMIENTO DE SU COMPOSICIÓN QUÍMICA Y REACTIVIDAD PARA USARLO COMO UNA PUZOLANA ARTIFICIAL EN LA PRODUCCIÓN DE MORTEROS Y HORMIGONES YA QUE TIENE UNA IMPORTANTE CONTRIBUCIÓN EN LAS RESISTENCIAS MECÁNICAS; REDUCCIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y DURABILIDAD. Y ES POR ESO UNA ALTERNATIVA VÁLIDA PARA EL HUMO DE SÍLICE.

EL TAMAÑO PROMEDIO DE LAS PARTÍCULAS ES DE 1.5 MICRONES (EL DEL CEMENTO PORTLAND ES DE 10 MICRONES).

EL ACTÚA DE LA SIGUIENTE MANERA:

COMO UN RELLENADOR CON ACCIÓN INMEDIATA ACELERANDO LA HIDRATACIÓN A UNA INTENSIDAD MAYOR DENTRO DE LAS PRIMERAS 24 HORAS.

POR MEDIO DE UNA REACCIÓN PUZOLÁNICA CON EL CEMENTO HIDRATADO ENTRE EL SÉPTIMO Y EL VIGESIMOCTAVO DÍA.



### III.5 ADICIÓN DE DIÓXIDO DE TITANIO PARA LOGRAR DURABILIDAD ESTÉTICA.

UNA NUEVA E INTERESANTE IDEA, ALGO AVENTURADA, EN EL CAMPO DE LOS CONCRETOS BLANCOS, Y QUE ESTÁ LIGADA A LOS MOVIMIENTOS AMPLIOS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL A TRAVÉS DEL USO DE MATERIALES ESPECÍFICOS DE CONSTRUCCIÓN, ES EL DESARROLLO DE UN AGLOMERANTE BLANCO CON UN ADITIVO ESPECIAL DE DIÓXIDO DE TITANIO, EN SU MAYOR PARTE EN FORMA DE ANATASA.

EL PRODUCTO DE CEMENTO HECHO CON ESTE TIPO DE AGLOMERANTE, GRACIAS AL EFECTO FOTOCATALÍTICO DEL DIÓXIDO DE TITANIO, LOGRA MANTENER INALTERADA SU VISTA ORIGINAL DURANTE MUCHO TIEMPO SIN QUE APAREZCAN MOTEADOS EN LA SUPERFICIE EXPUESTA. LAS PRUEBAS SOBRE LA FORMULACIÓN DE ESTE ELEMENTO "AUTOLIMPIADOR," ADEMÁS DE LAS INVESTIGACIONES MÁS CUIDADOSAS QUE SE ESTÁN HACIENDO, ESPECIALMENTE EN JAPÓN, CONFIRMAN QUE LA ACTIVIDAD FOTOCATALÍTICA A TRAVÉS DE LA OXIDACIÓN EN PRESENCIA DE LA LUZ Y EL OXÍGENO ATMOSFÉRICO EN LOS ENYESADOS, MORTEROS Y CONCRETOS COMPUESTOS PREPARADOS EN EL LABORATORIO LOGRA REDUCIR SIGNIFICATIVAMENTE LOS VARIOS TIPOS DE CONTAMINANTES (SUBSTRATOS ORGÁNICOS TALES COMO COMPONENTES AROMÁTICOS DE FENANTROQUINONE Y POLICONDENSADOS).

SE HA DEMOSTRADO QUE LA DURABILIDAD ESTÉTICA DEL PRODUCTO (ES DECIR, SU CAPACIDAD PARA MANTENER SU COLOR INALTERADO DURANTE MUCHO TIEMPO) NO TIENE EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA RESISTENCIA DEL MATERIAL.

### III.6. ELABORACIÓN

#### III.6. 1. CARACTERÍSTICAS

EL CEMENTO BLANCO PORTLAND TIPO I, DIFIERE DEL GRIS ÚNICAMENTE EN EL COLOR. LA SELECCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA FABRICAR CEMENTO BLANCO ES MUCHO MÁS CRÍTICA QUE EN LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO GRIS, DEBIDO A QUE DEBEN SER DE NATURALEZA MUY PURA Y CON CANTIDADES MÍNIMAS DE ÓXIDO DE HIERRO.



POSEE PROPIEDADES ESPECÍFICAS DE FRAGUADO (AJUSTABLES), RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COLOR ENTRE OTRAS, EXCELENTE PARA CUALQUIER TIPO DE OBRA ESTRUCTURAL QUE ESPECIFIQUE EL USO DE CEMENTO TIPO I GRIS. ESTAS PROPIEDADES SON CONFERIDAS POR SU PROCESO DE FABRICACIÓN Y POR LAS MATERIAS PRIMAS, QUE APORTAN LOS COMPUESTOS QUÍMICOS PRIMORDIALES PARA EL CEMENTO.

LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO ES UN PROCESO QUÍMICO QUE CONSISTE EN LA TRANSFORMACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS MINERALES (PIEDRA CALIZA Y ARCILLA KAOLÍN) EN HARINA CRUDA, LA CUAL AL SER CALCINADA A ALTAS TEMPERATURAS DA COMO RESULTADO UN NUEVO PRODUCTO: CLINKER, FORMADO POR DIVERSOS COMPUESTOS (SILICATOS, ALUMINATOS Y FERRITOS DE CALCIO) QUE LE DARÁN LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS AL CEMENTO

TODOS LOS INGREDIENTES DEL CONCRETO BLANCO DEBEN MEDIRSE CON GRAN EXACTITUD, DEBE UTILIZARSE EQUIPO EN BUEN ESTADO, LIMPIO, DÁNDOLE ESPECIAL ATENCIÓN A LA ELIMINACIÓN DE ACEITE, GRASA, SUCIEDAD Y CUALQUIER CONTAMINANTE TANTO COMO SEA POSIBLE HA DE PROCURARSE QUE EL TIEMPO DE MEZCLADO SEA EL MISMO EN CADA PREPARACIÓN. LAS VARIACIONES EN LOS CONTENIDO DE AGUA Y CEMENTO PUEDEN REPERCUTIR EN EL TONO DESEADO.

UNA PASTA DE BAJA RELACIÓN AGUA-CEMENTO CASI SIEMPRE TENDRÁ UN TONO MÁS PROFUNDO QUE OTRA PASTA HECHA CON UNA RELACIÓN AGUA-CEMENTO MAS ALTA Y CON LA MISMA CANTIDAD DE CEMENTO.EL COMITÉ 303 DEL ACI RECOMIENDA QUE LA RELACIÓN AGUA -CEMENTO NO SEA MAYOR QUE 0.46 Y QUE EL REVENIMIENTO SEA LO MAS BAJO POSIBLE, TOMANDO EN CUENTA EL MÉTODO DE COLOCACIÓN Y VIBRADO. ALGUNAS VECES SE RECOMIENDA USAR DE 1-3% (POR PESO DE CEMENTO) DE DIÓXIDO DE TITANIO PARA INCREMENTAR LA OPACIDAD O INCREMENTAR LA BLANCURA DEL MATERIAL.

### III. 6. 2 COLADO.

LAS CARAS DE LA CIMBRA CONTRA LAS QUE SE HARÁ EL COLADO INFLUYEN EN EL COLOR DEL CONCRETO, COMO REGLA GENERAL, ENTRE MÁS AGUA ES ABSORBIDA POR LA CIMBRA MÁS OSCURO ES EL TONO DEL CONCRETO, CUANDO LOS MATERIALES ABSORBENTES TOMAN AGUA DE LA CARA DEL CONCRETO, LE REDUCEN AL CONTENIDO DE



AGUA A LA CAPA SUPERFICIAL DEL CONCRETO Y ASÍ EL MAYOR CONTENIDO DE CEMENTO Y EL MENOR CONTENIDO DE GUA DE LA CAPA SUPERFICIAL PUEDEN PRODUCIR SUPERFICIES MÁS DENSAS Y TONOS MÁS PROFUNDOS, POR LO TANTO DEBEN UTILIZARSE CIMBRAS NO ABSORBENTES. LOS ACABADOS LISOS ES COMÚN CONSEGUIRLOS CON MATERIALES IMPERMEABLES COMO EL ACERO, PLÁSTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO O TRIPLAY TRATADO.

LAS CIMBRAS IMPERMEABLES PREVEEN AL CONCRETO DE UN BENFICIOSO CURADO INICIAL, ALGUNOS ESPECIALISTAS RECOMIENDAN DEJARLAS EN SU LUGAR TANTO COMO SEA POIBLE O LO PERMITA EL CALENDARIO DE TRABAJO TANTO O MÁS IMPORTANTE ES MANTENER UNIFORME EL TIEMPO DE DESMOLDADO, A TRAVÉS DE LA OBRA ENTERA, PARA EVITAR VARIACIONES DE COLOR. LAS SUPERFICIES LISAS, PUEDEN PARECER LAS MÁS SENCILLAS, PERO EN REALIDAD SON LAS MÁS DIFÍCILES DE LOGRAR, TANTO CON EL CONCRETO COLOCADO EN OBRA COMO EN LOS PREFABRICADOS.

ES POR ESTO QUE LOS ARQUITECTOS CONOCEDORES EVITAN ESPECIFICAR GRANDES EXTENSIONES DE CONCRETO TOTALMENTE LISO. LOS PROYECTOS SON MÁS EXITOSOS CUANDO SE HAN USADO ALGUNOS DE LOS MÉTODOS DE TEXTURIZADO.



### III.7. ASPECTOS DE LA SUPERFICIE DEL CONCRETO A BASE DE CEMENTO BLANCO.

#### COLOR NATURAL

EL COLOR NATURAL PROVIENE DE LOS ELEMENTOS FINOS (INFERIORES A 0.5MM), DE LA ARENA BLANCA ESCOGIDA Y DE LA BLANCURA DEL CEMENTO, EVENTUALMENTE MEJORADA AL AGREGARLE FINOS BLANCOS U ÓXIDOS DE TITANIO

#### COLOR TRATADO

EL COLOR PROVIENE DEL CONJUNTO DE COMPONENTES BLANCOS, MÁS O MENOS INFLUENCIADOS POR EL TRATAMIENTO ESCOGIDO



# IV. MANEJABILIDAD DE LOS CONCRETOS BLANCOS



**OBJETIVO:**

HACER UNA COMPARATIVA DE LOS CONCRETOS BLANCOS CON LOS CONCRETOS GRISES MEDIANTE ELABORACIÓN DE PRUEBAS EFECTUADAS A LOS MATERIALES CON LOS QUE SE ELABORAN



## VI.1. CASO PRÁCTICO MUSEO DE ARTE CONTEMPORÁNEO MUAC

### PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL MUSEO DE ARTE CONTEMPORÁNEO DE LA UNAM

#### IV.1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

##### *GENERALIDADES*

##### *UBICACIÓN*

EL NUEVO EDIFICIO SEDE DEL AUDITORIO SE UBICARA EN LA ZONA CULTURAL, DENTRO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA EN MÉXICO DISTRITO FEDERAL, ESPECÍFICAMENTE AL SUR SOBRE EL CIRCUITO MARIO DE LA CUEVA.

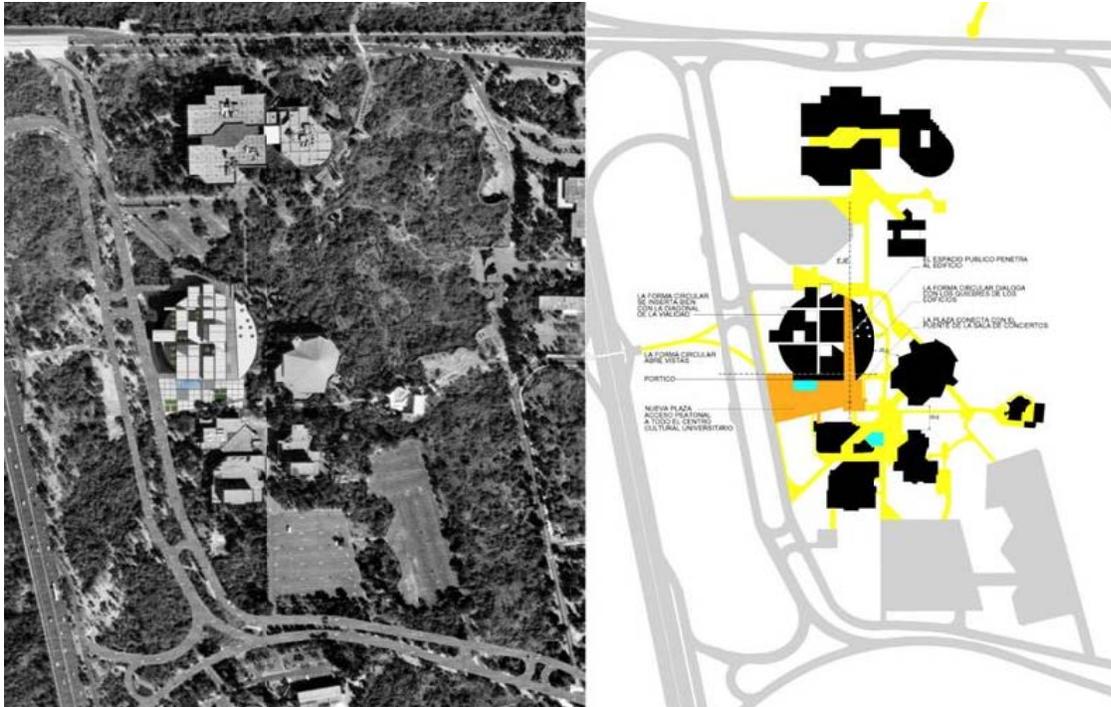
##### *ANTECEDENTES*

LOCALIZADO EN MEDIO DE LOS PEDREGALES DE CIUDAD UNIVERSITARIA, EL CENTRO CULTURAL UNIVERSITARIO ALBERGA ALGUNOS DE LOS RECINTOS CULTURALES MÁS IMPORTANTES DE LA CIUDAD DE MEXICO.

ESTE IMPORTANTE COMPLEJO CULTURAL FUE EDIFICADO DURANTE LA DÉCADA DE LOS 70'S PARA PROVEER A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO DE UN ESPACIO PARA LA CULTURA Y LAS ARTES, ADECUADO A LA IMPORTANCIA DE LA MISMA, POR LO QUE SE DECIDIÓ CREARLO AL SUR DE CIUDAD UNIVERSITARIA PARA FACILITAR EL ACCESO A ESTE SECTOR DE LA CIUDAD.



