

ANTONIO MANUEL HINESTROZA SERNA
Universidad Tecnológica del Choco Diego Luis Cordoba
Docente programa de Arquitectura
Constructor en Arquitectura e Ingeniería
Especialista en Gestión Ambiental
Magister en Proyectos de Arquitectura y Urbanismo

TECNOLOGÍA I
Materiales de construcción y construcciones apropiadas al
entorno

Quibdó, 2023

ANTONIO MANUEL HINESTROZA SERNA
Universidad Tecnológica del Choco Diego Luis Cordoba
Docente programa de Arquitectura
Constructor en Arquitectura e Ingeniería
Especialista en Gestión Ambiental
Magister en Proyectos de Arquitectura y Urbanismo

MODULO I

VOLUMEN II

Quibdó, 2023

PRESENTACIÓN

La construcción es una actividad de primer orden en la economía del país, como generadora de empleo y elemento indispensable en los procesos de modernización. Dentro de esta actividad, cada día es más tecnificada y especializada, aumentando los requerimientos de conocimientos y cualidades específicas de las personas que intervienen en ella.

En ese mismo orden de ideas, la comprensión de la construcción I, hace parte esencial para la materialización de una obra en construcción, debido a que esta área exige conocimiento específico para así no caer en supuestos, ya que en la construcción esto implica pérdida de recursos. Por tanto, se requiere de personas capacitadas e idóneas que garanticen la calidad de dicha actividad.

De lo anterior el interés de preparar un excelente recurso humano que pueda garantizar un adecuado manejo de estos materiales, antes y durante la obra. Al mismo tiempo con el estudio técnico, científico e investigativo que se requiera para estos materiales en cualquiera de los puntos cardinales de Colombia.

CONTENIDO

Unidad 1. Materiales para concretos y morteros _____	8
Cementos	
Agua	
Arenas	
Agregados	
Aditivos	
Unidad 2. Concretos _____	25
Estados	
Colocación	
Mezclado	
Transporte	
Curado y protección	
Durabilidad	
Adiciones al concreto	
Control de calidad en obra	
Tipos	
Usos	
Edad	
Dosificación de las mezclas	
Proporción	
Ensayos	
Unidad 3. Morteros _____	69
Tipos	
Dosificación	
Proporción	
Aditivos	
Ensayos	
Unidad 4. Materiales para construir _____	77
Mampostería	
Refuerzo	
Suministro y evacuación de aguas	
Suministro eléctrico	
Pre- acabados	
La estética para la edificación	
Elementos para instalar en sitio	
Soporte para elementos estructurales	
Soporte para la protección superior de la edificación	
Protección superior de la edificación	

Unidad 5. Herramientas y otras para construir _____	105
Herramientas menores	
Maquinarias livianas o equipos	
Maquinarias pesada	
Unidad 6. Materiales sostenibles _____	110
Materiales reutilizados	
Materiales procesados	
Materiales reciclados	
Unidad 7. Construcción apropiada del entorno. _____	119
Generalidades de las construcciones.	
Construcciones del entorno.	
Referencias bibliográficas. _____	142

GLOSARIO.

Abrasión. Acción mecánica de rozamiento y posteriormente el desgaste de un material.

Fraguado. Es el proceso de endurecimiento del concreto.

Cantera. Lugar donde se extrae piedra u otras materias primas de construcción.

Conglomerado. Material constituido por fragmentos o polvo de una o varias sustancias (arena, arcilla, madera, etc.)

Aluvión. Sedimentos arrastrados por una corriente de agua, que quedan depositados en un terreno.

Adherencia. Es la capacidad de pegamiento físico de distintos elementos.

Compresión: Es la resistencia que opone un elemento a dejarse acortar o reducir (comprimir) por la acción de fuerzas externas.

Tracción: Es la resistencia que opone un cuerpo a ser alargado o estirado en el sentido que la fuerza se aplique.

Carga: Peso sostenido por una estructura.

Resistencia. Es la capacidad física que tiene un cuerpo de aguantar una fuerza de oposición por un tiempo determinado.

Tensión. Acción de fuerzas opuestas a que está sometido un cuerpo.

Esfuerzos. Es la fuerza interna que se oponen a deformaciones producidas por las fuerzas externas.

Diafragma. Es un elemento estructural cerrado que reparte las fuerzas en una vivienda.

Torón. Está formado varios cables, los cuales son enrollados helicoidalmente alrededor de un centro, en una o varias capas.

UNIDAD 1.

MATERIALES PARA CONCRETOS Y MORTEROS.

CEMENTO.

Es un material que tiene la propiedad de adherencia o de unir, el cemento que usamos frecuentemente es el Portland, resultado de la calcinación de la piedra caliza y arcilla adicionándole yeso. Esta mezcla se realiza en plantas industrializadas conformadas por trituradoras, mezcladoras de pasta, hornos, molinos y empacadoras hasta ofrecernos el cemento en forma de un polvo gris o blanco, se venden empacados en sacos aproximadamente de 50 kg. El cemento gris o Portland es el material de mayor consumo en una obra, pues se usa para la preparación de morteros y concretos, con el cual se construye el 80% de los trabajos de una obra.

La unidad de medida del cemento es en kg (kilogramo)

Algunas recomendaciones.

- Almacenar en un lugar seco y ventilado, bajo techo, protegido de humedad y evitando el contacto con el agua.
- El cemento blanco, dado su menor tamaño de partícula, puede ser más sensible a la humedad.
- Conservar los sacos sobre estibas y no sobre el suelo.
- Consumir el mismo día en que fue abierto el saco.
- Revisar y aplicar la NTC 3318 y la norma sismo resistente vigente en Colombia para establecer los requerimientos de: producción, calidad y durabilidad, en caso que este tipo de cemento se utilice para la elaboración de concretos.
- No se harán pilas superiores a 10 sacos para periodos de almacenamiento de hasta 30 días, ni de más de 7 sacos para periodos más largos.

Tipos de cementos.

Hoy en día se fabrican diversos tipos de cementos para satisfacer diferentes necesidades y para cumplir con propósitos específicos como para entrepisos, represas, pavimentos, morteros entre otras.

Figura 1

Cemento gris, uso general



Fuente: https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2021/10/02_FT-CEMENTO-GRIS-USO-GENERAL-140421.pdf

Cemento gris, uso general (UG)

Se usa para la elaboración de morteros, lechadas y concretos, utilizados para la construcción en general. Su presentación en sacos de: 1 kg - 5 kg - 25 kg - 50 kg.

Se aplica en:

- Todo tipo de elementos de concreto que no requieran características especiales.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano formato.
- Reparaciones, remodelaciones, pequeñas obras y diversas aplicaciones domésticas.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Preparación de morteros para mampostería, enchapes, acabados, recubrimientos y morteros de relleno.

Figura 2

Cemento blanco, uso general



Fuente: https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2021/08/CEMENTO-BLANCO-USO-GENERAL_180821.pdf

aplicaciones especiales.

Morteros para mampostería, pega de cerámicos, enchapes, acabados, recubrimientos interiores y para fachadas.

- Morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano formato con fines estéticos, ornamentales y de acabado.
- Concretos para elementos arquitectónicos (claros, blancos, coloreados) que no requieran características especiales.
- Reparaciones, remodelaciones, pequeñas obras y diversas aplicaciones domésticas.
- Seguridad y señalización institucional y en infraestructura
- Esculturas, arte en concreto, artesanías, elementos decorativos.

Cemento blanco, uso general

Es un cemento Portland, que excepto por el color, tiene las mismas propiedades del cemento gris, permitiendo no sólo los usos tradicionales sino también aplicaciones en acabados arquitectónicos. Su presentación es sacos de: 1 kg – 5kg - 20 kg - 40 kg.

Se aplica en:

- Elementos con valor estético y funcional en arquitectura, seguridad y

Figura 3

Cemento uso estructural



Fuente: <https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2021/09/FT-CEMENTO-ESTRUCTURAL-MAX-140521.pdf>

requieren una mayor resistencia inicial.

- Elementos de concreto pretensado y postensado.
- Diversos formatos de prefabricados con altas prestaciones estructurales.

Figura 4

Cemento uso especializado mampostería



Fuente: https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2021/10/02_FT-CEMENTO-USO-MAMPOSTERIA-TIPO-S-140421.pdf

Cemento estructural, uso especializado.

Es un cemento especial para la producción de concretos estructurales, tales como los destinados para columnas, vigas, entrepiso, muros y cimentaciones, en todo tipo de edificaciones y obras de infraestructura.

Su presentación es en sacos de 42.5 kg.

Se aplica en:

- Concretos para pavimentos y pisos industriales.
- Producción de concretos que requieren una mayor resistencia inicial.
- Lechadas de inyección.

Cemento uso mampostería, tipo S

Es un producto especial para preparar morteros de mampostería con requerimientos NO estructurales. Diseñado para mejorar la trabajabilidad del mortero y la retención de agua.

Su presentación es en sacos de 42.5 kg.

Se aplica en:

- Elaboración de morteros para pega de ladrillos y bloques.
- Elaboración de morteros para pañete o revoque de muros interiores, exteriores y acabados arquitectónicos.
- Aplicaciones exclusivas de pega, pañete y morteros de piso, debido a que por su resistencia y contenido de aire no es un cemento para uso estructural.

Figura 5

Cemento verde



Fuente: <https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2021/03/FT-CEMENTO-VERDE2-150321.pdf>:

Cemento verde.

Es el cemento gris de uso general, el cual reemplaza un porcentaje de Clinker (es el principal componente del cemento Portland), como materia prima, y a este se le adiciona puzolanas artificiales (son materiales naturales o artificiales que contienen sílice y/o alúmina) este es fabricado a través de un proceso que logra la reducción de emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) en un 38% y menor consumo de energía en su producción en un 30%. Por tales razones se le ha

denominado cemento verde amigable con el medio ambiente.

Aplicaciones.

- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Reparaciones, remodelaciones, pequeñas obras y diversas aplicaciones domésticas.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano formato.
- Preparación de morteros para mampostería, pega de cerámicos, enchapes, acabados, recubrimientos y morteros de relleno.

- En general, todo tipo de elementos de concreto que no requieren características especiales.

Algunos beneficios.

- Posibilidad de obtener puntos Leed, el sistema de construcción de edificios sostenibles.
- Cemento con mejores desempeños por durabilidad al trabajar con cualquier tipo de agregados.
- Permite una mezcla manejable, homogénea, de buena trabajabilidad y adherencia.
- Al utilizar Cemento Verde, la constructora demuestra su compromiso con el cuidado del planeta.

Figura 6 *Cemento uso estructural*



Cemento estructural Max.

Brinda una eficacia adecuada y un aumento considerable en la resistencia a edades tempranas y a edades finales del concreto. Se consigue en sacos o bultos de 42.5 Kg.

Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/363656/cemento-argos-estructural-425kg/363656/>

Algunas aplicaciones.

- Efectivo para estructuras de concreto para usarla casi inmediatamente
- Reconstrucción de tipo estructural.
- Pavimentos, pisos industriales entre otros.
- Inyecciones de lechadas (concreto líquido).

Algunas características de sostenibilidad.

- El saco o bulto vacío, se puede devolver a la empresa donde se le realizara un adecuado aprovechamiento ambiental.
- Este producto es fabricado con mínimas exposiciones de Compuestos Orgánicos Volátiles.
- Se fabrica con materiales reciclados, con lo cual disminuye la utilización de recursos naturales no renovables.

Figura 7 Cemento estructural



Fuente:
<https://www.argos.com.pa/catalogo/cemento/estructural/>

presentación es en sacos de 42.5 kg.

Cemento gris de uso estructural.

Este cemento cumple con la norma DGNTI-COPANIT 5-2019 como cemento tipo HE, las materias primas y las adiciones utilizadas para este cemento presentan altos estándares de calidad controlados durante el proceso de producción logrando importantes beneficios medio ambientales como la reducción en el consumo de productos combustibles y disminución en las emisiones de dióxido carbono. Su

Algunas aplicaciones.

- Preparación de morteros y concretos estructurales en los que se requieren altas resistencias iniciales.
- Elaboración de concretos para la construcción en general.
- Elaboración de concretos de tipo estructural como vigas, columnas, entrepisos, muros, cimentaciones entre otros.
- Producción de concretos premezclados.
- Elaboración de bloques estructurales.

AGUA.

Para la elaboración de mezclas (concretos y morteros) el agua adecuada o indicada es la cruda o en forma natural o la que recogemos de la lluvia, en todo caso si se utiliza agua cruda debe cuidarse que no contenga barro (arcilla disuelta) y mucho menos materia orgánica (hojas, ramas de árboles). Algunas aguas contienen sustancias nocivas como: aceites, sales, químicos entre otros, afectan la resistencia y el fraguado del cemento en el concreto. El agua en la mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación (es aquella en la que el cemento se transforma en un agente aglomerante es cual une dos o más materiales) del cemento y hacer la mezcla manejable.

En la construcción el agua se utiliza casi para todo (mezclas, limpieza). Es muy importante garantizar su suministro y tener buenos elementos de almacenamiento (tanques plásticos o de concreto) los cuales deben poseer elementos para ser tapados, esto deben ser limpiados periódicamente. Si se va a construir en alguna ciudad que dispone de acueducto público se debe solicitar a la empresa de servicios públicos una conexión provisional que es simplemente una conexión sin contador ni matrícula a tarifa fija, esta conexión provisional debe conducir el agua a los elementos de almacenamientos establecidos.

Si se va a construir en alguna ciudad que no disponga de acueducto público, el elemento de almacenamiento de agua debe ser aún más grande o de dimensiones adecuadas, el cual pueda almacenar por lo menos para el consumo de tres días, ya que en muchos casos este suministro será de agua lluvia o en caso contrario el agua será traída desde algún río cercano o fuente cercana.

La unidad de medida del agua es el m^3 y su flujo o caudal se acostumbra a medir en litros por segundo (l/s).

ARENAS PARA LA CONSTRUCCIÓN.

Es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtienen de la trituración de las mismas cuyo tamaño es menor a 5 mm, a estas se les conocen también como áridos, granulares inertes o pétreos, constituyen entre el 70% y el 85% del peso de una mezcla y tiene por finalidad dotarla de ciertas características favorables dependiendo del proceso constructivo (cimentación, columna, viga entre otras) que se quiera ejecutar. No debe tener arcilla, barro o polvo y ni materias orgánicas e inorgánicas. En las obras los áridos deben almacenarse preferiblemente bajo techo y si fuera el caso de ubicarlas en vía pública, colocarle barreras para evitar que las agua lluvias arrastren el material.

La unidad de medida es el m^3 .

Tipos de arenas según su procedencia.

Estas son:

- Arena de peña, cantera o mina
- Arena de río, playa o lavada.

Tipos de arenas según su tamaño.

Para obtener la arena según para el proceso constructivo se realiza el proceso de tamizado o cribado, el cual consiste en la separación de dos sólidos formados por

partículas de diferentes tamaños y la herramienta a emplear es el tamiz. En nuestro medio se extraen las siguientes arenas de los ríos aledaños a la ciudad de Quibdó como: Atrato, río Cabi, río Quito entre otros.

Estas son:

- Arena fina.
- Arena media.
- Arena gruesa.

Figura 8 *Arena fina para revoque*



Fuente: Elaboración propia del autor

Arena fina.

Se usa básicamente para la preparación de la mezcla conocida como mortero. Este mortero se usa para la pega de ladrillos y bloques también para realizar revoques o repello para muros.

Figura 9 *Arena media negruzca*



Fuente: Elaboración propia del autor

Arena media.

Se utiliza en la preparación de la mezcla para construir sobrepisos. También estas se utilizan para la elaboración de bloques y ladrillos. Se encuentra en nuestro medio de dos colores uno negruzco y otro en color rojizo.

Figura 10 *Arena gruesa*



Fuente: Elaboración propia del autor

Arena gruesa o revoltura.

Tiene por finalidad de transmitir ciertas características favorables al concreto, permitiendo una consistencia más espesa para el mismo. Es la indicada para la preparación de mezclas para elaborar concretos destinados a la construcción de elementos estructurales como columnas, vigas de amarre, zapatas entre otras. En nuestro medio se le conoce como revoltura.

Figura 11 *Arena de cascajo*



Fuente: Elaboración propia del autor

Otro tipo de arena.

Cascajo.

Se le llamada cascajo, la cual se extrae de las excavaciones de zanjas para red acueductos, alcantarillado, zapatas, vigas de cimentación entre otras. Se utiliza como arena para relleno de pisos (capas inferiores) entre otras relacionadas.

Figura 12 Tipos de agregados

AGREGADOS.