*PROPUESTA URBANA*



***UN NUEVO ESPACIO PÚBLICO DE ACCESO***

*EL NUEVO EDIFICIO SEDE DEL MUSEO DE ARTE CONTEMPORÁNEO (MUAC) SE DESPLANTA EN EL COSTADO NORTE DE UNA NUEVA PLAZA QUE LO RELACIONA CON LOS TRES EDIFICIOS EXISTENTES DEL CENTRO CULTURAL UNIVERSITARIO, UN ESPACIO PÚBLICO QUE COMPLETA LAS FUNCIONES DEL CONJUNTO CULTURAL. LA NUEVA PLAZA ES EL LUGAR DE ACCESO PEATONAL A TODOS LOS EDIFICIOS DEL CENTRO CULTURAL. UN ESPACIO NECESARIO QUE NO EXISTÍA HASTA ESE ENTONCES.*

**IV.1.2. SUPERVISIÓN DE LA OBRA.**

LA CONSTRUCCIÓN SE LLEVARÁ A CABO CON EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL DESARROLLADO POR EL ARQ, TEODORO GONZALEZ DE LEON Y SU EQUIPO DE COLABORADORES.



- PARA LA SUPERVISIÓN DE OBRA SE DEBERÁN CONSIDERAR LAS NORMAS TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS, LAS NORMAS UNIVERSITARIAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS Y LOS MANUALES DE CONSTRUCCIÓN.

### **SUPERVISIÓN DE OBRA**

PARA LA CONSTRUCCIÓN SE DEBERÁ CONTAR DE PARTE DE LA CONTRATISTA CON UNA SUPERVISIÓN PERMANENTE, EN TODAS LAS ETAPAS Y PROCESO DE LA OBRA.

LA CONTRATISTA JUNTO CON LA SUPERVISIÓN INTERNA Y EXTERNA DEBERÁN LLEVAR A CABO LAS ACTIVIDADES DE SUPERVISIÓN DE TODAS Y CADA UNA DE LAS ESTEPAS DE CONSTRUCCIÓN, HASTA EL FINAL DE LA OBRA.

EL CONSTRUCTOR DEBERÁ CONTAR CON UN RESIDENTE GENERAL DE OBRA Y RESIDENTES DE OBRA ELECTROMECAÑICA E INSTALACIONES Y/O POR ESPECIALIDAD Y CON LA SUPERVISIÓN DE UNA UNIDAD VERIFICADORA.

LA VIGILANCIA TÉCNICA SE REALIZARÁ DE MANERA PERMANENTE A LA OBRA PARA CERCIORARSE DE ACUERDO CON SU AVANCE, DE QUE LA EJECUCIÓN SE AJUSTE AL PROYECTO EJECUTIVO, AL TIEMPO ESTABLECIDO CONTRACTUALMENTE, A LOS PROGRAMAS DE EJECUCIÓN Y AVANCES, A LA CALIDAD, NORMATIVIDADES APLICABLES Y AL CATÁLOGO DE ESPECIFICACIONES PARTICULARES.

LA INTERPRETACIÓN TÉCNICA, DE LOS PLANOS, DE SUS ANOTACIONES DE LAS ESPECIFICACIONES Y DEMÁS DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA PONERLOS EN CONCORDANCIA CON EL ESPÍRITU DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO.

### **IV. 1.3.- CONSIDERACIONES GENERALES DE OBRA.**

#### **MANO DE OBRA**

SERÁ RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATISTA LA CONTRATACIÓN DE LA MANO DE OBRA, ASIMISMO SEGUIR EL MARCO LEGAL A LA QUE DEBE ESTAR SUJETA ESTA CONTRATACIÓN.



SERÁ RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATISTA INSTRUMENTAR MEDIDAS Y ACCIONES PARA SALVAGUARDAR LA SEGURIDAD, INTEGRIDAD Y CONTROL DE SU PERSONAL EN OBRA.

LA CONTRATISTA IMPLEMENTARÁ LAS MEDIDAS Y PERSONAL NECESARIO PARA CONTROL Y VIGILANCIA DE SUS ALMACENES DE OBRA, Y SUS EQUIPOS Y MAQUINARIA, MISMOS QUE ESTARÁN UBICADOS EN LAS ÁREAS QUE SE LE ASIGNEN POR PARTE DE LA DEPENDENCIA CONTRATANTE.

LOS HORARIOS DE TRABAJO SERÁN ESTABLECIDOS POR LA CONTRATISTA Y ESTOS DEBERÁN SER LOS ADECUADOS PARA CUMPLIR CON EL PROGRAMA GENERAL DE OBRA DANDO A CONOCER LOS MISMOS A LA DEPENDENCIA ENCARGADA DE LA CONSTRUCCIÓN PARA SU ACEPTACIÓN.

#### **MATERIALES Y EQUIPAMIENTO.**

SERÁ RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATISTA LA COMPRA DE LOS MATERIALES CON LA CALIDAD SOLICITADA EN EL PROYECTO, ASÍ COMO LA COMPRA OPORTUNA DE EQUIPAMIENTO CON LA CALIDAD INDICADA, CUIDANDO LOS TIEMPOS DE CONTRATACIÓN Y ENTREGA PARA LA LLEGADA OPORTUNA A LA OBRA.

#### **HERRAMIENTA, EQUIPOS Y MAQUINARIA**

LA CONTRATISTA DEBERÁ PROVEER TODO EQUIPO Y HERRAMIENTA QUE SEA NECESARIA PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

EL USO, MANTENIMIENTO Y DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO SERÁN SOLO RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATISTA, LA CUAL DEBERÁ GARANTIZAR QUE CUALQUIER DAÑO OCASIONADO POR SU MAL USO A BIENES MUEBLES E INMUEBLES PROPIEDAD DE LA UNAM O DE TERCEROS SERÁ A SU CARGO Y RESPONSABILIDAD.

TODO EL EQUIPO Y MAQUINARIA MAYOR DEBERÁ SER PROVISTA POR EL CONTRATISTA, ASIMISMO LAS MANIOBRAS Y LOGÍSTICA NECESARIA PARA LA UTILIZACIÓN EN LA OBRA SERÁ SU RESPONSABILIDAD.



**SEGURIDAD.**

LA EMPRESA DEBERÁ CONTAR CON PERSONAL DEDICADO EXCLUSIVAMENTE PARA CAPACITAR, VIGILAR Y PERSUADIR AL PERSONAL PARA QUE CUMPLA CON LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL DURANTE EL DESARROLLO DE LA OBRA, ASÍ COMO COLOCAR LOS CARTELES NECESARIOS PARA INDICAR AL PERSONAL EL USO DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ES DECIR PROVEERÁ CASCO DE PROTECCIÓN A TODOS Y CADA UNO DE SUS TRABAJADORES, EQUIPO ADICIONAL DE SEGURIDAD SEGÚN SEA EL CASO, ESTO ES CASACAS, ARNESES, GUANTES, GAFAS, CARETAS, BOTAS, ETC. SE IDENTIFICARÁ AL PERSONAL EN LA OBRA POR LA CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DE COLOR DE LOS CASCOS.

**IV.1.4 ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.**

TODOS LOS MATERIALES, ARTEFACTOS Y/O EQUIPOS A EMPLEARSE EN LA OBRA DEL MUAC FUERON SUMINISTRADOS SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS EN EL PROYECTO Y DEBERÁN SER APROBADOS POR LA SUPERVISIÓN PREVIO A SU COLOCACIÓN, LA QUE ORDENARÁ LOS ENSAYOS QUE CONSIDERE NECESARIOS A EFECTO DE VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VIGENTES (NOM). Y SERÁN CONFORME A LA TABLA SIGUIENTE:

ACTIVIDAD O SUBACTIVIDAD	ESPECIFICACIONES
PRELIMINARES.	EXCAVACIÓN EN CAJA EN TERRENO TIPO I, CON PROCEDIMIENTO MECÁNICO. CARGA MECÁNICA A CAMIÓN DE VOLTEO.
CIMENTACIÓN.	VARILLA CORRUGADA DE $FY = 4,200 \text{ KG/CM}$ SUMINISTRO, HABILITADO, ARMADO Y COLOCACIÓN EN CIMENTACIÓN DE LOS DIÁMETROS INDICADOS.  CONCRETO PREMEZCLADO CLASE I DE $F'C = 300 \text{ KG/CM}$ EN CIMENTACIÓN, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. 3/4",



	<p>REVENIMIENTO DE 12 CM.</p> <p>PASOS PARA DRENAJES E INSTALACIONES EN CONTRA TRABES.</p>
ESTRUCTURA EN MUROS DE CONCRETO	<p>CONCRETO BLANCO PREMEZCLADO CLASE I DE F'C = 300 KG/CM EN MUROS, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. 3/4", REVENIMIENTO DE 12 CM.</p>
ESTRUCTURA COLUMNAS	<p>CIMBRA METÁLICA EN COLUMNAS DE 70 CMS. DE DIÁMETRO</p> <p>VARILLA CORRUGADA DE F'Y = 4,200 KG/CM SUMINISTRO, HABILITADO, ARMADO Y COLOCACIÓN EN COLUMNAS DE LOS DIÁMETROS INDICADOS.</p> <p>CONCRETO PREMEZCLADO CLASE I DE F'C = 300 KG/CM EN COLUMNAS, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. 3/4", REVENIMIENTO DE 12 CM.</p> <p>CONCRETO BLANCO PREMEZCLADO CLASE I DE F'C = 300 KG/CM EN COLUMNAS, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. 3/4", REVENIMIENTO DE 12 CM.</p>
ESTRUCTURA RAMPAS ESCALERAS	<p>CIMBRA EN COLUMNAS DE 70 CMS. DE DIÁMETRO.</p> <p>CONCRETO BLANCO PREMEZCLADO CLASE I DE F'C = 300 KG/CM EN RAMPAS, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. 3/4", REVENIMIENTO DE 12 CM.</p>
LOSAS ENTREPISOS	<p>CASETÓN DE POLIESTIRENO DE 60 X 60 X 45 CMS.</p> <p>VARILLA CORRUGADA DE FY = 4,200 KG/CM SUMINISTRO, HABILITADO, ARMADO Y COLOCACIÓN EN LOSAS DE ENTREPISO DE LOS DIÁMETROS INDICADOS.</p> <p>CONCRETO PREMEZCLADO CLASE I DE F'C = 300 KG/CM EN LOSAS, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. 3/4", REVENIMIENTO DE 12 CM.</p> <p>CONCRETO BLANCO PREMEZCLADO CLASE I DE F'C = 300 KG/CM EN LOSAS, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. 3/4",</p>



	REVENIMIENTO DE 12 CM.
LOSAS AZOTEAS	LAMINA TIPO ROMSA CAL. 22 . CANALÓN DE AGUAS PLUVIALES A BASE DE PLACA E=0.8 DESARROLLANDO HASTA 70 CMS.
ESTRUCTURA METÁLICA	ARMADURAS DE ALMA ABIERTA FABRICACIÓN A BASE DE PERFILES ESTRUCTURALES VIGAS, TRABES Y LARGUEROS METÁLICOS FABRICACIÓN A BASE DE PERFILES ESTRUCTURALES CONEXIONES FABRICACIÓN A BASE DE PERFILES ESTRUCTURALES SEGÚN DETALLES PINTURA DE ESMALTE METÁLICA COLOR ALUMINIO, SOBRE SUPERFICIES METÁLICAS A DOS MANOS, APLICADA CON COMPRESORA,
ACABADOS PISOS	MOLDURAS DE ACERO INOXIDABLE DE 1/4" DE ESPESOR Y 1 1/2" CMS DE ANCHO, COLOCADAS EN LAS JUNTAS DE COLADO. PLACA DE MÁRMOL DE SANTO TOMAS " LILA " DE 1.50 X 1.50 MTS ACABADO BUZARDEADO, ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4 DE 3 CMS ESPESOR PLACA DE MÁRMOL DE SANTO TOMAS " LILA " ACABADO BUZARDEADO SEGÚN DESPIECE, EN ESCALERA PRINCIPAL, COLOCADA EN DESCANSO ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4 ESCALÓN EN BLOQUE DE MÁRMOL DE SANTO TOMAS " LILA " ACABADO BUZARDEADO SEGÚN DESPIECE, EN ESCALERA PARA FORMAR HUELLA Y PERALTE , ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4 DIMENSIÓN: L=3.30 X A=0.3 PLACA DE MÁRMOL TRAVERTINO FIORITO SEGÚN DESPIECE DE 3 CMS. DE ESPESOR ASENTADO CON MORTERO CEMENTO



	<p>ARENA 1:4</p> <p>IMPERMEABILIZANTE SBS 3.5 P.G. ACABADO GRAVILLADO COLOR ROJO TERRACOTA APLICADO A BASE DE TERMO FUSIÓN CON SOPLETE.</p> <p>CUBIERTA DE MÁRMOL SANTO TOMAS DE 3 CMS DE ESPESOR MONTADA SOBRE BASTIDOR METÁLICO. DIMENSIÓN: L=1.89 x A=0.62</p> <p>CUBIERTA DE MÁRMOL TRAVERTINO FIORITO DE 2 CMS DE ESPESOR MONTADA SOBRE BASTIDOR METÁLICO. DIMENSIÓN: L=3.34 x A=0.62</p>
ACABADOS MUROS	<p>JUNTA DE COLADO APARENTE PARA PERFILADO DE TABLEROS EN MUROS DE CONCRETO.</p> <p>LAMBRINES DE MÁRMOL SANTO TOMAS Y TRAVERTINO FIORITO DE 3 CM DE ESPESOR.</p> <p>LANA MINERAL EN MUROS DE SANITARIOS COMO AISLANTE DE 2" DE ESPESOR.</p> <p>BUÑA ENTRECALLE DE 5 MM EN CAMBIO DE ACABADO DE MUROS DE SANITARIO</p>
PLAFONES	<p>CAJILLO DE HASTA 50 CMS. DE DESARROLLO EN SANITARIOS. HECHO A BASE DE TABLAROCA DE 13 MM. CANAL DE 63.5 MM DE ANCHO, EN TODO EL PERÍMETRO DEL CAJILLO, SUSPENDIDO CON ALAMBRE GALVANIZADO, JUNTEADO CON COMPUESTO REDIMIX Y REFORZADO EN SUS JUNTAS CON PERFACINTA.</p> <p>PLAFONES DE TABLAROCA, EN LAS SALAS DE EXHIBICIÓN HECHO A BASE DE TABLAROCA DE 13 MM. CANAL DE 63.5 MM DE ANCHO, SUSPENDIDO CON ALAMBRE GALVANIZADO, JUNTEADO CON COMPUESTO REDIMIX Y REFORZADO EN SUS JUNTAS CON PERFACINTA</p>



#### IV.1.5 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO SE BASO EN EL TIPO DE TERRENO DONDE SE CONSTRUYO EL MUAC, LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS EN EL PROYECTO, LOS TIPOS DE MATERIALES Y EQUIPO ESPECIFICADO A COLOCAR, POR LO QUE CON ESTOS DATOS SE PROGRAMO LA CANTIDAD DE PERSONAL, MATERIALES Y EQUIPO A UTILIZAR SEGÚN LA ETAPA DE LA OBRA, POR LO QUE SE EFECTUÓ DE LA MANERA SIGUIENTE:

##### **TRABAJOS PRELIMINARES.-**

LIMPIEZA Y DESHIERBE.- SE REALIZO CON UNA CUADRILLA DE LIMPIEZA FORMADA POR UN CABO DE OFICIOS Y 10 AYUDANTES GENERALES, ASÍ COMO LA ASISTENCIA DE UNA CUADRILLA DE 6 TALADORES DE ARBOLES, PARA EL RETIRO DE LA BASURA DE LA ZONA Y LA TALA DE LOS ARBOLES QUE SE ENCUENTREN EN EL DESPLANTE DEL MUSEO

TRAZO Y NIVELACIÓN.- SE REALIZO INICIALMENTE CON UNA CUADRILLA DE TOPOGRAFÍA FORMADA POR UN TOPÓGRAFO, TRES CADENEROS, ESTADALES, PINTURA DE ESMALTE, CAL, UNA ESTACIÓN TOTAL Y UN NIVEL ELECTRÓNICO. CONFORME AVANZO LA OBRA SE PRESENTO LA NECESIDAD DE CONTAR CON 2 CUADRILLAS.

DELIMITACIÓN DE LA OBRA.- SE DELIMITO LA OBRA CON CERCA DE MALLA CICLÓN DE 2 M DE ALTURA, PROVISTA DE CINTA PLÁSTICA, PARA IMPEDIR EL PASO DE PERSONAS AJENAS A LA OBRA Y CON ESTO EVITAR POSIBLES ACCIDENTES.

EXCAVACIÓN.- DEBIDO A LA PROHIBICIÓN DE UTILIZAR EXPLOSIVOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO, SE CONTO CON RETROEXCAVADORAS PROVISTAS DE MARTILLO HIDRÁULICO DEMOLEDOR DEL TIPO CAT 330 O SIMILAR, QUE CORRESPONDE A LA NECESIDAD DE EXCAVAR EN LA PIEDRA DEL TIPO VOLCÁNICO PRESENTE EN LA ZONA DONDE SE CONSTRUYÓ EL MUAC. EL NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN FUE EL SEÑALADO EN EL PROYECTO Y EL NÚMERO DE EQUIPOS SE DETERMINO EN BASE AL VOLUMEN A EXCAVAR Y EL TIEMPO PROGRAMADO.

ACARREO Y CARGA DE MATERIAL.- LA CARGA SE REALIZO CON LOS MISMO TIPO DE EQUIPO CAT 330 ESPECIALMENTE REQUERIDAS PARA ESTÁ ACTIVIDAD YA QUE SI BIEN



VIENEN PROVISTAS DEL CUCHARON Y DEL MARTILLO HIDRÁULICO, AL MISMO TIEMPO NO SE UTILIZARON PARA LAS DOS ACTIVIDADES, ESTO DEBIDO AL TIEMPO QUE SE LLEVA PARA CAMBIAR EL MARTILLO POR EL CUCHARON. RESPECTO AL ACARREO SE REALIZO CON CAMIONES VOLTEO DE 8 Y 16 M3 AL TIRO ASIGNADO POR LA DEPENDENCIA.

### **TRABAJOS DE CIMENTACIÓN.**

*LA CIMENTACIÓN FUE DE CONSTRUIDA CON CONCRETO ARMADO A BASE DE SISTEMA MIXTO CON ZAPATAS AISLADAS DE CONCRETO ARMADO PARA COLUMNAS Y ZAPATAS CORRIDAS PARA MUROS ESTRUCTURALES.*

PLANTILLA DE CONCRETO.- SE COLOCO CON TIRO DIRECTO DEL CAMIÓN REVOLVEDOR AL SITIO DE COLOCACIÓN EN EL FONDO DE EXCAVACIÓN, DEBIDO A LOS ACCESOS QUE SE REALIZARON AL INTERIOR DE LA OBRA, PARA EL PASO DE LOS CAMIONES.

MEJORAMIENTO DEL TERRENO.- EN EL CASO DONDE SE ENCONTRARON CAVERNAS U OQUEDADES EN EL FONDO DE LA EXCAVACIÓN, SE EFECTUARON INYECCIONES DE LECHADA CEMENTO ARENA AGUA Y RELLENO CON CONCRETO DE 100 KG/CM<sup>2</sup>.

CIMBRA Y DESCIMBRA EN ZAPATAS Y DADOS.- SE REALIZO CON TARIMAS DE MADERA A BASE DE TRIPLAY Y BARROTES, TROQUELADAS CON POLINES, IMPREGNADAS DE ADITIVO DESMOLDANTE PARA FACILITAR EL RETIRO DE LA CIMBRA DESPUÉS DE LOS COLADOS, SE COLOCO CON LAS CUADRILLAS NECESARIAS DE CARPINTEROS FORMADAS POR UN CABO, 10 CARPINTEROS Y 10 AYUDANTES GENERALES. SE DEJARON PASOS PARA LAS INSTALACIONES DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES Y NEGRAS, ASÍ COMO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.- EL HABILITADO SE REALIZO EN EL PATIO DE HABILITADO PROVISTO DE UNA DOBLADORA Y UNA CORTADORA CON CAPACIDAD PARA DOBLAR Y CORTAR VARILLAS DE 1" 1/2, EL ACARREO INICIALMENTE SE REALIZO A MANO, POSTERIORMENTE SE CONTO CON LA PRESENCIA DE GRÚAS TORRE, CON LAS QUE SE EFECTÚA ADEMÁS DEL ACARREO, LA ELEVACIÓN, LA COLOCACIÓN SE REALIZO CON CUADRILLAS DE FIERRÉROS FORMADAS POR UN CABO DE OFICIOS, 10 OFICIALES FIERREROS Y 10 AYUDANTES GENERALES.



SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO.- EL CONCRETO ESPECIFICADO CONSISTIÓ EN CONCRETO GRIS PARA LA CIMENTACIÓN. SE COLOCO CON EL SISTEMA DE TIRO DIRECTO DONDE SE PRESENTO LA OPORTUNIDAD DE DAR ACCESO A LAS REVOLVEDORAS Y CON CAMIONES BOMBA DONDE NO SE CONTO CON ACCESO A LAS ESTRUCTURAS A COLAR, SE UTILIZARON VIBRADORES DE GASOLINA AL INICIO DE LA CIMENTACIÓN, POSTERIORMENTE TAMBIÉN SE UTILIZARON VIBRADORES ELÉCTRICOS.

RELLENO EN EXCAVACIONES.- EL RELLENO DE LAS ZANJAS DONDE SE ALOJARON LAS ZAPATAS AISLADAS O CORRIDAS DE LA CIMENTACIÓN SE REALIZO CON MATERIAL DE TEPETATE, APOYADOS CON LA UTILIZACIÓN DE COMPACTADORAS DE PLACA DE LAS COMÚNMENTE LLAMADAS “PATA DE ELEFANTE”

#### **ESTRUCTURA MUROS Y COLUMNAS DE CONCRETO DE PLANTA BAJA.**

LOS MUROS A CONSTRUIR SE SOLICITARON CON DESPIECE DE 1.22 M DE ANCHO POR 3.00 M DE ALTURA, DEBIDO A NO EXISTIR EN EL MERCADO TRIPLAY DE ESTÁ MEDIDA, SE OPTO CON FABRICAR CIMBRAS METÁLICAS A BASE DE ÁNGULOS Y PLACA DE 1/4” DE ESPESOR, REFORZADAS CON CANALES METÁLICOS DE 6”, POR LO QUE EL PESO DE ESTAS CIMBRA FUE DE 2 TON Y SUS MOVIMIENTOS Y ELEVACIONES SE REALIZARON CON LA AYUDA DE LAS DOS GRÚAS TORRE. LAS COLUMNAS FUERON DE 70 CM DE DIÁMETRO, LAS DE LA PANTA BAJA EN CONCRETO GRIS Y LAS DE LA PLANTA DE ACCESO EN CONCRETO BLANCO.

HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.- EL HABILITADO SE REALIZO EN EL PATIO DE HABILITADO EL ACARREO Y ELEVACIÓN SE REALIZO CON LAS GRÚAS TORRE, LA COLOCACIÓN SE REALIZO CON CUADRILLAS DE FIERREROS FORMADAS POR UN CABO DE OFICIOS, 10 OFICIALES FIERREROS Y 10 AYUDANTES GENERALES.

CIMBRA Y DECIMBRA EN MUROS.- COMO EL DESPIECE DE LOS MUROS FUE DE 1.22 X 3.00 M LA CIMBRA DE LOS MUROS SE FABRICO METÁLICA A BASE ÁNGULOS Y PLACA, SE UTILIZARON 10 SEPARADORES POR SECCIÓN DE CIMBRA Y SE TROQUELO CON CANALES DE ACERO, PIES DERECHOS METÁLICOS Y EL APOYO EN TODAS LAS ALTURAS DESPUÉS DE 3.00M DE ANDAMIOS, SE IMPREGNARON CON ADITIVO DESMOLDANTE PARA FACILITAR EL RETIRO DE LA CIMBRA DESPUÉS DE LOS COLADOS, SE COLOCARON EN SECCIONES DE 6.10 M X 3.00 M CON LA AYUDA EN TODOS LOS CASOS DE LAS GRÚAS TORRE Y CON LAS



CUADRILLAS NECESARIAS DE CARPINTEROS FORMADAS POR UN CABO, 10 CARPINTEROS Y 10 AYUDANTES GENERALES. SE DEJARON PASOS PARA LAS INSTALACIONES DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES Y NEGRAS, ASÍ COMO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO.- EL CONCRETO ESPECIFICADO PARA LOS MUROS Y COLUMNAS EN ZONAS NO VISIBLES AL PÚBLICO Y DE CIRCULACIÓN DE PERSONAL DEL MUSEO, FUE DE CONCRETO GRIS Y EL CONCRETO DE LOS MUROS COLUMNAS Y LOSAS DE CIRCULACIÓN DE VISITANTES SE ESPECIFICÓ DE COLOR BLANCO A BASE DE CEMENTO BLANCO, GRAVA DE MÁRMOL BLANCO Y MARMOLINA. EL SUMINISTRO DEL CONCRETO PREMEZCLADO SE REALIZÓ INICIALMENTE CON CAMIONES REVOLVEDORES Y LA COLOCACIÓN SE REALIZÓ MEDIANTE BOMBEO Y POR MEDIO DE BACHAS MOVIDAS POR LAS GRÚAS TORRE.



**PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO SE REALIZO EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO:**

**A. PREPARACION DE LA SUPERFICIE:**

- VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE REMATE DEL MURO A COLAR.
- PERFILADO DE MURO CON DISCO (SEGÚN NIVEL)
- LIMPIEZA DE VARILLA (LECHADA, PINTURA, ACEITE)
- COLOCACIÓN DE SEPARADORES DE PLÁSTICO PARA RECUBRIMIENTO EN MUROS
- COLOCACIÓN DE POYOS EN CONCRETO BLANCO O GRIS SEGÚN TIPO DE COLOR DE CONCRETO.
- APLICACIÓN DE DESMOLDANTE EN LA CIMBRA METÁLICA

**B. CIMBRADO:**

- COLOCACIÓN DE CIMBRA METÁLICA (5 PANELES DE 1.22 x 3.05 o 3.09MTS. REFORZADA O NUEVA EN AMBOS LADOS) SEGÚN PLANO DE DESPIECE DE MUROS CORRESPONDIENTE
- COLOCACIÓN DE MOÑOS EN CIMBRA METÁLICA.
- COLOCACIÓN DE CANAL ESTRUCTURAL (4" x 1 5/8") EN SENTIDO HORIZONTAL EN AMBOS LADOS

\*EL PRIMER CANAL SE COLOCÓ AL INICIO DEL PANEL POR LA PARTE POSTERIOR

\*EL SIGUIENTE REFUERZO FUE DOBLE CANAL A UNA SEPARACIÓN DE 0.305 M.



\*LOS SIGUIENTES TRES REFUERZOS FUERON DE DOBLE CANAL A UNA SEPARACIÓN DE 0.61 M.

\*PARA FINALIZAR EN LA PARTE SUPERIOR SE COLOCARON TRES CANALES COMO REFUERZO

- COLOCACIÓN DE UN CANAL ESTRUCTURAL (4" x 1 5/8") EN SENTIDO VERTICAL EN AMBOS LADOS. INICIO DEL PRIMER CANAL A 0.035, LOS SIGUIENTES A CADA 0.61 M.
- COLOCACIÓN DE SHE-BOLTS EL ARRANQUE A 0.305 Y LOS SIGUIENTES A CADA 0.61 M. Y A UNA DISTANCIA DE 0.045 CM. EN SENTIDO VERTICAL AL INICIO DEL NIVEL DE COLADO DEL MURO CORRESPONDIENTE. LAS CAMISAS DE LOS SHE-BOLTS SERÁN CON P.V.C. COLOR BLANCO O GRIS SEGÚN EL CASO.
- COLOCACIÓN DE PUNTALES METÁLICOS O POLÍN DE MADERA A UNA DISTANCIA DE 0.61 EN SENTIDO HORIZONTAL, POR LA PARTE BAJA, A UN TERCIO Y A DOS TERCIOS DE LA PARTE SUPERIOR DEL PANEL METÁLICO.
- CALAFATEO O SELLADO EN LA PARTE INFERIOR DE LA CIMBRA, ASÍ COMO EN LOS TAPONES LATERALES DE MADERA PARA EVITAR FUGAS DE CONCRETO.