La materia prima es de origen natural (rocas), este agregado se obtiene mediante procesos de trituración (plantas industriales) que por su tamaño se pueden clasificar en finos y gruesos. También se pueden clasificar por su peso en agregados livianos, nominales y



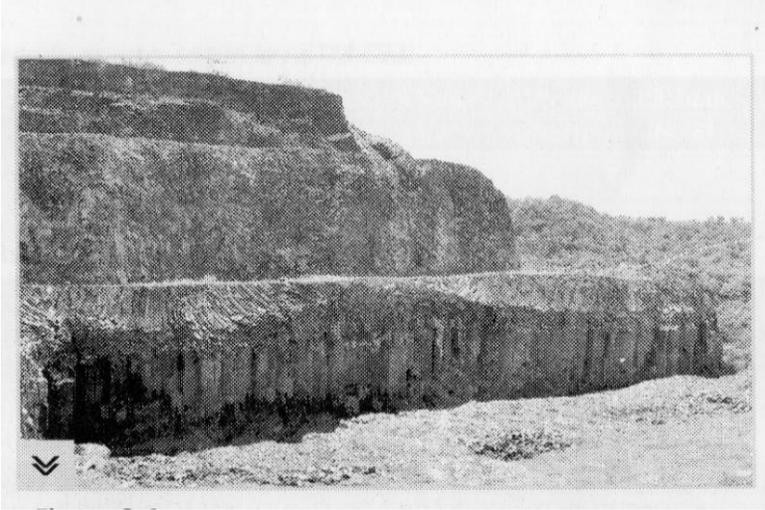
Fuente: <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

pesados. Los agregados gruesos son los que quedan retenidos en el tamiz # 4 o superior y los agregados finos son todos aquellos que pasan el tamiz # 4, pero quedan retenidos en el tamiz # 200 y los que pasan por el tamiz # 200 se considera limos o arcillas no adecuados para la construcción de estructuras.

Funciones de los agregados:

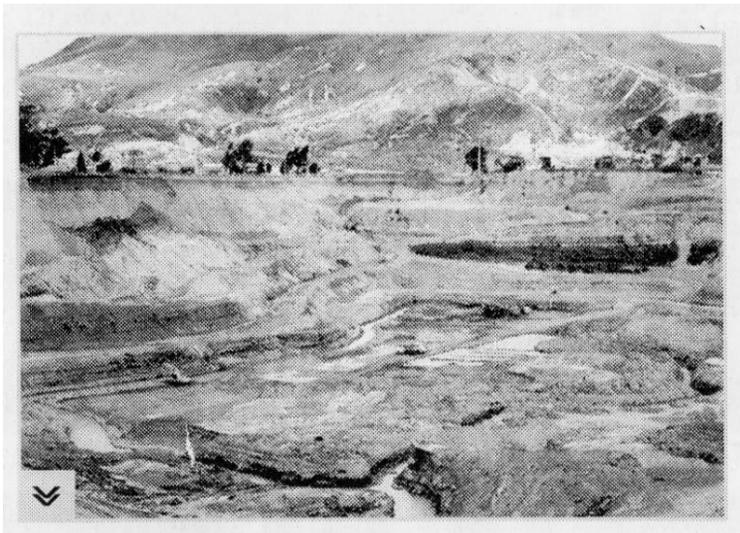
- Proporciona relleno relativamente económico para los productos finales donde se empleen, ejemplo en el concreto.
- Proveer partículas aptas para resistir la acción de las cargas aplicadas al elemento (columna, viga entre otras), la abrasión y la acción de las condiciones climáticas existentes.
- Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento de la pasta de cemento.

Figura 13 *Canteras para extraer agregados*



Fuente: cartilla gestión integral de agregados, colección del concreto, primera edición p.10

Figura 14 *Aluviones o conglomerados para extraer agregados*

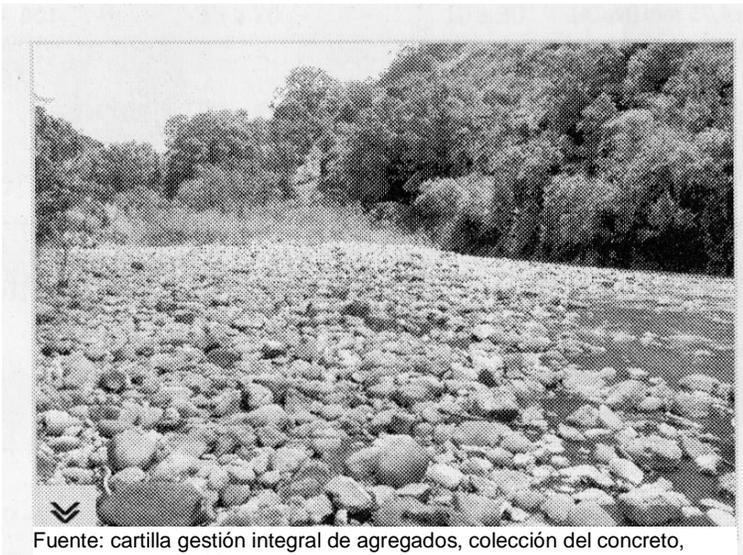


Fuente: cartilla gestión integral de agregados, colección del concreto, primera edición p.10

Materia prima de los agregados.

Este material se extrae de rocas las cuales permiten generar los diferentes tipos de agregados. Estas rocas son: Rocas ígneas, Rocas sedimentarias, Rocas metamórficas, estas se consiguen en los diferentes depósitos como: Canteras (Figura 13), Conglomerados o aluviones (Figura 14) y lecho de río (Figura 15).

Figura 15 Lecho de río para extraer agregados



Fuente: cartilla gestión integral de agregados, colección del concreto, primera edición p.10

Requisitos de calidad del agregado.

Para controlar la calidad de los agregados ya procesados, debe verificarse que las partículas estén limpias de limo, arcilla y de materia orgánica, duras, resistentes y durables, que a su vez desarrollen buena adherencia con la pasta de

cemento o con los otros materiales que se vayan a utilizar. El almacenamiento de agregados se hará en áreas diferentes para cada tipo, estas áreas deben permitir drenados (posibles desagües) y que a su vez permitan conservar los materiales libres de tierras o elementos extraños.

Usos.

Los agregados son utilizados en la construcción para la elaboración de concretos, asfalto, morteros, relleno para afirmados, bases y sub-bases granulares para pavimento entre otros.

Otro tipo de agregado.

Este agregado (no es un agregado como tal) se le conoce como canto rodado o grava.

Figura 16 *Canto rodado de río*



Fuente: Elaboración propia del autor

Canto rodado o grava

Este material no ha pasado por ningún proceso realizado por maquinarias, estos se consiguen en forma natural en las orillas de los ríos, son piedras de un tamaño considerable, que, al ser transportadas por los movimientos o las corrientes de los ríos, estas se fragmentan, por tal razón se

generan en ellas formas casi redondas. Tienen una desventaja se debe realizar minuciosamente un tamizaje (clasificación) para determinar el tamaño adecuado de estas para una mezcla de concreto determinada. Por alguna razón no se tiene arena gruesa, como alternativa se puede mezclar arena media con canto rodado o grava, la cual funcional como si fuera arena gruesa, la desventaja será en el valor de estos dos materiales.

Figura 17 *Tipos de aditivos*



Fuente: <https://blog.paqsa.com.mx/aditivos-para-el-concreto/>

ADITIVOS.

Es una sustancia líquida y en polvo. Esta se adiciona inmediatamente antes o durante el proceso del mezclado del concreto o el mortero, con el fin de aumentarle o adicionales algunas propiedades del material

Solo hasta el siglo XX con la industrialización del cemento y

del concreto, se ha iniciado estudio sistemático de los aditivos para las múltiples aplicaciones que hoy en día tiene el concreto, una mezcla sin aditivos, en muchos casos no es lo recomendado.

Se utilizan con el objeto de modificar las propiedades del concreto o mortero, en estado fresco, durante el fraguado o en estado endurecido, para hacerlo más adecuado según el trabajo o exigencia dada y para que cumpla los requisitos y especificaciones particulares de cada tipo de estructura. Las características logradas mediante el uso de aditivos, que en muchos casos no se pueden lograr por otros métodos o en forma tan económica son las siguientes:

- Reducción del costo de la construcción de concreto.
- Aumentar las especificaciones del concreto
- Asegurar la calidad del concreto en condiciones ambientales severas durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado.

La efectividad del aditivo depende del tipo, la marca y la cantidad de cemento, la cantidad de agua, forma, la granulometría y proporción de los agregados, el tiempo de mezclado, el asentamiento y las temperaturas del concreto y del aire.

Algunos aditivos.

La norma NTC 1299 presenta los tipos de aditivos para concretos y morteros.

Acelerantes. Permiten reducir el fraguado de 60 minutos a solo 2 o 3 minutos, haciendo que se pueda endurecer la mezcla inmediatamente para sellar fugas de agua o para realizar trabajos subacuáticos.