### C. COLADO:

- LIMPIEZA DEL ÁREA (SOPLETEADO) PREPARACIÓN (PICADO) EN LA JUNTA VERTICAL EN CASO DE QUE EXISTIERA
- INDICAR NIVEL DE COLADO O EN SU CASO REFERENCIA PARA CONTROLAR EL NIVEL DE COLADO
- PREPARACIÓN DE MORTERO DE ACUERDO A DISEÑO DE LA CONCRETERA POR LO QUE SE REFIERE A LA CANTIDAD DE 6 CUBETAS DE 19 LTS. EN UN COLADO DE 5 PANELES DE 1.22 x 3.99 MTS. LA FORMA EN QUE SE VACIARÁ EL



MORTERO ANTES DEL COLADO, FUE CON UN TUBO DE 4" X 3.00MTS. DE ALTURA POR DENTRO DEL ARMADO DEL MURO. PARA LA DOSIFICACIÓN DEL MORTERO EN EL CONCRETO BLANCO LA CONCRETERA LACOSA PROPORCIONO A ICA LAS CANTIDADES DE LOS MATERIALES.

- SE DEBERÁ DE CONTAR CON 2 VIBRADORES ELÉCTRICOS PARA UN COLADO DE 5 PANELES DE 1.22 X 3.00MTS. (PROMEDIO 1 VIBRADOR A CADA 3.00MTS) LOS CUALES SE MARCARÁN EN EL CHICOTE A CADA METRO Y DEBERÁ DE TENER MÍNIMO UNA LONGITUD DE 3.00MTS. PARA PODER LLEGAR A LA PARTE INFERIOR DE LA CIMBRA. LA FORMA DE VIBRADO SERÁ LA SIGUIENTE: SE PICARÁ A CADA 0.50CM. A LO LARGO DEL MURO Y CON UNA DURACIÓN DE APROXIMADAMENTE DE 5 SEGUNDOS.
- EL COLADO DE LOS MUROS PODRÁ SER CON BOMBA PLUMA Y CON BACHA, EL PRIMERO DEBERÁ USARSE AGREGADO DE 1/2" Y LA MANGUERA DE LA BOMBA SE TENDRÁ QUE INTRODUCIR A 2.00M. COMO MÍNIMO DENTRO DEL ARMADO DEL MURO. EL SEGUNDO CASO EL AGREGADO DEBERÁ SER DE 3/4".
- EL PROCEDIMIENTO PARA VACIAR EL CONCRETO SERÁ EN ETAPAS EN FORMA HORIZONTAL, LA PRIMERA CAPA DEBERÁ DE SER A 0.30 M Y LAS SIGUIENTES NO MAYORES A 0.50 M.



### **ESTRUCTURA RAMPAS ESCALERAS.**

LAS ESCALERAS SERÁN DE CONCRETO BLANCO ARMADO, EN ACABADO APARENTE TANTO LAS DE LA PANTA BAJA COMO LAS DE LA PLANTA DE ACCESO.

HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.- EL HABILITADO SE REALIZO EN EL PATIO DE HABILITADO, EL ACARREO Y ELEVACIÓN SE REALIZO CON LAS GRÚAS TORRE, LA COLOCACIÓN SE REALIZO CON CUADRILLAS DE FIERREROS FORMADAS POR UN CABO DE OFICIOS, 10 OFICIALES FIERREROS Y 10 AYUDANTES GENERALES.

CIMBRA Y DESCIMBRA EN RAMPAS.- COMO EL DESPIECE DE LAS RAMPAS INDICADO EN EL PROYECTO FUE DE TAL MANERA QUE LOS PAÑOS CONTESTARAN CON EL DESPIECE DEL MÁRMOL Y CON ÁNGULOS Y PENDIENTES CAPRICHOSAS, LA CIMBRA UTILIZADA FUE DE MADERA DE UN SOLO USO Y SE TROQUELO Y APOYO EN POLINES Y ANDAMIOS, LA CIMBRA SE IMPREGNO CON ADITIVO DESMOLDANTE PARA FACILITAR EL RETIRO DE LA CIMBRA DESPUÉS DE LOS COLADOS.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO.- EL CONCRETO ESPECIFICADO PARA LAS RAMPAS FUE DE COLOR BLANCO A BASE DE CEMENTO BLANCO, GRAVA DE MÁRMOL BLANCO Y MARMOLINA. EL SUMINISTRO DEL CONCRETO PREMEZCLADO SE REALIZO INICIALMENTE CAMIONES REVOLVEDORES Y LA COLOCACIÓN SE REALIZO MEDIANTE BOMBEO Y POR MEDIO DE BACHAS MOVIDAS POR LAS GRÚAS TORRE.

### **LOSAS Y TRABES DE ENTREPISO.**

LA LOSA DE ENTREPISO FUE DE CONCRETO ARMADO CON NERVADURAS FORMADAS A BASE CASETONES DE POLIESTIRENO, CON LOSA EN LA PARTE INFERIOR Y FIRME DE COMPRESIÓN EN LA CARA SUPERIOR, EL CONCRETO FUE DE COLOR GRIS EN LA CARA INFERIOR Y EN TODAS LAS NERVADURAS CENTRALES Y BLANCO EN TODO EL PERÍMETRO EXTERIOR DEL MUSEO Y CIRCULACIONES PRINCIPALES INTERIORES. LAS TRABES FUERON DE CONCRETO ARMADO DE SECCIÓN VARIABLE

CIMBRA Y DESCIMBRA EN LOSAS Y TRABES.- LA CIMBRA DE LA LOSA DE ENTREPISO SE REALIZO A BASE DE ANDAMIOS METÁLICOS, CABEZALES SUPERIORES, GATOS DE



NIVELACIÓN, VIGAS DE ALMA LLENA Y HUECA, POLINES Y TRIPLAY DE MADERA CON ACABADO FENOLICO, LA CIMBRA SE IMPREGNO CON ADITIVO DESMOLDANTE PARA FACILITAR EL RETIRO DE LA CIMBRA DESPUÉS DE LOS COLADOS. EN TODAS LAS ACTIVIDADES SE UTILIZARON LAS GRÚAS TORRE PARA EL MOVIMIENTO Y ELEVACIÓN DE LOS MATERIALES Y LA CIMBRA.

HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.- EL HABILITADO SE REALIZO EN EL PATIO DE HABILITADO PROVISTO DE UNA DOBLADORA Y UNA CORTADORA CON CAPACIDAD PARA DOBLAR Y CORTAR VARILLAS DE 1" 1/2, EL ACARREO Y ELEVACIÓN SE REALIZO CON LAS GRÚAS TORRE, LA COLOCACIÓN SE REALIZO CON CUADRILLAS DE FIERREROS FORMADAS POR UN CABO DE OFICIOS, 10 OFICIALES FIERREROS Y 10 AYUDANTES GENERALES.

COLOCACIÓN DE CASETON DE POLIESTIRENO.- TERMINADA LA COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO DE LA LOSA INFERIOR Y DE LAS NERVADURAS, SE INICIA CON LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO DE LA LOSA INFERIOR, PARA INICIAR INMEDIATAMENTE CON LA COLOCACIÓN DE LOS CASETONES DE POLIESTIRENO Y COLOCADA UNA ÁREA SUFICIENTE SE PROCEDE A COLOCAR LA MALLA ELECTROFORJADA DEL FIRME DE COMPRESIÓN SUPERIOR DE LA LOSA, PARA PROCEDER A COLAR LAS NERVADURAS Y EL PROPIO FIRME DE COMPRESIÓN.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO.- EL CONCRETO ESPECIFICADO PARA LAS LOSAS Y TRABES FUE DE COLOR BLANCO A BASE DE CEMENTO BLANCO, GRAVA DE MÁRMOL BLANCO Y MARMOLINA. EL SUMINISTRO DEL CONCRETO PREMEZCLADO SE REALIZO INICIALMENTE CAMIONES REVOLVEDORES Y LA COLOCACIÓN SE REALIZO MEDIANTE BOMBEO Y POR MEDIO DE BACHAS MOVIDAS POR LAS GRÚAS TORRE.

#### **ESTRUCTURA MUROS Y COLUMNAS DE CONCRETO DE PLANTA DE ACCESO.**

LOS MUROS SON DE CARGA DE CONCRETO ARMADO, EN ACABADO APARENTE, EN MUROS EXTERIORES Y EN TODA LA PLANTA DE ACCESO, SERÁN DE CONCRETO BLANCO. EL PROYECTO INDICO LA CONTINUACIÓN DEL DESPIECE DE 1.22 M DE ANCHO Y 3.00 M DE ALTO. LAS COLUMNAS FUERON DE 70 CM DE DIÁMETRO, LAS DE LA PANTA BAJA EN CONCRETO GRIS Y LAS DE LA PLANTA DE ACCESO EN CONCRETO BLANCO.



HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.- EL HABILITADO SE REALIZO EN EL PATIO DE HABILITADO, EL ACARREO Y ELEVACIÓN SE REALIZO CON LAS GRÚAS TORRE, LA COLOCACIÓN SE REALIZO CON CUADRILLAS DE FERREROS FORMADAS POR UN CABO DE OFICIOS, 10 OFICIALES FERREROS Y 10 AYUDANTES GENERALES. EN ESTE NIVEL SE COLOCARON LAS PLACAS DE CONEXIÓN ENTRE EL ARMADO DE LOS MUROS EN LA POSICIÓN DEFINIDA POR PROYECTO PARA DESPUÉS DE COLADOS COLOCAR LAS ARMADURAS QUE SOPORTARAN LAS LOSAS Y DOMOS DE ILUMINACIÓN DE LA AZOTEA.

CIMBRA Y DECIMBRA EN MUROS.- COMO EL DESPIECE DE LOS MUROS EN EL NIVEL DE ACCESO, FUE EL MISMO DE LA PLANTA BAJA SE UTILIZO LA MISMA CIMBRA METÁLICA A BASE ÁNGULOS Y PLACA, SE UTILIZARON 10 SEPARADORES POR SECCIÓN DE CIMBRA Y SE TROQUELO CON CANALES DE ACERO, PIES DERECHOS METÁLICOS Y EL APOYO EN TODAS LAS ALTURAS DE ANDAMIOS, SE IMPREGNARON CON ADITIVO DESMOLDANTE PARA FACILITAR EL RETIRO DE LA CIMBRA DESPUÉS DE LOS COLADOS, SE COLOCARON EN SECCIONES DE 6.10 M X 3.00 M CON LA AYUDA EN TODOS LOS CASOS DE LAS GRÚAS TORRE Y CON LAS CUADRILLAS NECESARIAS DE CARPINTEROS FORMADAS POR UN CABO, 10 CARPINTEROS Y 10 AYUDANTES GENERALES. SE DEJARON PASOS PARA LAS INSTALACIONES DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES Y NEGRAS, ASÍ COMO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO.- EL CONCRETO ESPECIFICADO PARA LAS LOSAS Y TRABES FUE DE COLOR BLANCO A BASE DE CEMENTO BLANCO, GRAVA DE MÁRMOL BLANCO Y MARMOLINA. EL SUMINISTRO DEL CONCRETO PREMEZCLADO SE REALIZO INICIALMENTE CAMIONES REVOLVEDORES Y LA COLOCACIÓN SE REALIZO MEDIANTE BOMBEO Y POR MEDIO DE BACHAS MOVIDAS POR LAS GRÚAS TORRE.

#### **LOSAS Y TRABES DE AZOTEA.**

LAS LOSAS DE AZOTEA DE LA PLANTA DE ACCESO DEL MUSEO FUERON A BASE DE ARMADURAS METÁLICAS DE ALMA ABIERTA Y LARGUEROS DE DIFERENTES SECCIONES Y LONGITUDES, SOBRE ESTAS SE COLOCARON CANALONES METÁLICOS. LAS TRABES FUERON DE CONCRETO BLANCO Y METÁLICAS.



COLOCACIÓN DE ARMADURAS METÁLICAS EN CUBIERTA.- LOS TRABAJOS DE LA AZOTEA SE INICIARON CON LA COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS DE ALMA ABIERTA QUE SOPORTARON LAS LOSAS DE CONCRETO Y LOS DOMOS DE ILUMINACIÓN, ESTÁS SE CONECTARON CON SOLDADURA A LAS PLACAS DE CONEXIÓN PREVIAMENTE COLOCADAS ANTES DEL COLADO DE LOS MUROS A LOS NIVELES ADECUADOS.

COLOCACIÓN DE LAMINA TIPO LOSACERO.- COLOCADAS LAS ARMADURAS SE PROCEDIÓ A LA COLOCACIÓN DE LA LOSACERO, POR MEDIO DE SOLDADURA DE PERNOS NELSON A LA CUERDA SUPERIOR DE LAS ARMADURAS, CUIDANDO DEJARLA EN LA POSICIÓN CORRECTA, CON EL FIN DE DEJAR LOS CLAROS DE LOS DOMOS DE ILUMINACIÓN.

CANALÓN DE AGUAS PLUVIALES.- PREVIO AL COLADO DEL FIRME DE COMPRESIÓN DE LA LOSACERO, SE CIMBRARON, COLARON Y ARMARON PEQUEÑAS LOSAS PARA SOPORTAR LOS CANALONES PLUVIALES DE LA LOSA DE AZOTEA, POR LO QUE YA COLADAS SE PROCEDIÓ A LA COLOCACIÓN DE ESTOS, PARA DESPUÉS COLAR LOS FIRMES DE COMPRESIÓN.

CIMBRA EN LOSAS DE AZOTEA.- DEBIDO A LA SEPARACIÓN DE LAS ARMADURAS Y AL CALIBRE DE LA LAMINA, NO SE APUNTALO LA LOSACERO, SIN EMBARGO SI SE COLOCARON PUNTALES COMO PRECAUCIÓN APOYADOS DE ARMADURA A ARMADURA.

COLOCACIÓN DE MALLA ELECTRO FORJADA.- PREVIO AL COLADO DEL FIRME DE COMPRESIÓN SE COLOCO LA MALLA ELECTRO FORJADA QUE FUNCIONA COMO ACERO DE REFUERZO AL FIRME DE COMPRESIÓN.

SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO PREMEZCLADO.- EL CONCRETO ESPECIFICADO PARA LOS FIRMES DE COMPRESIÓN EN LAS LOSAS FUE DE COLOR GRIS. EL SUMINISTRO DEL CONCRETO PREMEZCLADO SE REALIZO POR MEDIO CAMIONES REVOLVEDORA, Y SU ELEVACIÓN SE COMBINO POR MEDIO DE BOMBEO EN LAS LOSAS DONDE SE TENIA ACCESO Y POR MEDIO DE BACHAS ELEVADAS MEDIANTE LAS GRÚAS TORRE PARA LAS LOSAS QUE NO SE TENIA ACCESO A LAS BOMBAS. LA COLOCACIÓN SE REALIZO POR MEDIO DE VIBRADORES ELÉCTRICOS UTILIZADOS ADECUADAMENTE PARA EVITAR LA DISGREGACIÓN DEL CONCRETO Y EL RETIRO DE BURBUJAS DE AIRE.