Retardantes. Consiguen lo contrario al anterior, retardan su endurecimiento o fraguado el cual permite un transporte largo desde una planta de preparación

distante hasta un lugar remoto donde se vaciará el concreto o cuando es necesario usar sistemas complejos de transporte que hacen prever demoras en su fundición o vaciado.

Retenedores. Con estos productos se aplica una película que protege el concreto de los rayos solares, impidiendo la evaporación del agua y se consigue realizar un curado adecuado (proceso de endurecimiento del concreto) sin necesidad de agregar o de mantener una capa de agua sobre el concreto. Al cubrir toda la superficie la protege igualmente del polvo y las cenizas que, por una parte, aceleran el secado del agua y, por otra parte, pueden producir efectos químicos colaterales, como lo hacen el polvo de cemento y el hollín.

Plastificantes. Son componentes químicos que permiten agregar más agua para hacer la masa del concreto más líquida y manejable sin alterar con ello los efectos de la relación agua-cemento ni disminuir su resistencia. Estos productos se usan especialmente cuando el concreto se va a bombear y cuando debe llenar espacios muy reducidos o pasar atreves de varillas de refuerzo colocados muy próximos unos a otros, esto evita que se presenten hormigueros que más tarde pueden proporcionar fisuras o grietas y zonas débiles para cargas esporádicas.

Impermeabilizantes. Son aditivos que aumentan la capacidad natural impermeable de los componentes o de los materiales del concreto, impidiendo el paso del agua. Como por ejemplo se elabora mortero integral con el cual se puede hacer barreras al agua, particularmente a las aguas que por capilaridad (sudor) suben procedentes del nivel freático, también son ideales para morteros expuestos a la intemperie o en contacto con el agua y la humedad.

UNIDAD 2.

CONCRETO.

Es un material obtenido de la combinación o mezcla de otros materiales (arena, agregado, cemento entre otros) mezclados en proporción o sea en cantidades correcta dependiendo de su empleo en la construcción de alguna obra. En algunos países a este material se le conoce con el nombre de hormigón. Este material se puede fundir en cualquier molde y tiene la propiedad de convertirse en una masa después del fraguado.

La unidad de medida del concreto es m^3

Ventajas y desventajas del concreto.

Algunas ventajas

- Su resistencia al fuego es muy notable bajo la condición de que la armazón se halle bien protegida por suficiente recubrimiento.
- Se puede fundir en cualquier molde.
- El material es resistente al desgaste e influencia del clima y algo menos a los agentes químicos.
- En forma fundida y también prefabricada se pueden utilizar en construcciones de concreto en cualquier sitio.

Algunas desventajas.

- El concreto dispone de un gran peso muerto más o menos de 2.400 kgf/m^3
- El concreto es inadecuado para construcciones de índole provisional o temporal. La demolición resulta difícil.
- El calor del concreto no es agradable.
- El concreto es un gran conductor de sonido, esta característica es muy molesta y se hace necesario tomar medidas especiales.

ESTADOS.

El concreto se puede encontrar en tres estados, estado fresco, estado fraguado (en proceso de fraguado) y estado endurecido, en estos estados presenta características típicas, las cuales determinan su desempeño. La propiedad que con mayor frecuencia hace referencia es la resistencia a la compresión, debido a que es muy fácil de evaluar y en la mayoría de los casos es suficiente para garantizar un buen comportamiento estructural. Sin embargo, no hay que olvidar que existen otras propiedades que deben ser controladas para mejorar la eficiencia de los procesos constructivos y aumentar su vida útil.

El concreto se elabora con diversos grados de manejabilidad, velocidad de fraguado, durabilidad, masa unitaria, estabilidad de volumen, apariencia y las propiedades adecuadas en estado endurecido como la resistencia. La clasificación en diferentes tipos, usualmente se hace considerando la variación en las propiedades y características del concreto en los diferentes estados, razón por la cual es importante conocer cada una de ellas, así como también las medidas de control que se deben efectuar para garantizar su calidad.

En estado fresco.

Cuando se están mezclando los materiales (arena, agregado, cemento entre otros) que conforman el concreto parece una masa, es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas, y así se conserva durante la colocación y la compactación. Las propiedades en estado fresco deben permitir que se llenen adecuadamente las formaletas y los espacios alrededor del refuerzo (varilla), así como también obtener una masa homogénea sin grandes burbujas de aire o agua atrapada. Es claro que las propiedades del concreto en el sitio no pueden ser obtenidas directamente en su estado fresco, puesto que las características de los elementos estructurales (vigas, columnas entre otros) se ven afectados por las

prácticas en obra. Sin embargo, el control de calidad en este estado es la única herramienta para tomar decisiones rápidas durante su colocación.

Las propiedades del concreto en estado fresco, que pueden ser determinados mediante métodos de ensayo son:

- Trabajabilidad o manejabilidad
- Segregación
- Exudación o sangrado
- Masa unitaria
- Contenido de aire
- Contenido de agua

La trabajabilidad o manejabilidad. Es la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación alguna. La trabajabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y la consistencia o movilidad.

- **La compacidad:** Es la facilidad con la que el concreto o mortero fresco es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y por lo tanto el aire atrapado.
- **La cohesividad:** Es la capacidad que tiene el concreto o mortero para mantener como una masa estable y sin segregación.
- **Plasticidad:** Es la condición del concreto o mortero que le permite deformarse continuamente sin romperse.
- **La consistencia o movilidad:** Es la habilidad del concreto o mortero fresco para fluir, es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados o formaleta que lo contendrán y llenar espacios vacíos alrededor de los elementos que adsorbe.

Segregación. Es la tendencia o disposición de separación de las partículas (arenas, agregados entre otros) gruesas en el momento de estar realizando la mezcla del concreto, esto se presenta por la falta de cohesividad, con lo cual su distribución y comportamiento deje de ser uniforme y homogéneo. Esto conduce a que la no segregación (la unión de las partículas) sea una condición implícita del concreto para mantener una trabajabilidad adecuada.

De otra parte, las principales causas de segregación que se presentan son: la diferencia de densidades entre sus componentes, el tamaño y forma de las partículas y la distribución granulométrica, también pueden influir un mal mezclado, un inadecuado sistema de transporte, una colocación deficiente y un exceso de vibración en la compactación.

La segregación se presenta de dos formas: una ocurre cuando se usan mezclas pobres y demasiadas secas, de tal manera que las partículas gruesas tienden a separarse, bien sea, porque se desplazan a lo largo de una pendiente o porque se asientan más que las partículas finas. Dos se presenta particularmente en mezclas humedad y se manifiesta por la separación de una parte de los agregados.

Para disminuir el riesgo de segregación, se debe tener algunas recomendaciones.

- Dosificar en forma adecuada los materiales,
- Hacer una inspección visual del aspecto de la mezcla cuando se prueban los diseños.
- No arrojar el concreto desde alturas mayores de 1 mts.
- No trasportar el concreto por conductos con cambios bruscos de dirección.
- No esparcir un montón de concreto con el vibrador.
- Reducir las distancias de acarreo del concreto dentro de las obras.

Exudación o sangrado. Se presenta cuando el agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie o a la evaporación de esta agua, en una mezcla de concreto recién

colocado en el lugar establecido. Esto obedece a que los constituyentes sólidos (arenas, cemento, agregados) de la mezcla no pueden retener toda el agua cuando se asientan durante el proceso de fraguado.

Cuando este fenómeno se presenta en una alta tasa, se convierte en poco deseable, especialmente para bombear y dar acabado al concreto, porque la mezcla tiende a pagarse a las tuberías y herramientas con que se proporciona el acabado. Adicionalmente, trae otras consecuencias nocivas, como el debilitamiento de la parte superior de una porción de concreto que se vuelve demasiado humedad y se traduce en disminución de las propiedades del concreto superficial, mayor porosidad, menor resistencia a la abrasión y al ataque de agentes agresivos presentes en el ambiente. Por otro lado, si la evaporación de agua en su superficie es más rápida que la velocidad de exudación, se produce fisuras de retracción.

Otro problema que se crea con la evaporación del agua es que puede quedar atrapada debajo de las partículas gruesas de agregado o del acero de refuerzo, esto genera zonas de baja adherencia y por lo tanto una eventual disminución de resistencia.

Masa unitaria fresca. La masa unitaria del concreto fresco y endurecido depende del tamaño máximo, granulometría y densidad de los agregados, así como también de la cantidad de aire atrapado e incorporado y del contenido de agua y cemento. La densidad y cantidad de cada agregado afecta la masa unitaria del concreto en estado fresco. Cuando estos son de muy alta porosidad, la masa unitaria del concreto puede variar dependiendo del grado de saturación de los agregados antes de la mezcla.

Contenido de agua. Este elemento está presente en todos los tipos de concreto, localizado en los poros no saturables de los agregados y formando burbujas entre los componentes del concreto, bien sea por que es atrapado durante el mezclado o al ser intencionalmente incorporado por medio de agente inclusores, tales como

cementos o aditivos incorporadores de aire. El contenido de aire de un concreto sin agentes inclusores normalmente esta entre el 1% y el 2% del volumen de la mezcla, mientras que en un concreto con inclusores pueden obtenerse cantidades de aire entere el 4% y el 8%.

- **Aire atrapado:** El aire es atrapado de manera natural durante el proceso de mezclado, en algunos casos su contenido se incrementa a consecuencia de una deficiente colocación o compactación. El contenido depende de las propiedades del agregado. Los vacíos dejados por el aire atrapado normalmente tienen diámetros mayores a 1 mm, lo cual es un problema para el concreto, disminuye la resistencia, reduce las secciones efectivas de los elementos estructurales (vigas, alumnas) y causa mal aspecto.
- **Aire incorporado:** Son burbujas microscópicas de aire que se incluyen intencionalmente al concreto durante la preparación, con las cuales se busca mejorar la manejabilidad y disminuir el riesgo de exudación y segregación en estado fresco y aumentar la durabilidad en el concreto endurecido.

Contenido de agua. El contenido de agua es factor determinante para el desempeño del concreto. Cuando se presenta variación en las propiedades en estado fresco, es probable que se debe a un cambio en el contenido de agua de la mezcla, lo cual originaria un efecto desfavorable en las propiedades del concreto endurecido. Para determinar si las variaciones de las propiedades son debidas a cambios en el contenido de agua es importante asegurar que la cantidad real de agua es la estipulada en el diseño.

Uso de aditivos en estado fresco.

Ofrece algunos beneficios. Estos son:

- Aumento de la manejabilidad para el mismo contenido de agua o disminución del contenido de agua para la misma manejabilidad.
- Reducción de la segregación (separación) para mayor cohesividad (une) de la mezcla.
- Aumento de la bombeabilidad, lo que implica menor presión de bombeo para un mismo flujo.
- Aumento del tiempo de manejabilidad.

En estado fraguado o en proceso de fraguado.

Este estado se presenta cuando el concreto empieza a ponerse rígido, o sea cuando ya no está blando. Durante el fraguado el concreto pasa de un estado plástico, donde se deforma indefinidamente por la aplicación de carga (carga viva o muerta), a uno en que se comporta de manera elástica ante la acción de la misma. los cambios que se pueden observar en el concreto durante este proceso son el tiempo de fraguado y la contracción plástica.

Tiempo de fraguado: Al considerar el cambio de estado plástico al endurecimiento del concreto, de acuerdo con la regulación de los tiempos de mezclado, transporte, colocación y compactación, se encuentra que hay ajustar los tiempos a los intereses particulares de las personas que trabajan con este material.

Para el productor, es necesario que el concreto llegué a la obra con el grado de manejabilidad deseado y debe proporcionar la mezcla, para no correr el riesgo que el concreto fregué dentro del camión por demoras ocasionadas por factores externos, tales como tráfico o fallas mecánicas del camión. Para el constructor es importante que el concreto pueda ser vibrado hasta cierto tiempo después de depositado en las formaletas y así remover los encofrados lo más rápido posible para utilizarlos en otros puntos de la obra. Para un prefabricador puede ser deseable que el concreto fragüe rápido para usarlo más veces al día los moldes y poder mover

los elementos prefabricados a los patios de almacenamiento a las pocas horas de vaciado.

La clasificación de acuerdo con el tiempo de fraguado se hace en concretos de fraguado lento, normal y rápido. Los de fraguado lento son aquellos que al incluir un aditivo retardante demoran más en endurecer. Los de fraguado normal son los adicionados con aditivos reductores de agua que endurecen prácticamente con la misma velocidad que un concreto sin aditivo. Por último, los concretos acelerados son los que endurecen más rápido debido a la adición de aditivos acelerantes que permiten que la mezcla fragüe mucho más rápido que una normal.

Contracción plástica: los cambios de volumen producidos durante el fraguado, se manifiestan por la aparición de fisuras y son debidos a una reducción en el volumen del sistema C/A (cemento más agua), causado tanto por el inicio del proceso de hidratación como por la pérdida de agua de mezclado por evaporación. Este fenómeno se conoce como contracción plástica y ocurre con más frecuencia en superficies horizontales en donde la relación volumen/área es baja, también en condiciones climáticas no favorables (alta velocidad del viento, alta temperatura y baja humedad del medio ambiente), al igual que por exceso en la manipulación del concreto durante su colocación, compactación y acabado.

El agrietamiento por contracción plástica es entonces producto del cambio de volumen, ocasionado por la desecación (secado) de la capa superficial del concreto que genera una humedad y rigidez diferencial con su interior. Inmediatamente después de colocado el concreto, los componentes segregarse, si este movimiento presenta alguna restricción como el acero de refuerzo o partículas de agregado grueso, se crean asentamientos diferenciales, los cuales también generan grietas. Por otra parte, si se presentan movimientos no previstos de la formaleta desde el suelo, el concreto presenta deformaciones que no puede absorber y que generan fisuras.

Uso de aditivos en estado fraguado.

Ofrece algunos beneficios. Estos son:

- Retardo o aceleración del fraguado del concreto.
- Retardo o reducción en la generación de calor de hidratación.
- Reducción o prevención de las grietas por contracción.
- Control de la exudación (salida)

En estado endurecido.

Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. El concreto es capaz de soportar grandes esfuerzos compresión (fuerzas que tienden a deformarlo), dependiendo de las propiedades tanto físicas, químicas, mecánicas de sus componentes y de la interacción de cada uno de ellos.

Dentro de las muchas características que posee el concreto se puede mencionar: masa unitaria, las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, acústicas, apariencia entre otras. En general, las propiedades mecánicas del concreto están gobernadas por la resistencia de la pasta endurecida, los agregados y la interface pasta-agregados, las cuales a su vez son modificadas por los procesos de colocación y condiciones del curado.

Resistencia del concreto. Es una habilidad para resistir esfuerzos y de allí que se pueda considerar de cuatro (4) maneras: Compresión, tracción, flexión y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy pocos a los de tracción, razón por la cual, la resistencia a la compresión simple es la propiedad la que se le da mayor importancia. Desde el punto de vista de la resistencia a compresión se considera que un concreto es de resistencia normal cuando no supera los 42 MPa. Por otra parte, actualmente se considera que un concreto es de alta resistencia cuando esta es superior a 42 MPa e inferior a 100

MPa a 28 días. Cuando tienen resistencias superiores a 100 MPa se consideran como de ultra alta resistencia.

Naturaleza de la resistencia. Por su naturaleza, el concreto es una masa endurecida y heterogénea cuya resistencia depende únicamente de los siguientes factores:

- La resistencia de la pasta endurecida.
- La resistencia propia de las partículas del agregado.
- La adherencia entre la pasta y los agregados.

Factor que inciden en la resistencia. En general, el más importante en la resistencia de un concreto totalmente compactado es la relación agua/cemento. Sin embargo, para una mezcla trabajable, bien dosificada y en condiciones normales de mezclado, curado y métodos de ensayo, además de la influencia de la relación agua/cemento, intervienen otros elementos como el tipo y calidad del cemento, las características del agregado, el tipo y cantidad de los aditivos, fraguado y la edad.

la relación agua/cemento (a/c) es una mezcla de mortero o concreto se describe como la cantidad de agua en masa, sin incluir el agua absorbida por los agregados, sobre la cantidad de cemento en masa. La resistencia del concreto esta estrechamente relacionada con la relación a/c , de tal manera, que entre mayor sea el contenido de agua de mezclado, mayor será la cantidad que no se cambia con el cemento, y, por consiguiente, al disiparse la parte de agua evaporable la pasta será más porosa y la resistencia del concreto disminuirá.

En caso contrario si es menor la relación a/c , mayor es la resistencia, sin embargo, al emplear relaciones a/c muy bajas la mezcla se vuelve mas seca y difícil de compactar quedando porosa, al punto que la resistencia comienza a decrecer. Obviamente, cuando la compactación se hace con vibrador, se pueden utilizar relaciones a/c menores que las empleadas con compactación manual. En la

práctica, muchas veces se utiliza materiales con características distintas a las previstas en el diseño de la mezcla, lo que conduce a resistencias distintas con la misma relación a/c. Por esta razón se hace indispensable efectuar ensayos con los materiales que realmente van a ser utilizados en una obra específica, para simular las condiciones a que estará expuesto el concreto y desarrollar graficas que determinan la relación real entre la resistencia y la relación a/c.