## ACABADOS.

LIMPIEZA DE MUROS DE CONCRETO BLANCO Y GRIS.- SE REALIZO POR MEDIO DE PULIDORAS NEUMÁTICAS DE BAJA VELOCIDAD PROVISTAS DE LIJAS PARA CONCRETO, EL PERSONAL SE AUXILIO CON PLATAFORMAS DE ELEVACIÓN PARA ALCANZAR LAS DIFERENTES ALTURAS DE LOS MUROS.

PLAFONES DE TABLAROCA.- SE SUSPENDIERON POR MEDIO DE UN COLGANTÉO A BASE DE ANCLAS PARA CONCRETO Y ALAMBRE GALVANIZADO QUE SOSTENÍAN CANALES QUE SOPORTABAN UNA CAPA DE TABLAROCA DE 19 MM, JUNTEADO CON COMPUESTO REDIMIX Y REFORZADO EN SUS JUNTAS CON PERFACINTA SU ACABADO FUE DE SELLADOR Y PINTURA VINILICA, EL PERSONAL ASIGNADO A ESTA ACTIVIDAD SE AUXILIO CON PLATAFORMAS DE ELEVACIÓN PARA ALCANZAR LAS DIFERENTES ALTURAS DE LOS MUROS.

MUROS MUSEOGRÁFICOS.- LOS MUROS DE LAS SALAS DE EXHIBICIÓN DENOMINADOS MUROS MUSEOGRÁFICOS SE CONSTRUYERON A BASE DE UNA RETÍCULA DE PTR DE 3” SOLDADOS ENTRE SI PARA FORMAR CUADROS DE 1.22 M A SUS EJES, SOBRE LA QUE SE COLOCO UNA DOBLE CAPA DE TRIPLAY DE 16 MM, UNA CAPA DE TABLAROCA DE 19 MM, CON ACABADO DE SELLADOS Y PINTURA VINILICA, EL PERSONAL ASIGNADO A ESTA ACTIVIDAD SE AUXILIO CON PLATAFORMAS DE ELEVACIÓN PARA ALCANZAR LAS DIFERENTES ALTURAS DE LOS MUROS.

MUROS DIVISORIOS.- TODOS LOS MUROS DIVISORIOS SERÁN DE DOBLE TABLAROCA Y SE COLOCO TRATAMIENTO ACÚSTICO EN SU INTERIOR, ESTE TIPO DE MUROS SE COLOCO EN LOS BAÑOS DE MUJERES Y HOMBRES, EL PERSONAL ASIGNADO A ESTA ACTIVIDAD SE AUXILIO CON TORRES DE ANDAMIOS PARA ALCANZAR LAS DIFERENTES ALTURAS DE LOS MUROS.

PISOS.- SERÁN DE DOS TIPOS DE CEMENTO PULIDO EN LAS SALAS DE EXHIBICIÓN Y LAS ÁREAS NO PUBLICAS DE UN ESPESOR DE 10 CM Y DE MÁRMOL SANTO TOMAS DE 3 CM DE ESPESOR POR 1.5 M DE ANCHO Y LARGO CON ACABADO BUZARDEADO, COLOCADO SOBRE MORTERO DE AGUA, CEMENTO, ARENA.



DOMOS DE AZOTEA O PLAFONES DE ILUMINACION.- LOS PLAFONES DE ILUMINACIÓN SE COLOCARON EN TODAS LAS SALAS DE EXHIBICIÓN, MENOS UNA, CONSISTIÓ EN UN CRISTAL DUOVENT FORMADO EN LA PARTE SUPERIOR POR UN CRISTAL TEMPLADO EN LA PARTE SUPERIOR DE 12 MM, UN SEPARADOR DE ALUMINIO RELLENO DE ARENA SILICA EN EL INTERIOR Y EN CRISTAL TEMPLADO EN LA PARTE INFERIOR CON LA CARA INFERIOR ESMERILADA, SE ARMARON EN LA EMPRESA ENCARGADA DE COLOCARLOS Y SE MONTARON EN OBRA POR MEDIO DE LA ELEVACIÓN CON LAS GRÚAS TORRE Y PERSONAL.

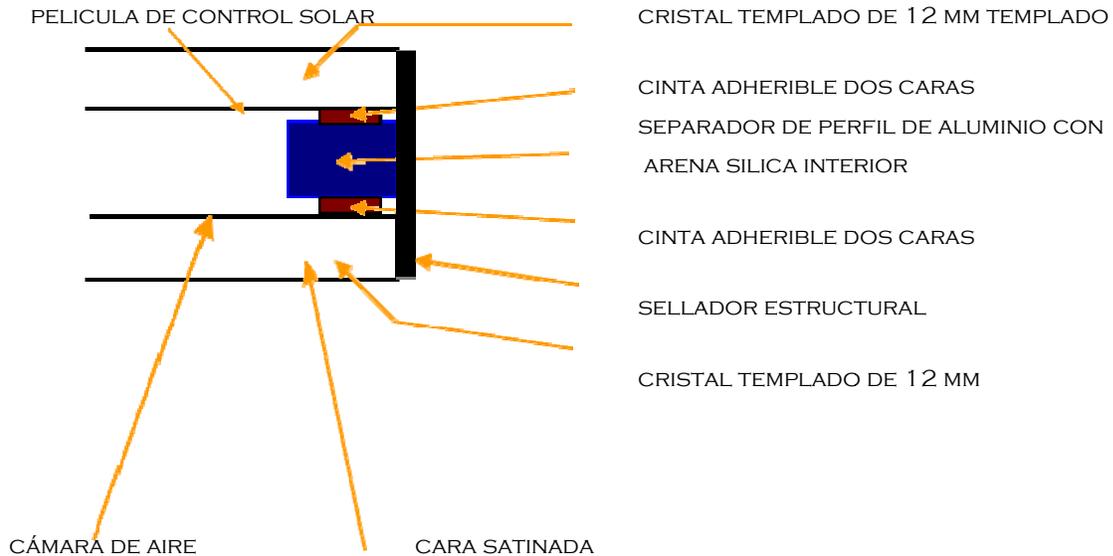
EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE PLAFONES SE LLEVO DE LA SIGUIENTE MANERA:

- A. COLOCACIÓN DE PERFILES METÁLICOS PARA DAR PENDIENTE AL PLAFÓN.
- B. APLICAR PINTURA A LOS PERFILES.
- C. TRAZO Y LECTURA DE MEDIDAS DE FABRICACIÓN.
- D. HABILITADO Y ARMADO DE PERFILES DE ALUMINIO PARA SOPORTE
- E. COLOCACIÓN DE PERFIL Y NIVELADO.
- F. LECTURAS DE MEDIDAS DE FABRICACIÓN DE CRISTAL.
- G. COLOCACIÓN DE TAPAS DE CONDENSACIÓN.
- H. SELLADO DE UNIONES DE PERFILES.
- I. COLOCACIÓN DE CINTAS NORTON.
- J. MANIOBRA DE COLOCACIÓN DE CRISTAL.
- K. SELLADO DE UNIONES DE CRISTAL.
- L. COLOCACIÓN DE ÁNGULO BOTAGUAS.



### COMPOSICION DE CRISTAL DUOVENT

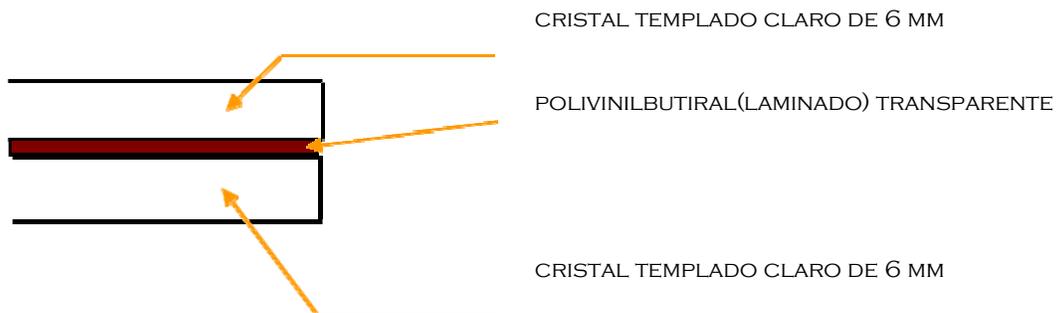
#### COMPOSICION DE CRISTAL DUOVENT



#### PLAFÓN DEL PASILLO PRINCIPAL

ADEMÁS SE COLOCO CRISTAL TEMPLADO EN EL PASILLO PRINCIPAL A BASE DE 2 CRISTALES D POR UNA PELÍCULA DE POLIVILBUTIRAL TRANSPARENTE.

#### COMPOSICION DE CRISTAL LAMINADO



CANCELERÍA.- LA CANCELERÍA VERTICAL COLOCADA EN EL MUAC, SE REALIZO A BASE DE CRISTALES TEMPLADOS DE 6 MM UNIDOS POR UNA PELÍCULA DE POLIVINILBUTIRAL



TRANSPARENTE, ADEMÁS DE BARANDALES DE CRISTAL TEMPLADO DE 12 Y 19 MM DE ESPESOR.

EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CANCELERÍA DE FACHADAS SE LLEVO DE LA SIGUIENTE MANERA:

- A. TRAZO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA (ARMADURAS) QUE SOPORTARAN LA CANCELERÍA DE LOS VENTANALES.
- B. HABILITADO, COLOCACIÓN Y PINTURA DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE.
- C. HABILITADO Y COLOCACIÓN DEL FORRO DE ALUCOBOND DE 6 MM A LAS ARMADURAS DE SOPORTE.
- D. HABILITADO Y COLOCACIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO PARA SOPORTE DE LOS CRISTALES.
- E. LECTURA DE LAS MEDIDAS DE FABRICACIÓN DE CRISTAL.
- F. COLOCACIÓN DE CINTAS NORTON.
- G. MANIOBRA Y COLOCACIÓN DE CRISTAL.
- H. COLOCACIÓN DE TAPA EXTERIOR.
- I. SELLADO DE JUNTAS EN CRISTAL Y ALUCOBOND.
- J. COLOCACIÓN Y SELLO DE TAPAS EN AZOTEA.

EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE BARANDALES DE 12 MM. SE LLEVO DE LA SIGUIENTE MANERA:

- 1.- TRAZO DE LOS BARANDALES.



2.- HABILITADO Y COLOCACIÓN DEL PERFIL DE ALUMINIO.

3.- LECTURA DE MEDIDAS DE FABRICACIÓN DE CRISTAL.

4.- COLOCACIÓN DE CRISTAL.

5.- PLOMEADO Y SELLO DEL CRISTAL.

EL PROCESO DE FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE BARANDALES DE 19 MM. SE LLEVO DE LA SIGUIENTE MANERA:

1.- TRAZO DE LOS BARANDALES.

2.- HABILITADO Y COLOCACIÓN DE ALFARDA METÁLICA.

3.- LECTURA DE MEDIDAS DE FABRICACIÓN DE CRISTAL.

4.- COLOCACIÓN DE CRISTAL.

5.- PLOMEADO Y SELLO DEL CRISTAL.

6.- TRAZO DE PASAMANOS.

7.- HABILITADO Y ARMADO DE PASAMANOS DE ACERO INOXIDABLE.

8.- COLOCACIÓN DE PASAMANOS.



ELEVADORES.- LOS ELEVADORES COLOCADOS EN EL MUAC, CONSISTIERON EN DOS ELEVADORES PANORÁMICOS, MONTADOS SOBRE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PREVIAMENTE COLOCADA, UN MONTACARGAS DE 12 TONELADAS DE CAPACIDAD MONTADO EN UN CUBO DE CONCRETO PREVIAMENTE CONSTRUIDO Y UN ELEVADOR DE PASAJEROS MONTADO EN UN CUBO DE CONCRETO PREVIAMENTE CONSTRUIDO, EQUIPÓ INSTALADO POR PERSONAL ESPECIALIZADO.



## IV.2 PROBLEMÁTICA PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO BLANCO

AL INICIO DE LOS COLADOS CON CONCRETO BLANCO SE CONTRATO A LA EMPRESA CEMEX, SIN EMBARGO DEBIDO A LA LEJANÍA DE SU ÚNICA PLANTA DE CONCRETO BLANCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO AL SITIO DE CONSTRUCCIÓN DEL MUAC, EL TIEMPO DE RECORRIDO DE LOS CAMIONES REVOLVEDORA ERA DE 2 HRS. LO QUE OCASIONABA QUE A LA LLEGADA DE ESTOS EL CONCRETO LLEGARA CON REVENIMIENTOS DE 8 A 10 CM, OCASIONANDO UN PROBLEMA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

CEMEX INICIO CON LA UTILIZACIÓN DE ADITIVOS RETARDANTES DE FRAGUADO, LO QUE PROVOCO QUE EL REVENIMIENTO LLEGARA A OBRA DE 16 A 18 CM, SIN EMBARGO SE PRESENTO EL PROBLEMA DE QUE EL CONCRETO FRAGUARA HASTA 24 HRS DESPUÉS LO QUE OCASIONO QUE LAS CIMBRAS SE UTILIZARAN HASTA CADA 30 HRS DESPUÉS.

SE OPTO POR BUSCAR OTRA CONCRETERA Y SE ENCONTRÓ QUE LA EMPRESA CONCRETOS LACOSA TENÍA UNA PLANTA DE CONCRETO GRIS DENTRO DE CIUDAD UNIVERSITARIA ATRÁS DE LA ZONA CULTURAL A UNA DISTANCIA DE 5 MINUTOS DE LA OBRA, SIN EMBARGO SE PRESENTARON LOS PROBLEMAS SIGUIENTES:

1. AL FABRICAR EL CONCRETO BLANCO, CON UNA PLANTA PARA CONCRETO GRIS A PESAR DE APLICARLE UNA LIMPIEZA GENEROSA A LA PLANTA, AL PRODUCIR EL CONCRETO BLANCO EL PRIMER CAMIÓN SE CARGABA CON RESIDUOS DE ARENA Y CEMENTO GRIS LO QUE OCASIONABA QUE AL DESCIMBRAR SE NOTARA UNA MANCHA GRISÁCEA AL FONDO DEL MURO COLADO.

2. LOS PRIMEROS COLADOS DE MUROS CON CONCRETO BLANCO SE REALIZARON A TIRO DIRECTO Y LA APARIENCIA DE LOS MUROS ERA DE UN ACABADO APARENTE DE BUENA CALIDAD A EXCEPCIÓN DE LA PARTE BAJA DE LOS MUROS.

3. LA LECHADA SE ESCURRÍA FÁCILMENTE EN EL FONDO DE LA CIMBRA LO QUE OCASIONABA SE NOTARAN OQUEDADES EN LA PARTE BAJA DEL MURO COLADO.



4. SE OPTO POR VERTER LECHADA DE CEMENTO BLANCO CON MARMOLINA FINA AL INICIAR LOS COLADOS PARA EVITAR EN LA MEDIDA LAS OQUEDADES.

5. AL SALIR DE LA PLANTA EL REVENIMIENTO ERA DE 21, 22 Ó HASTA B23 CM Y AL LLEGAR AL MUAC CINCO MINUTOS DESPUÉS TENÍA 15, 16 Ó 17 CM, LO QUE AFECTABA LA MANEJABILIDAD DEL CONCRETO.

6. EL VIBRADO DEBÍA SER MUY PRECISO, YA QUE FÁCILMENTE OCASIONABA DISGREGACIÓN EN EL CONCRETO.

ANTE LA PROBLEMÁTICA PRESENTADA LACOSA OFRECIÓ INSTALAR UNA PLANTA EXCLUSIVA PARA CONCRETO BLANCO Y EVITAR CON ESTO LAS MANCHAS GRISES, SIN EMBARGO EL REVENIMIENTO PRESENTABA VARIACIONES FUERTES ENTRE LA SALIDA DE LA PLANTA Y LA LLEGADA AL MUAC, POR LO QUE SE OPTO POR PARAR LOS COLADOS DE CONCRETO BLANCO Y QUE LACOSA REDISEÑARA SU MEZCLA DE CONCRETO BLANCO, POR LO QUE SE PROCEDIÓ A REALIZAR DISTINTAS PRUEBAS.

FINALMENTE SE AUTORIZO UN COLADO DE MURO Y SE REINICIARON LOS TRABAJOS EN LOS MUROS DE LA PLANTA BAJA. CONFORME SE CONTINUÓ EL COLADO DE MUROS SE NOTO QUE LOS MUROS COLADOS CON BOMBA PRESENTABAN MENOS CALIDAD QUE LOS COLADOS CON LAS BACHAS MOVIDAS POR LAS GRÚAS TORRE POR LO QUE SE OPTO POR COLAR TODOS LOS MUROS RESTANTES CON LAS BACHAS.

PARA EVITAR EL ESCURRIMIENTO DE LA LECHADA SE OPTO POR SELLAR LA CIMBRA CON YESO BLANCO. HECHO QUE FAVORECIÓ LA APARIENCIA DE LAS JUNTAS DE COLADO EN UN GRAN PORCENTAJE.

AL TERMINAR UN COLADO SE ENRASABA LA CIMBRA CON EL CONCRETO, SIN EMBARGO SE NOTO AL PRESENTAR LA CIMBRA PARA LOS SIGUIENTES COLADOS QUE AL FRAGUAR EL CONCRETO BLANCO NO SEGUÍA UN MISMO NIVEL LA SUPERFICIE DEL CONCRETO COLADO, ES DECIR SE CONTRAÍA DE DIFERENTE MANERA A LO LARGO DE LA LONGITUD DEL MURO COLADO, POR LO QUE SE OPTO PARA CONTRARRESTAR ESTE PROBLEMA AL COLAR UNOS CENTÍMETROS ARRIBA DEL NIVEL DEL COLADO DEL MURO Y



CORTAR POSTERIORMENTE CON UNA CORTADORA ELÉCTRICA Y ASÍ DEJAR UNA JUNTA NIVELADA.

HABIENDO OBSERVADO ESTAS DIFICULTADES PRESENTADAS EN CAMPO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE COLADO Y DURANTE EL SUMINISTRO DEL CONCRETO BLANCO SURGIÓ LA DUDA EN CUANTO A QUE ERA REALMENTE LO QUE PROVOCABA ESTA VARIACIÓN EN LA MANEJABILIDAD DE ESTE MATERIAL, POR LO QUE SE DECIDIMOS TOMAR LOS MATERIALES PARECIDOS LO MAS CERCANAMENTE POSIBLE A LOS UTILIZADOS DURANTE LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO BLANCO PARA EL MUSEO Y ASÍ PODER DETERMINAR MEDIANTE PRUEBAS DE LABORATORIO SI ALGUNO DE LOS MATERIALES QUE INTERVIENEN EN ESTE PROCESO ES EL CAUSANTE DE ESTA VARIACIÓN.



### IV.3 PRUEBAS REALIZADAS A LOS AGREGADOS PARA MUESTREO Y COMPARATIVA

ENSAYE DE ARENA PARA CONCRETO GRIS.

PESO VOLUMÉTRICO:

PVSS = 5950 GR.

—

—

PVSC = 6550 GR

—

—



ABSORCIÓN:

\_\_\_\_\_ \* 100

PS = 286.4 GR.

PH = 300.0 GR.

\_\_\_\_\_ \* 100

\_\_\_\_\_



DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO (DENSIDAD) DEL MATERIAL SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO.

CON FRASCO CHAPMAN.

---

DONDE:

AS = PESO DE ARENA SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA.

VF = VOLUMEN DEL FRASCO.

F = PESO DEL FRASCO VACIO.

K = PESO (AGUA + ARENA + FRASCO)

AS = PESO 300 GR.

VF = 450 ML.

F = 332.1 GR.

K = 962.58GR.

---

2.508



ENSAYE DE ARENA DE MÁRMOL (MARMOLINA) PARA CONCRETO BLANCO

PESO VOLUMÉTRICO:

PVSS = 6150 GR

—

—

PVSC = 6800 GR

—

—



ABSORCIÓN:

\_\_\_\_\_ \* 100

PS = 300.0 GR.

PH = 275.1 GR.

\_\_\_\_\_ \* 100

\_\_\_\_\_



DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO (DENSIDAD) DEL MATERIAL SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO.

CON FRASCO CHAPMAN.

DONDE:

AS = PESO DE ARENA SATURADA Y SUPERFICIALMENTE SECA.

VF = VOLUMEN DEL FRASCO.

F = PESO DEL FRASCO VACIO.

K = PESO (AGUA + ARENA + FRASCO)

AS = PESO 300 GR.

VF = 450 ML.

F = 332.1 GR.

K = 954.8GR.

---

\_\_\_\_\_ 2.357



ENSAYE DE GRAVA MÁRMOL PARA CONCRETO BLANCO

PESO VOLUMÉTRICO:

PVSS = 24.725KG

-

\_\_\_\_\_

PVSC = 26.900 KG

-

\_\_\_\_\_

ABSORCIÓN:

\_\_\_\_\_ \* 100

PS = 516.1GR.

PH = 519.0 GR.

\_\_\_\_\_ \* 100

\_\_\_\_\_



**ENSAYE DE GRAVA PARA CONCRETO GRIS**

**PESO VOLUMÉTRICO:**

PVSS = 25.350 KG

—

—————

PVSC = 27.350 KG

—

—————

**ABSORCIÓN:**

————— \* 100

PS = 410.8 GR.

PH = 414.4 GR.

————— \* 100

—————

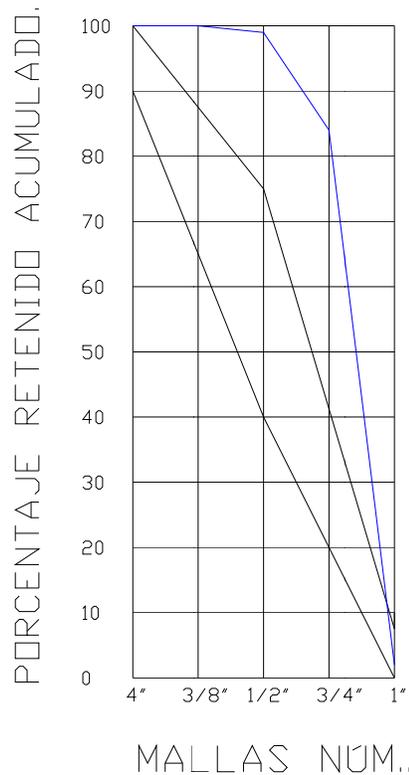


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE GRAVA GRIS

MALLA	ABERTURA MM	PESO GR	%	% ENTEROS	% ACUMULADOS
3"	75	0	-	-	-
2"	50	0	-	-	-
1 1/2"	37.5	0	-	-	-
1"	25.0	78.4	1.478	2	2
3/4"	19.0	4350	82.00	82	84
1/2"	12.5	800	15.08	15	99
3/8"	9.5	58.9	1.11	1	100
1/4"	6.35	12.8	0.241	0	100
	CHAROLA	4.5	0.09	0	100
	£	5304.6	99.99	100	

GRANULOMETRIA EN GRAVA GRIS

AGREGADO MAXIMO  
.....25 mm (1")



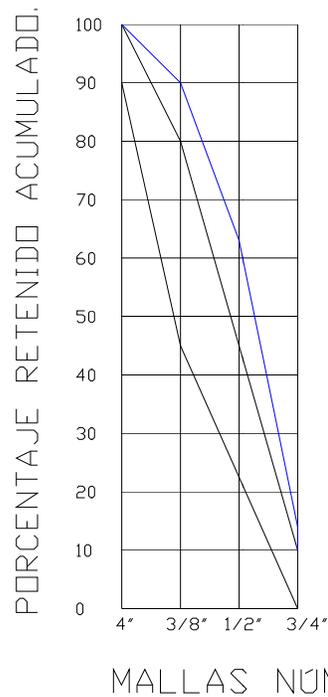


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE GRAVA DE MÁRMOL

malla	abertura mm	peso gr	%	% enteros	% acumulados
3"	75	-	-	-	-
2"	50	-	-	-	-
1 1/2"	37.5	-	-	-	-
1"	25.0	-	-	-	-
3/4"	19.0	690	13.583	14	14
1/2"	12.5	2500	49.213	49	63
3/8"	9.5	1400	27.559	27	90
núm. 4	4.75	490	9.646	10	100
	charola	0	-	-	-
	£	5-80	99.99	100	100

GRANULOMETRIA EN GRAND  
DE MARMOL.

AGREGADO MAXIMO  
.....19 mm (3/4")

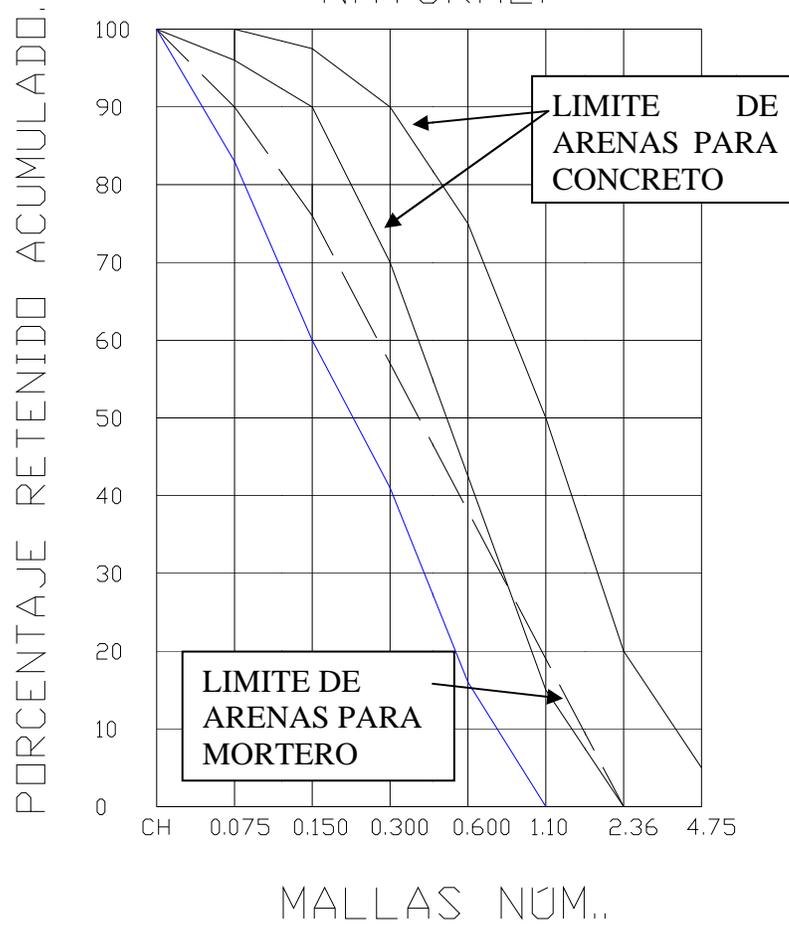




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARENA DE MÁRMOL.

mallas	abertura mm	peso gr	%	% enteros	% acumulados
4	4.75	-	-	-	-
8	2.36	-	-	-	-
16	1.18	2.9	0.292	0	0
30	0.60	159.1	16.014	16	16
50	0.30	244.4	24.6	25	41
100	0.15	191.6	19.285	19	60
200	-	230.5	23.201	23	83
charola	-	165.0	16.608	17	100
	£	993.5	100	100	

GRANULOMETRIA EN ARENA BLANCA (MARMOLINA), NATURAL.

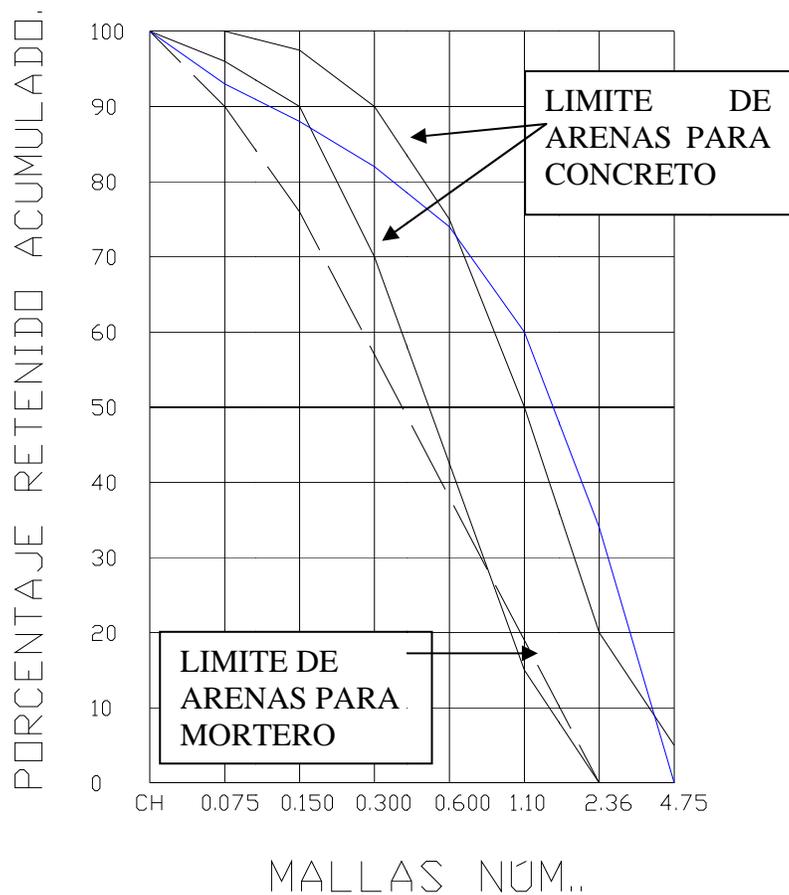




ANALISIS GRANULOMETRICO DE ARENA GRIS.

mallá	abertura mm	peso gr	%	% enteros	% acumulados
4	4.75	1.5	0.150		
8	2.36	344.9	34.38	34	34
16	1.18	265,2	26.435	26	60
30	0.60	136.9	13.646	14	74
50	0.30	81.3	8.10	8	82
100	0.15	57.0	5.68	6	88
200	-	47.4	4.73	5	93
charola	-	67.2	6.7	7	100
	£	1003.2	99.821	100	

GRANULOMETRIA EN ARENA GRIS. NATURAL.