Resistencia a la compresión. La compresión se presenta cuando las fuerzas tienden a aplastar al elemento estructural. En términos generales, la gran mayoría de estructuras de concreto son diseñadas bajo la suposición de que este resiste únicamente esfuerzo de compresión, por consiguiente, para propósitos de diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio de calidad y de allí que los esfuerzos de trabajos estén prescritos por los códigos en términos de porcentajes de la resistencia a la compresión.

Resistencia a la tracción. La tracción se presenta cuando las fuerzas tienden a estirarlo o alargarlo. Por su naturaleza, el concreto es bastante débil a esfuerzos de tracción, esta propiedad conduce generalmente a que no se tenga en cuenta en el diseño de estructuras normales. La tracción tiene que ver con el agrietamiento del concreto, a causa con la contracción inducida por el fraguado o por los cambios de la temperatura, ya que estos factores generan esfuerzos internos de tracción.

Resistencia a la flexión. La flexión se presenta cuando las fuerzas tienden a doblarlo. Los elementos sometidos a flexión tienen una zona sometida a compresión y otra zona en que predominan los esfuerzos de tracción.

Resistencia a cortante. La cortante se presenta cuando las fuerzas tienden a cortarlo. La resistencia del concreto a esfuerzos cortantes es baja, sin embargo, generalmente es tomada en cuenta por los códigos de diseño estructural. Este tipo de esfuerzos es importante en el diseño de vigas y zapatas, en donde se presentan en valores superiores a la resistencia del concreto

Uso de aditivos en estado endurecido.

Ofrece algunos beneficios. Estos son:

- Aumento de resistencia en todas las edades.
- Aumento de resistencia a compresión flexión y tracción
- Aumento de la durabilidad o resistencia a condiciones severas de exposición.
- Disminución de la permeabilidad
- Control de la expansión causada por la reacción alkali-agregado.

COLOCACION.

Para evitar la segregación por manipulación excesiva, el concreto debe ser colocado en un sitio tan próximo a su posición final como sea posible, y con una altura de caída menor de 3 m. si la altura es mayor, deberán tomarse medidas, por ejemplo, un sistema de tolva (embudo) que garantice la homogeneidad (que este unida la mezcla) de la mezcla antes de ser colocada.

No deberá colocarse en la estructura concreto que haya endurecido parcialmente o se encuentre contaminado por materiales extraños, ni utilizarse concretos al que después de preparado se le adicione agua para mejorar su manejabilidad, pues se modifica la relación agua/cemento, con serias consecuencias de resistencia, ni concreto que haya sido mezclado nuevamente después de su fraguado inicial.

Además de los programas de trabajo exigidos en el pliego de condiciones, el contratista presentara una secuencia detallada de la colocación de los concretos por semana y notificara al interventor 24 horas antes de cada vaciado, para que este pueda verificar las condiciones necesarias para un vaciado satisfactorio. El contratista no empezara a colocar concreto hasta después de la revisión y aprobación del interventor.

La velocidad de colocación debe ser tal que permita al concreto permanecer en plástico y fluir fácilmente en los espacios entre las barras de refuerzo. Una vez iniciada la colocación del concreto, esta deberá efectuarse de manera continua hasta que se haya colocado completamente el panel o sección, hasta sus límites o juntas de construcción predeterminadas.

El concreto fresco colocado sin compactar contiene aire atrapado en exceso, lo cual va en detrimento de la resistencia; si la mezcla no se vibra el resultado será un concreto poroso, más permeable y por ende menos durable, sin buena adherencia con el acero de refuerzo. Por lo tanto, todo el concreto debe compactarse cuidadosa y ordenadamente durante su colocación, utilizando equipos que permitan su adecuada colocación alrededor del refuerzo, de los elementos embebidos y de las esquenas de la formaleta

Cuando se utilicen vibradores internos para concretos, se debe utilizar el de mayor tamaño y potencia que sea adecuado para cada trabajo. El personal que aplica el vibrador debe ser entrenado y no debe utilizarse el vibrador como herramienta para empujar el concreto dentro de las formaletas. El vibrador interno debe penetrar en el concreto de forma vertical hasta la capa anteriormente compactada y debe retirarse lentamente. No debe apilarse concreto para luego moverlo con el vibrador. Cuando se trate de concreto masivo deben tomarse las precauciones apropiadas para evitar un aumento excesivo de la temperatura del concreto al fraguar. La superficie superior de concreto sobre el cual se colocará más concreto debe ser dejada a nivel.

Antes de colocar en concreto sobre alguna superficie, se debe realizar algunas recomendaciones:

- Todos los residuos deben ser retirados de los lugares que ocupara el concreto.

- Las superficies de concreto endurecido sobre las cuales se vaya a colocar concreto adicional deben estar libres de lechada o de cualquier material perjudicial para la resistencia.
- Las superficies de rocas sobre las cuales vaya a colocarse concreto se limpiarán conservaran libres de aceites, agua estancada o corrientes, lodo, polvo, fragmentos de rocas blandas entre otras.

MEZCLADO DEL CONCRETO.

Uno de los materiales más importantes en la industria de la construcción es el concreto que, según su método de producción, puede ser de tipo premezclado o hecho en obra. Entonces, se debe conocer estos tipos de mezclados del concreto para así tomar la mejor decisión.

Figura 18 Vaciado de concreto premezclado



Fuente: <https://www.mixtolisto.com/que-tipos-de-concreto-premezclado-existen/>

Concreto premezclado.

el concreto premezclado es más que un producto. Es un paquete completo de servicios que proporciona un conjunto importante de beneficios a los constructores o contratistas. Hay muchos condicionantes para producir un concreto de calidad, por lo que su producción debe

considerarse un servicio complejo y de carácter dinámico que tiene que ser elaborado por especialistas en su calidad.

Asimismo, las condiciones para su transporte y utilización son particulares y deben ser cuidadas por todos los involucrados en el proyecto. Para que el concreto premezclado llegue a las obras puntualmente y en buen estado, debe transportarse a un lugar determinado con la frecuencia y con la calidad adecuadas. Este aspecto es de gran importancia y es una responsabilidad logística propia del proveedor (como se observa en la imagen).

Ventajas del concreto premezclado.

Algunas son:

- Considerados avances en la tecnología y el equipamiento en la producción y distribución de concreto.
- No se requiere espacio de almacenamiento para agregados y cemento en la obra, eliminado así, desperdicios en materiales y combustibles.
- Mayor orden y limpieza en la obra.
- Asesoría técnica con personal especializado sobre cualquier aspecto relacionado con el uso, características y aplicación del producto.
- Conocimiento real del costo del concreto.
- Mayores velocidades de colocación y por consecuencia un avance en la terminación de la obra.
- Disponibilidad de equipos para el concreto bombeado.

La ventaja más sobresaliente en el empleo de concreto premezclado es la garantía de su producción en cuanto a las propiedades mecánicas del material, avalada no

solo por un riguroso control mediante continuas pruebas realizadas sobre el producto final, sino por los diferentes procesos de verificación de los componentes, a través de un tratamiento estadístico de los mismos y la capacitación permanente del personal involucrado en dichas tareas.

Concreto hecho en obra o en sitio.

La realización de mezclas manuales de concreto requiere habilidades especiales y cuidado durante el proceso para el control de calidad del concreto fresco. Normalmente, para obtener concreto hecho en obra se mezclan los materiales con ayuda de un mezclador mecánico. Solo en casos muy específicos donde la cantidad de concreto requerida sea menor y las especificaciones de calidad sean bajas, se utiliza la mezcla manual con pala.

Una de las mayores diferencias entre el concreto premezclado y el hecho en obra es el precio. Sin embargo, existen otros aspectos sobre el concreto hecho en obra que pueden ser de vital importancia a la hora de decidir cuál es mejor.

Ventajas del concreto mezclado en obra o en sitio

Algunas ventajas:

- ✚ No existe una garantía de calidad del producto final.
- ✚ Menos durabilidad.
- ✚ Más posibilidad de agrietamientos.
- ✚ Variaciones de la resistencia a la compresión o flexión.
- ✚ Segregación de los materiales componentes.
- ✚ Más contracciones.

- ✚ Aumento de la permeabilidad.
- ✚ Aumento del sangrado.
- ✚ Reducción de la capacidad de adherencia con el acero de refuerzo.
- ✚ Reducción o variación del módulo de elasticidad.

Al conocer las ventajas del concreto premezclado y su comparación frente al hecho en obra, puedes seleccionar de una forma más precisa cuál se adapta más a tus necesidades para así cumplir con todos los requerimientos de forma exitosa. Es importante resaltar que en Colombia existen constructoras que prefieren el concreto preparado en obra y siguen un proceso tecnificado con controles de seguridad.