## IV.4 PRUEBA DE MANEJABILIDAD DEL CONCRETO

### PRUEBA DE REVENIMIENTO.

ESTA ES UNA PRUEBA QUE SE USA EN GRAN MEDIDA DURANTE EL TRABAJO EN OBRA EN TODAS PARTES DEL MUNDO. LA PRUEBA DEL REVENIMIENTO NO MIDE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO, PERO ES MUY ÚTIL PARA DETECTAR LAS VARIACIONES DE UNIFORMIDAD DE UNA MEZCLA, DENTRO DE DETERMINACIONES PROPORCIONES DE NOMINALES. HAY ALGUNAS DIFERENCIAS LIGERAS ENTRE LOS DETALLES DEL PROCEDIMIENTO EN LOS DIVERSOS PAÍSES EN QUE SE APLICA.

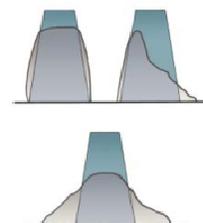
EL MOLDE PARA LA PRUEBA DE REVENIMIENTO ES DE FORMA TRONCOCÓNICA, DE 305 MM DE ALTURA SE COLOCA SOBRE UNA SUPERFICIE LISA, CON LA ABERTURA MAS PEQUEÑA HACIA ARRIBA Y SE LLENA DE CONCRETO EN TRES CAPAS. CADA UNA DE LAS CAPAS



SE APISONA 25 VECES CON UNA VARILLA DE ACERO ESTÁNDAR DE 5/8" DE DIÁMETRO, REDONDEADA POR LA PUNTA Y LA SUPERFICIE SE VA NIVELANDO POR MEDIO DE MOVIMIENTOS LATERALES. DURANTE TODA LA OPERACIÓN SE DEBE DE MANTENER FIJO EL MOLDE SOBRE SU BASE.

DESPUÉS DE LLENAR EL MOLDE EN TRES CAPAS, EL CONO SE LEVANTA DESPACIO Y EL CONCRETO QUE YA NO TIENE APOYO, SE REVIENE DE AHÍ EL NOMBRE DE LA PRUEBA.

LAS MEZCLAS CON CONSISTENCIA RÍGIDA TIENEN UN REVENIMIENTO NULO, POR LO QUE EN UN RANGO BASTANTE SECO, NO SE PUEDEN DETECTAR VARIACIONES ENTRE MEZCLAS DE DIFERENTE TRABAJABILIDAD. LAS MEZCLAS RICAS SE COMPORTAN





DE MANERA SATISFACTORIA, YA QUE SU REVENIMIENTO ES SENSIBLE A LAS VARIACIONES DE TRABAJABILIDAD. SIN EMBARGO EN MEZCLAS POBRES CON TENDENCIA A LA ASPEREZA, UN REVENIMIENTO VERDADERO SE PUEDE CONVERTIR FÁCILMENTE EN UNO DE CORTANTE Y AUN LLEGAR AL COLAPSO.

EN LAS PRUEBAS DE REVENIMIENTO QUE REALIZAMOS AL CONCRETO GRIS Y AL BLANCO NO ENCONTRAMOS CON GRANDES DIFERENCIAS YA QUE EL CONCRETO GRIS TUBO UN REVENIMIENTO DE 16 CM LO CUAL ES ACEPTABLE YA QUE LA MEZCLA SE NE CESITA BOMBEAR. Y EN LO QUE SE REFIERE AL CONCRETO BLANCO EL REVENIMIENTO NO CUMPLE CON LAS CARACTERÍSTICAS PARA SER BOMBEADO.





## IV.5 ENSAYO DE CILINDROS

### COMPRESIÓN SIMPLE EN CONCRETO.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

ENTRE LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE LA CARGA APLICADA AL ESPÉCIMEN Y ÁREA TRANSVERSAL DE ESTE LAS PRUEBAS. LAS PRUEBAS SE REALIZAN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS.

LOS TAMAÑOS MÁXIMOS DEL AGREGADO (TMA) DE USO MÁS COMÚN SON:

- $\frac{3}{4}$ " (20MM) UTILIZADO EN CONCRETO COMÚN PUEDE SER BOMBEADO.
- $1 \frac{1}{2}$ " (40MM) UTILIZADO EN COLADOS DONDE NO SE TIENE ACERO DE REFUERZO Y DONDE EL CONCRETO ES COLADO DIRECTAMENTE DE LA UNIDAD REVOLVEDORA.
- $\frac{3}{8}$ " (10MM) UTILIZADO CUANDO LOS ELEMENTOS A COLOCAR SON MUY ESBELTOS Y/O EL ACERO DE REFUERZO ESTA MUY CERRADO.



#### EQUIPO A UTILIZAR.

- ESTUFA
- EQUIPO DE CABECEO
- ESPÁTULA
- ACEITE
- AZUFRE
- FLEXO METRO

#### DESARROLLO:

- SE TOMA UN CILINDRO DE CONCRETO, DESMOLDADO DESPUÉS DE 48 HRS. DE HABER SIDO COLOCADO EN LOS MOLDES Y DESPUÉS DEL PROCESO DE CURADO.
- SE CABECEA EL CILINDRO DE CONCRETO: COLOCANDO UNA CAPA DE AZUFRE LÍQUIDO EN LOS EXTREMOS DEL CILINDRO, DEJANDO REPOSAR.
- COLOCAR EL CILINDRO YA CABECEADO EN LA MAQUINA UNIVERSAL MECÁNICA, Y APLICAR CARGA HASTA QUE FALLE.
- TOMAR LA LECTURA Y CALCULAR EL ESFUERZO.



## MEMORIA DE CÁLCULO:

*DATOS OBTENIDOS:*

CILINDRO DE CONCRETO 15 CM Ø x 30CM L.

FUERZA APLICADA EN LOS CILINDROS DE CONCRETO GRIS A LOS 7 DIAS FUE DE 39,400 KG.

- *ÁREA DE LA BASE DEL CILINDRO:*

$$A = \pi r^2 \quad (3.1416)(7.5)^2 = 176.715$$

- *DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DEL CONCRETO  $\sigma$ :*

$$\sigma = \frac{F}{A} \equiv \frac{39000}{176.715} = 220.7 \text{ KG / CM}^2$$

FUERZA APLICADA EN LOS CILINDROS DE CONCRETO GRIS A LOS 14 DIAS FUE DE 40,600 KG.

- *ÁREA DE LA BASE DEL CILINDRO:*

$$A = \pi r^2 \quad (3.1416)(7.5)^2 = 176.715$$

- *DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DEL CONCRETO  $\sigma$ :*

$$\sigma = \frac{F}{A} \equiv \frac{40,600}{176.715} = 229.75 \text{ KG / CM}^2$$



FUERZA APLICADA EN LOS CILINDROS DE CONCRETO GRIS A LOS 28 DIAS FUE DE 53,600 KG.

- *ÁREA DE LA BASE DEL CILINDRO:*

$$A = \pi r^2 \quad (3.1416)(7.5)^2 = 176.715$$

- *DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DEL CONCRETO  $\sigma$ :*

$$\sigma = \frac{F}{A} \equiv \frac{53600}{176.715} = 303.32 \text{KG} / \text{CM}^2$$

CILINDRO DE CONCRETO BLANCO 15 CM  $\varnothing$  X 30CM L.

FUERZA APLICADA EN LOS CILINDROS DE CONCRETO GRIS A LOS 7 DIAS FUE DE 54,000 KG.

*ÁREA DE LA BASE DEL CILINDRO:*

$$A = \pi r^2 \quad (3.1416)(7.5)^2 = 176.715$$

- *DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DEL CONCRETO*

$$\sigma = \frac{F}{A} \equiv \frac{54,000}{176.715} = 305.58 \text{KG} / \text{CM}^2$$

FUERZA APLICADA EN LOS CILINDROS DE CONCRETO GRIS A LOS 14 DÍAS FUE DE 63,200 KG.





- *ÁREA DE LA BASE DEL CILINDRO:*

$$A = \pi r^2 \quad (3.1416)(7.5)^2 = 176.715$$

- *DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DEL CONCRETO  $\sigma$ :*

$$\sigma = \frac{F}{A} \equiv \frac{63,200}{176.715} = 357.64 \text{KG} / \text{CM}^2$$

FUERZA APLICADA EN LOS CILINDROS DE CONCRETO GRIS A LOS 28 DIAS FUE DE 75,600 KG.

- *ÁREA DE LA BASE DEL CILINDRO:*

$$A = \pi r^2 \quad (3.1416)(7.5)^2 = 176.715$$

- *DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO DEL CONCRETO  $\sigma$ :*

$$\sigma = \frac{F}{A} \equiv \frac{75600}{176.715} = 427.81 \text{KG} / \text{CM}^2$$



## PRUEBA BRASILEÑA.

UN MÉTODO INDIRECTO PARA APLICAR LA TENSIÓN EN FORMA DE DIVISIÓN FUE IDEADO POR FERNANDO CARNEIRO, BRASILEÑO, POR LO QUE SE LE HA DE CONOCER COMO PRUEBA BRASILEÑA, AUNQUE TAMBIÉN FUE DESARROLLADA INDEPENDIEMENTE EN JAPÓN.

EN ESTA PRUEBA SE COLOCA UN CILINDRO DE LOS QUE SE EMPLEAN PARA PRUEBA DE COMPRESIÓN, CON SU EJE HORIZONTAL, ENTRE LAS PLATINAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA Y SE INCREMENTA LA CARGA HASTA LA FALLA POR SEPARACIÓN A LO LARGO DEL DIÁMETRO VERTICAL. CUANDO LA CARGA SE APLICA A LO LARGO DE LA GENERATRIZ, UN ELEMENTO EN EL DIÁMETRO VERTICAL DEL CILINDRO QUEDA SOMETIDO A UN ESFUERZO VERTICAL DE COMPRESIÓN DE:

— —

Y A UN ESFUERZO HORIZONTAL DE TENSIÓN DE:

—

DONDE:

*P* ES LA CARGA DE COMPRESIÓN SOBRE EL CILINDRO.

*L* ES EL LARGO DEL CILINDRO.

*D* ES SU DIÁMETRO.

Y *R* Y (*D* – *R*) SON LAS DISTANCIAS DEL ELEMENTO DESDE LAS DOS CARGAS RESPECTIVAMENTE.



ESFUERZO:

—

—





# CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

- MEDIANTE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO OBSERVAMOS QUE LOS FACTORES QUE INFLUYE EN GRAN MEDIDA EN LA BAJA MANEJABILIDAD DEL CONCRETO BLANCO ES LA COMPOSICION, FINURA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS YA QUE ES EN ESTOS EN LOS CUALES ENCONTRAMOS UNA DIFERENCIA CONSIDERABLE CON RESPECTO A LOS AGREGADOS DEL CONCRETO GRIS.
- DURANTE LA ELABORACION DE LAS PRUEBAS DE REVENIMIENTO OBSERVAMOS FISICAMENTE AL MOMENTO DE HIDRATAR LA MESCCLA QUE INMEDIATAMENTE EL CONCRETO BLANCO TENIA UNA MAYOR DEMANDA DE AGUA Y ESTO PROVOCO DIFICULTADES AL MOMENTO DE PALEAR LA MESCCLA.
- ATRAVES DE LAS PRUEBAS DE REVENIMIENTO OBSERVAMOS QUE LA MANEJABILIDAD DE LOS CONCRETOS BLANCOS EN COMPARACION CON EL CONCRETO GRIS ES MAS DIFICIL DEBIDO A QUE SU COMPOSICION ES MAS ESPESA Y ESTO INFLUYE TAMBIEN DIRECTAMENTE CON SU REVENIMIENTO.
- ES MAS EVIDENTE LA BAJA MANEJABILIDAD DEL CONCRETO BLANCO MEDIANTE LA PRUEBA DE REVENIMIENTO YA QUE MEDIANTE LAS PRUEBAS REALIZADAS OBTUVIMOS UNA DIFERENCIA DE ENTRE 8 Y 9 CENTIMETROS EN COMPARATIVA CON EL CONCRETO GRIS.
- AL MOMENTO DE ENSAYAR A LA COMPRESION LOS CILINDROS QUE OBTUVIMOS CON LAS MESCCLAS DE CONCRETO GRIS Y BLANCO PUDIMOS OBSERVAR QUE PESE A QUE LA MANEJABILIDAD DEL CONCRETO BLANCO ES



MENO, SU RESISTENCIA SE VIO EN BUENA MEDIDA MAYOR A LA DEL CONCRETO GRIS.

- POR MEDIO DE LA PRUEBA BRASILEÑA OBSERVAMOS QUE A PESAR DE QUE LA MANEJABILIDAD DEL CONCRETO BLANCO ES POCO FAVORABLE, SE OBTUVO UNA DISTRIBUCION DE LOS AGREGADOS UNIFORME AUNQUE SI SE OBSERVARON ALGUNAS OQUEDADES DENTRO DEL CILINDRO.



### **ADITIVO**

MATERIAL QUE SE MUELE JUNTO CON UN CEMENTO HIDRÁULICO O SE MEZCLA EN CANTIDADES LIMITADAS CON EL MISMO, YA SEA COMO "ADITIVO DE PROCESAMIENTO" PARA FACILITAR LA FABRICACIÓN O MANIPULEO DEL CEMENTO O COMO "ADITIVO FUNCIONAL" PARA MODIFICAR LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO ACABADO.