Algunos procesos son:

- La duración del mezclado debe ser la necesaria para conseguir una mezcla homogénea de los distintos componentes (agua, arenas entre otros) teniendo en cuenta que la mezcladora debe descargarse completamente antes de volverse a utilizar.
- La mezcladora debe ser operada a la velocidad recomendada por el fabricante.
- El mezclado debe continuarse por lo menos durante un minuto y medio después de que todos los materiales estén en la mezcladora, a menos que en un tiempo menor se cumplan los requisitos de uniformidad de la norma NTC 3318.
- El manejo de los materiales, su colocación en la mezcladora y el mezclado deben hacerse de acuerdo con los requisitos correspondientes de la NTC 3318.

- Debe mantenerse un registro detallado que permita identificar:
 - El número de tandas(vueltas) de mezclado producidas.
 - La dosificación de los materiales usados.
 - Localización aproximada dentro de la estructura.
 - Fecha y hora tanto del mezclado como de su colocación.

TRANSPORTE.

El transporte del concreto desde la mezcladora hasta el lugar final de la colocación debe hacerse mediante procedimientos que eviten la segregación o pérdida de materiales. El equipo de transporte debe ser el adecuado para suministrar concreto al sitio de vaciado, sin segregación ni interrupciones excesivas que ocasionen pérdida de manejabilidad entre mezclas sucesivas. Se pueden utilizar bandas transportadoras dispuestas horizontalmente o con una pequeña pendiente que garantice que no se presente segregación, la pérdida de los materiales que componen el concreto, evitando que la mezcla se adhiera a la banda y protegiendo al concreto contra la pérdida de agua o la elevación de la temperatura.

También se pueden utilizar canales metálicos, alineadas y de fondo redondeado con pendiente de 1% a 3%. Canales de más de 6m y con pendientes diferentes a las anotadas se podrán utilizar, siempre y cuando se provea a la descarga un sistema de tolva (embudo) que garantice la homogeneidad de la mezcla antes de ser colocada en las formaletas. Cuando se utilicen bombas para el transporte del concreto, la rata de ser tal que permita la disposición sin crear juntas frías y dando el tiempo necesario para la compactación o vibrado de la mezcla.

CURADO Y PROTECCIÓN.

Para obtener un concreto de buena calidad en cualquier estructura, las labores de acabados deben ser seguidas de una practicas convenientes de protección, en un

medio ambiente propicio (natural o artificial), durante el proceso de cambio del estado plástico al estado endurecido. De igual forma, deben darse las condiciones adecuadas para mantener el concreto a una temperatura y a una humedad satisfactoria, a partir del fraguado final (iniciación del proceso de endurecimiento y desarrollo de resistencia), y durante un tiempo definido, para promover la hidratación del cemento. Este procedimiento de controlar la temperatura y humedad, hacia adentro y hacia afuera del concreto, es que se conoce como el proceso de curado.

Las labores de protección y curado tienen una gran influencia sobre las propiedades del concreto, tanto en estado plástico, como en estado endurecido, particularmente, en lo que se refiere a su fraguado, estabilidad volumétrica, permeabilidad, densidad, resistencia mecánica, durabilidad y resistencia a la abrasión.

Proceso de curado. Se define como el proceso de controlar y mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto, durante la hidratación de los materiales cementantes, de manera que se desarrollen en el concreto las propiedades deseadas.

La mayoría de los concretos en estado plástico contienen una cantidad de agua considerablemente mayor que la requerida para que tengan lugar las reacciones químicas correspondiente y la hidratación completa del cemento. Sin embargo, durante el fraguado se pierde agua por exudación y posterior evaporación o por adsorción de los agregados, las formaletas o el suelo, lo cual puede evitar una completa hidratación. La pérdida de agua también provoca que el concreto se contraiga, creando así esfuerzos de tensión interna que pueden conducir a fisuramientos superficial. Por ello, todas las superficies expuestas deben protegerse de la evaporación de la humedad.

Métodos y materiales de protección y curado. Con estos métodos se puede mantener la presencia del agua y en algunos casos la temperatura favorable en el concreto.

Algunos son:

- Métodos que mantienen un ambiente húmedo mediante la aplicación continua o frecuente de agua por medio de inmersión, inundación, rociado, nebulización de agua o cubiertas húmedas saturadas. Estos métodos proporcionan un cierto grado de refrigeración a través de la evaporación, la cual es benéfico en climas cálidos.
- Métodos que mantienen la presencia de parte del agua de mezclado en el concreto durante el periodo inicial de endurecimiento, mediante materiales que sellan la superficie expuesta, tales como laminas impermeables de papel o plástico o con la aplicación de compuestos químicos para formar membranas impermeables de curado.
- Métodos que aceleren la ganancia de resistencia suministrando calor y humedad adicional al concreto. Esto se logra normalmente con la aplicación de vapor de agua directo, serpentines de calentamiento embebidos en el concreto o formaletas calentadas eléctricamente.
- Concretos autocurados o autocurables, que incluyen aditivos especiales en el diseño de mezcla, los cuales mantienen la humedad necesaria para que la hidratación del cemento no se interrumpa, especialmente durante los primeros días después de colocados. el mantenimiento de la humedad de los concretos autocurados se da de dos formas: evitando que se pierda agua y adsorbiendo humedad del aire.

El método escogido o la combinación de ellos dependerá de factores tales como el tipo de mezcla y sus ingredientes o componentes, el volumen y la forma del elemento, las instalaciones de producción (en obra o en planta), la disponibilidad de elementos y materiales para la protección y el curado, la apariencia estética y los costos del procedimiento. De otra parte, cuando se emplea agua como elemento de curado, esta debe cumplir con los mismos requisitos del agua de mezclado (libre de sustancias perjudiciales). Además, cuando la apariencia sea importante, el agua debe estar libre de sustancias que manchen o decoloren el concreto.

Periodo de curado y temperaturas. El periodo durante el cual el concreto debe ser protegido y curado dependen de muchos factores. entre ellos, el tipo de cemento, el uso de aditivos, las proporciones de la mezcla, el asentamiento y la resistencia requerida, el tipo, tamaño y geometría del elemento, las condiciones ambientales y el grado de exposición durante su vida útil.

Debido a que las labores de protección y curado tienen una gran influencia sobre las propiedades del concreto. Tanto en estado plástico como estado endurecido, particularmente, en lo que se refiere a su fraguado, estabilidad volumétrica, permeabilidad, densidad entre otros. Sin embargo, para cumplir apropiadamente con los tiempos de programación de obra sin extenderse demasiado, deben aplicarse como mínimo las siguientes condiciones:

- En concretos elaborados con cemento tipo I (cemento uso general UG), en climas con temperaturas ambientales superiores a los 4°C, el curado húmedo deberá cubrir un periodo mínimo de 7 días o el tiempo necesario para llegar al 70% de la resistencia especificada a la compresión o la flexión.
- En concretos elaborados con cemento tipo II (moderada resistencia a sulfatos y al color de hidratación) o tipo V (alta resistencia a sulfatos), climas, con temperaturas ambientales superiores a 4°C, el curado húmedo deberá cubrir

un periodo mínimo de 14 días o el tiempo necesario para llegar al 70% de la resistencia especificada a la compresión o a la flexión.

- En concretos elaborados con cementos tipos III (altas resistencias iniciales), en climas con temperaturas ambientales superiores a los 4°C, el curado humedad deberá cubrir un periodo mínimo de 3 días o el tiempo necesario para llegar al 70% de la resistencia especificada a la compresión o a la flexión.
- En concretos masivos elaborados con cementos que tengan desarrollados lentos de resistencia tipo IV (para lograr bajo calor de hidratación), en climas con temperaturas ambientales superiores a los 4°C, el curado deberá cubrir un periodo mínimo de 2 a 3 semanas o el tiempo necesario para llegar al 70% de la resistencia especificada a la compresión o a la flexión.

DURABILIDAD.

Esta característica es la habilidad para resistir la acción del medio ambiente, los ataques químicos, la abrasión y otras condiciones de servicio, de tal manera que sus características y propiedades se mantenga a lo largo de su vida útil.

La durabilidad es una propiedad tan importante como la resistencia misma, y por ello merece que se le considere también con especial interés. Aunque el concreto es un material durable, se puede deteriorar y llega a la falla por un sinnúmero de factores que le pueden afectar, de allí que para el diseño de una estructura de deba conocer muy bien el medio ambiente y las características a las que estará expuesto para de esta manera tomar las precauciones pertinentes.