### **ADHERENCIA**

ADHERENCIA Y AGARRE DEL HORMIGÓN O MORTERO A LAS ARMADURAS O A OTRAS SUPERFICIES CONTRA LAS CUALES SE LO COLOCA, INCLUYENDO LA FRICCIÓN DEBIDA A LA CONTRACCIÓN Y CORTE LONGITUDINAL EN EL HORMIGÓN DEBIDA A LAS DEFORMACIONES DE LAS BARRAS; ADHERENCIA DE LA PASTA CEMENTICIA A LOS AGREGADOS; ADHERENCIA ENTRE CAPAS DE ENLUCIDO O ENTRE EL ENLUCIDO Y UN ESTRATO INFERIOR DEBIDA A LAS PROPIEDADES ADHESIVAS O COHESIVAS DEL ENLUCIDO U OTROS MATERIALES SUPLEMENTARIOS

### **AGLOMERANTES**

MATERIALES CEMENTANTES, YA SEA CEMENTOS HIDRATADOS O PRODUCTOS DE CEMENTO O CAL Y MATERIALES SILÍCEOS REACTIVOS; LOS TIPOS DE CEMENTO Y LAS CONDICIONES DE CURADO DETERMINAN EL TIPO GENERAL DE AGLOMERANTE FORMADO; TAMBIÉN SE DENOMINA ASÍ A LOS MATERIALES TALES COMO EL ASFALTO, LAS RESINAS Y OTROS MATERIALES QUE FORMAN LA MATRIZ DE LOS HORMIGONES, MORTEROS Y LECHADAS ARENOSAS.

### **AGREGADO**

MATERIAL GRANULAR, TAL COMO LA ARENA, GRAVA, PIEDRA MOLIDA, HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO MOLIDO O ESCORIA DE ALTO HORNO



MOLIDA, EMPLEADO JUNTO CON UN MEDIO DE CEMENTO HIDRÁULICO PARA ELABORAR HORMIGÓN O MORTERO.

### **ANATASA**

ANATASA, TAMBIÉN LLAMADA OCTAEDRITA O WISERINA Y SU ORIGEN VIENE DE LAS FORMACIONES HIDROTERMALES DE PEQUEÑOS CRISTALES APARECEN EN LAS GRIETAS DE LOS GNEISS Y DE LAS PIZARRAS COMO CONSECUENCIA DE LA ALTERACIÓN DE OTROS MINERALES DE TITANIO, POR MEDIO DE DISOLUCIONES. LOS DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS FORMAN PLACERES EN ARENISCAS Y EN CUARCITAS

### **B**

### **C**

### **CALDEA**

CALDEA ES EL NOMBRE CON QUE SE CONOCIÓ EN LA ANTIGÜEDAD LA REGIÓN SITUADA EN LA BAJA MESOPOTAMIA, AL ESTABLECERSE EN ELLA LOS CALDEOS.

### **CALIZA**

LA CALIZA ES UNA ROCA SEDIMENTARIA COMPUESTA MAYORITARIAMENTE POR CARBONATO DE CALCIO ( $\text{CaCO}_3$ ), GENERALMENTE CALCITA. TAMBIÉN PUEDE CONTENER PEQUEÑAS CANTIDADES DE MINERALES COMO ARCILLA, HEMATITA, SIDERITA, CUARZO, ETC., QUE MODIFICAN (A VECES SENSIBLEMENTE) EL COLOR Y EL GRADO DE COHERENCIA DE LA ROCA.

### **CAPILARES**

ESPACIOS VACÍOS EN EL HORMIGÓN EN FORMA DE CANALES MICROSCÓPICOS LO SUFICIENTEMENTE PEQUEÑOS PARA ATRAER UN



LÍQUIDO A TRAVÉS DE LOS MISMOS POR LA ATRACCIÓN MOLECULAR DEL AGUA ADSORBIDA EN SUS SUPERFICIES INTERNAS (CAPILARIDAD).

### **CAR**

CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

### **CALOR DE HIDRATACIÓN**

CALOR QUE SE DESPRENDE POR LAS REACCIONES QUÍMICAS CON EL AGUA, TAL COMO EL CALOR QUE SE DESPRENDE DURANTE EL FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO DEL CEMENTO PÓRTLAND, O LA DIFERENCIA ENTRE EL CALOR DE SOLUCIÓN DEL CEMENTO SECO Y EL DE UN CEMENTO PARCIALMENTE HIDRATADO.

### **CIMBRADO**

ESTRUCTURAS PROVISORIAS QUE SE USAN EN LA CONSTRUCCIÓN DE ARCOS, CÁSCARAS, ESTRUCTURAS ESPACIALES O CUALQUIER ESTRUCTURA CONTINUA DONDE LA TOTALIDAD DE LA ESTRUCTURA PROVISORIA SE BAJA COMO UNA UNIDAD (DE FORMA CENTRADA O DESCENTRADA).

### **CURADO**

MANTENIMIENTO DE UN CONTENIDO DE HUMEDAD Y UNA TEMPERATURA SATISFACTORIOS EN EL HORMIGÓN DURANTE SUSETAPAS TEMPRANAS DE MANERA QUE SE PUEDAN DESARROLLAR LAS PROPIEDADES DESEADAS.

## **D**

### **DOLMEN**

UN DOLMEN, QUE EN BRETÓN QUIERE DECIR MESA GRANDE DE PIEDRA, ES UNA CONSTRUCCIÓN MEGALÍTICA CONSISTENTE POR LO GENERAL EN VARIAS LOSAS (ORTOSTATOS) HINCADAS EN LA TIERRA EN POSICIÓN VERTICAL Y UNA LOSA DE CUBIERTA APOYADA SOBRE ELLAS EN POSICIÓN HORIZONTAL, CONFORMANDO UNA CÁMARA.



## **E**

### **ESCAYOLA**

LA ESCAYOLA ES UN PRODUCTO INDUSTRIAL QUE SE OBTIENE DEL ALJEZ, O YESO NATURAL.

### **ESTANCA**

ESTRUCTURA QUE ASEGURA AUSENCIA DE FILTRACIONES Y PENETRACION DE HUMEDAD A SU INTERIOR

### **ESTUCO**

EL ESTUCO ES UNA PASTA DE GRANO FINO COMPUESTA DE CAL APAGADA (NORMALMENTE, CALES AÉREAS GRASAS), MÁRMOL PULVERIZADO Y PIGMENTOS NATURALES, QUE SE ENDURECE POR REACCIÓN QUÍMICA AL ENTRAR EN CONTACTO EL CARBONATO CÁLCICO DE LA CAL CON EL DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) Y SE UTILIZA SOBRE TODO PARA ENLUCIR PAREDES Y TECHOS.

### **EXUDACIÓN**

FLUJO AUTÓGENO DE AGUA DE AMASADO DENTRO DEL HORMIGÓN O MORTERO FRESCO, O BIEN LA EMERGENCIA DE ESTA AGUA DEL HORMIGÓN O MORTERO FRESCO; ES PROVOCADA POR LA SEDIMENTACIÓN DE LOS MATERIALES SÓLIDOS DENTRO DE LA MASA;

### **ESCORIA DE ALTO HORNO**

PRODUCTO NO METÁLICO, COMPUESTO FUNDAMENTALMENTE POR SILICATOS Y ALUMINO-SILICATOS DE CALCIO Y OTRAS BASES, QUE SE PRODUCE SIMULTÁNEAMENTE CON LA FUSIÓN DEL MINERAL DE HIERRO EN UN ALTO HORNO.



## **F**

### **F´Y**

LIMITE DE FLUENCIA DEL ACERO

### **FALSO FRAGUADO**

RÁPIDO DESARROLLO DE RIGIDEZ EN UNA PASTA DE CEMENTO PÓRTLAND, MORTERO U HORMIGÓN RECIÉN MEZCLADO CON UNA EVOLUCIÓN DE CALOR, OTROS TÉRMINOS USADOS PARA EL MISMO FENÓMENO SON ENDURECIMIENTO O RIGIDIZACIÓN

### **FLUIDIFICANTE**

INGREDIENTE QUE SE AÑADE A LOS MORTEROS PARA DISMINUIR EL FACTOR DE FLUENCIA SIN MODIFICAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD.

## **G**

### **GRAM,**

UN TIPO DE TINCIÓN DIFERENCIAL EMPLEADO EN MICROBIOLOGÍA PARA LA VISUALIZACIÓN DE BACTERIAS, SOBRE TODO EN MUESTRAS CLÍNICAS

### **GRANULOMETRÍA**

DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑOS DE PARTÍCULAS EN EL CUAL ESTÁN PRESENTES TODAS LAS FRACCIONES DE TAMAÑO INTERMEDIO, EN CONTRAPOSICIÓN CON LA GRANULOMETRÍA DISCONTINUA.

## **H, I, J, K**



## **L**

### **LAJA**

O PIEDRA LAJA, EN GENERAL, ES UNA ROCA PLANA, LISA Y POCO GRUESA.

## **M**

### **MORTERO**

MEZCLA DE PASTA CEMENTICIA Y AGREGADO FINO; EN EL HORMIGÓN FRESCO, MATERIAL QUE OCUPA LOS INTERSTICIOS ENTRE LAS PARTÍCULAS DE AGREGADO GRUESO; EN LAS CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA EL MORTERO PUEDE CONTENER CEMENTO DE ALBAÑILERÍA O CEMENTO HIDRÁULICO Y CAL (Y POSIBLEMENTE OTROS ADITIVOS) PARA LOGRAR MAYOR PLASTICIDAD Y TRABAJABILIDAD QUE LAS QUE SE OBTIENEN CON EL MORTERO ESTÁNDAR DE CEMENTO HIDRÁULICO.

## **N, Ñ, O,**

## **P**

### **PUZZOLANA**

MATERIAL SILÍCEO O SILÍCEO Y ALUMINOSO QUE EN SÍ MISMO POSEE ESCASO VALOR CEMENTICIO PERO QUE, EN FORMA FINAMENTE DIVIDIDA Y EN PRESENCIA DE HUMEDAD, REACCIONA QUÍMICAMENTE CON EL HIDRÓXIDO DE CALCIO A TEMPERATURAS HABITUALES FORMANDO COMPUESTOS QUE POSEEN PROPIEDADES CEMENTICIAS.

## **Q**



## **R**

### **REOLOGIA**

CIENCIA QUE ESTUDIA EL FLUJO DE LOS MATERIALES, INCLUYENDO ESTUDIOS DE DEFORMACIÓN DEL HORMIGÓN ENDURECIDO, EL MANEJO Y COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN FRESCO Y EL COMPORTAMIENTO DE LECHADAS, PASTAS Y MATERIALES SIMILARES.

### **RESISTENCIA**

EN LOS AGREGADOS, CAPACIDAD DE SOPORTAR LAS ACCIONES AGRESIVAS A LAS CUALES PUDIERA ESTAR EXPUESTO EL HORMIGÓN DEL CUAL FORMAN PARTE, PARTICULARMENTE A LA ACCIÓN AGRESIVA DE LOS AGENTES CLIMÁTICOS.

TÉRMINO GENÉRICO QUE DESIGNA LA CAPACIDAD DE UN MATERIAL DE RESISTIR LA DEFORMACIÓN O ROTURA INDUCIDA POR FUERZAS EXTERNAS.

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

MÁXIMA RESISTENCIA MEDIDA DE UNA PROBETA DE HORMIGÓN O MORTERO A CARGA DE COMPRESIÓN AXIAL; SE EXPRESA COMO FUERZA POR UNIDAD DE SUPERFICIE DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL, TAMBIÉN LA RESISTENCIA ESPECIFICADA QUE SE USA EN LOS CÁLCULOS DE DISEÑO.

### **RESISTENCIA A LOS SULFATOS**

CAPACIDAD DE UN MORTERO U HORMIGÓN DE SOPORTAR EL ATAQUE POR SULFATOS.

### **REVENIMIENTO**

PRUEBA MEDIANTE LA CUAL SE PUEDE MEDIR LA MANEJABILIDAD DE LOS CONCRETOS ANTES DE SER VERTIDOS



## **S**

### **SASCABERAS**

LAS SASCABERAS SON POZAS FORMADAS A PARTIR DE LA EXCAVACIÓN DEL SUELO CALIZO (SASCAB O SAHCAB, EN MAYA), EN LAS CUALES SE HA LLEGADO AL MANTO FREÁTICO SUBYACENTE, DEJANDO LAS POZAS EXPUESTAS.

## **T, U, V, W, X**

## **Y**

### **YERO**

PLANTA HERBÁCEA LEGUMINOSA DE TALLO ERGUIDO, HOJAS COMPUESTAS, FLORES ROSÁCEAS Y FRUTO EN VAINAS INFLADAS; EL YERO ES UNA VARIEDAD DE ALGARROBA.

## **Z**



## BIBLIOGRAFIA

- CEMEX

MANUAL DEL CONSTRUCTOR

ED. PRECESO GRAFICO S.A DE C.V.

- FREDERICK S. MERRIT

MANUAL DEL INGENIERO CIVIL TERCERA EDICION / TOMO II

ED. MC GRAW HILL

- [HTTP://WWW.FING.UNCU.EDU.AR/CATEDRAS/TECNOLOGIA\\_HORMIGON/ARCHIVOS/TP3\\_TDH\\_2008.PDF](http://www.fing.uncu.edu.ar/catedras/tecnologia_hormigon/archivos/tp3_tdh_2008.pdf)

- TECNOLOGÍA DEL CONCRETO TOMO 1 Y 2

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO

ADAM NEVILLE

ED. LIMUSA.

- CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

ALVARO ORTIZ FERNANDEZ

FUNDEC A.C

- EL FERROCEMENTO Y SUS APLICACIONES

ALFONSO OLVERA LOPEZ

I.P.N. 1994



- CONCRETO LIGERO CALCULO FABRICACIÓN DISEÑO Y APLICACIONES.  
ANDREW SHORT  
ED. LIMUSA
- CEMEX  
MANUAL DEL CONSTRUCTOR  
ED. PRECESO GRAFICO S.A DE C.V.
- FREDERICK S. MERRIT  
MANUAL DEL INGENIERO CIVI TERCERA EDICION / TOMO II  
ED. MC GRAW HILL
- [HTTP://WWW.FING.UNCU.EDU.AR/CATEDRAS/TECNOLOGIA\\_HORMIGON/ARCHIVOS/TP3\\_TDH\\_2008.PDF](http://www.fing.uncu.edu.ar/catedras/tecnologia_hormigon/archivos/tp3_tdh_2008.pdf)