Influencia del medio ambiente sobre la durabilidad. Es claro que la durabilidad de un elemento en concreto depende de las propiedades del concreto y las prácticas de colocación, pero también es función de las condiciones que lo rodean y por esto

es importante estudiar muy bien el medio ambiente y las características del servicio a las que estará sometido, para utilizar una mezcla económica de excelente comportamiento.

Las condiciones medioambientales que afectan la durabilidad del concreto pueden ser de origen químico o físico. Generalmente, estos factores no se presentan de manera individual, sino que lo hacen en combinación y se manifiestan por la aparición de manchas, eflorescencias o fisuras. Es importante identificar todas las causas potenciales de deterioro antes de definir las características de la mezcla de concreto o las medidas de protección que se deben tomar.

Ataque químico.

estos son:

Ataque por ácidos. Si se revisan los diferentes tipos de cementos se pueden apreciar que ninguno hasta el momento tiene la propiedad de resistir los ácidos, lo que hace suponer que el concreto es relativamente débil al ataque de estos compuestos químicos.

Las fuentes más comunes de ataques por ácidos al concreto se dan especialmente en climas cálidos muy calientes, en los alcantarillados por acción de las bacterias aeróbicas y anaeróbicas, las cuales en ese ambiente de aguas residual generan gas de hidrogeno sulfuroso que se disuelve en el agua, condensada sobre las paredes de conductos y cámaras sobre el nivel de agua residual. Así mismo los ácidos inorgánicos están presentes en la atmosfera (lluvia acida) y los ácidos orgánicos están en las aguas superficiales y freáticas procedentes de las industrias manufactureras, ensilajes agrícolas, productos de fermentación, productos pulpa de madera o caña de azúcar, destilerías entre otros.

Además del deterioro del concreto, cuando este es muy permeable, los ácidos pueden llegar hasta el acero de refuerzo y ocasionar su corrosión, con consecuencias lamentables para la estructura. La resistencia al ataque de los ácidos se puede mejorar si se deja secar el concreto antes de que quede expuesto, ya que se forma una capa de carbonato de calcio que bloquea los poros y reduce la permeabilidad en la parte superficial. Existen también tratamientos superficiales con alquitrán de hulla, pinturas bituminosas, resinas epoxicas, silicofluoruro de magnesio entre otros.

Hay que tener en cuenta que el grado de protección de los diferentes tratamientos varia, por ello es importante que la capa protectora producida por el método utilizado permanezca sin deteriorarse por agentes mecánicos, de la tal forma que se hace necesario inspeccionar y renovar el recubrimiento.

Ataque de sulfatos. Los sulfatos de sodio, potasio y magnesio, presentes en los suelos y agua con álcalis, son muchas veces los responsables del deterioro de las estructuras de concreto. La causa del deterioro puede tener dos orígenes: la primera causa, porque los sulfatos reaccionan químicamente con la cal y el aluminato de calcio hidratados en la pasta de cemento, formando sulfato de calcio y sulfoaluminato de calcio respectivamente. Dichas reacciones van acompañadas de una considerable expansión, que ocasionan esfuerzos de tracción internos y que culminan con agrietamientos y rompimiento de la masa del concreto.

La segunda causa, se presenta cuando el concreto está en contacto con aguas alcalinas, lo cual produce la deposición de cristales de sulfato en los poros y canales capilares como consecuencias de la evaporación. el crecimiento de los cristales tiene lugar cuando se tiene un ciclo de humedecimiento y secado que puede eventualmente llenar los poros y desarrollar presiones suficientes para la rotura del concreto.

Para prevenir el deterioro del concreto por acción de la primera causa, normalmente se utiliza el cemento tipo II (cemento portland puzolana) o tipo V (cemento con alto contenido de alúmina), dependiendo del grado del ataque. Todos los cementos normales desarrollan completa desintegración dentro de uno o dos años, pero con los cementos de bajo contenido de C_3A , la resistencia al deterioro se prolonga q periodos mucho más largos.

La resistencia a la desintegración por el crecimiento de cristales, se logra mediante el uso de un concreto denso, de muy baja permeabilidad, elaborado con una relación agua /cemento baja y preferiblemente con inclusión de aire. El contacto de soluciones acidas y sulfatadas con el concreto se debe evitar o contralar. El mecanismo de deterioro causado por ácidos y sulfatos se produce cuando entran en reacción con el hidróxido de calcio del cemento; proceso que acelera la corrosión del acero de refuerzo.

Reacción álcali – agregado. Es una reacción química que se puede presentar entre agregados que contengan (óxidos de sílice inestables) y el cemento (hidróxidos alcalinos) y que originan expansiones dentro del concreto endurecido. En consecuencia, cuando se requiere aprovechar una fuente de agregados cuyo comportamiento sea desconocidos, es muy aconsejable hacer ensayos petrográficos y exámenes químicos, así como ensayos de expansión de morteros.

Carbonatación del cemento. Este fenómeno sucede cuando el hidróxido de calcio presente en la pasta del cemento, en presencia de agua, reacciona con el dióxido de carbono, produciendo carbonato de carbono, generando así una pérdida de volumen. Esta carbonatación se presenta en la superficie del concreto y su profundidad dependerá de la porosidad de la pasta. Esta reacción conduce al descascaramiento superficial.

Corrosión del acero de refuerzo. El fenómeno de corrosión en el concreto armado se presenta por efectos electroquímicos en presencia de oxígeno y soluciones acuosas de sales, bases, o ácidos en el concreto.

La forma más común de corrosión es causada por el flujo de una corriente generada dentro del concreto, por diferencial de humedades, presencia de oxígeno o concentración de electrolitos. Así mismo, los iones de cloruro de calcio, causan corrosión del acero, produciendo expansión y aparición de esfuerzos de tracción que conllevan al agrietamiento. La NSR-10 estipula valores mínimos de recubrimientos del acero de refuerzo.

Ataque físico.

Estos son:

Congelamiento – deshielo. Al disminuir la temperatura de un concreto saturado, el agua que se encuentra dentro de los poros aumenta volumen por congelación produciendo expansión y fisuras en la estructura. Esta condición se vuelve crítica cuando los ciclos congelamiento – deshielo se hacen repetitivos, porque su efecto es acumulativo.

Humedecimiento y secado. En estructuras hidráulicas (presas, canales, vertederos, bocatomas entre otras) una de las principales causas de deterioro es el continuo humedecimiento y secado, el cual produce expansiones y contracciones creando condiciones de agrietamiento y descascaramiento del concreto, al igual que pueden aumentar la corrosión del acero de refuerzo.

Cuando un elemento de concreto está sujeto a ciclos de humedecimiento y secado, se presenta eflorescencias (es la migración de una sal a la superficie de un material poroso, donde forma un recubrimiento) en las superficies del concreto, las cuales son el resultado de la percolación (paso lento de fluidos a través de materiales

porosos) de agua a través del material de manera continua o intermitente. Las eflorescencias constan de un depósito de sales, que son lixiviados (resulta del proceso de percolación de un fluido a través de un sólido) del concreto y cristalizadas por la evaporación del agua y la interacción con el dióxido de carbono presente en la atmosfera. Las sales típicas son carbonatos de sodio, potasio calcio, siendo el mayor constituyente el carbono de calcio.

La eflorescencia es más un problema estético que de durabilidad, pero indica que está ocurriendo lixiviación dentro del concreto. Su exceso aumenta la porosidad, disminuye la resistencia e incrementa la vulnerabilidad a los químicos agresivos.

Abrasión. La abrasión se ocasiona por fluidos en movimientos que están en contacto con la estructura de concreto, creando fricción o cavitación y producción desgates sobre la superficie de este. En la medida en que la resistencia a la compresión aumenta, se incrementa la resistencia a la abrasión. Esta propiedad es importante en elementos sometidos a tránsito, deslizamientos y rozamiento como son los pavimentos, pisos, túneles y estribos de puentes sujetos a la acción de corrientes de agua, vertederos entre otros.

Fuego. En términos generales, el concreto tiene buenas propiedades de resistencia al fuego, siendo este uno de sus méritos como material estructural. La resistencia a los daños producidos por el fuego es cada vez menor a medida que aumenta el espesor de la estructura.

En el concreto armado sujeto al fuego, las capas superficiales calientes tienden a separarse y descascararse desde la parte de la estructura más fría, en consecuencia, se produce la formación de grietas en las juntas, en las paredes de concreto mal compactadas o en los planos de las varillas de refuerzo. Sin embargo, la pérdida de resistencia comienza aproximadamente a los 330°C y a un a los 500°C se considera que el concreto conserva el 80% de su resistencia inicial.

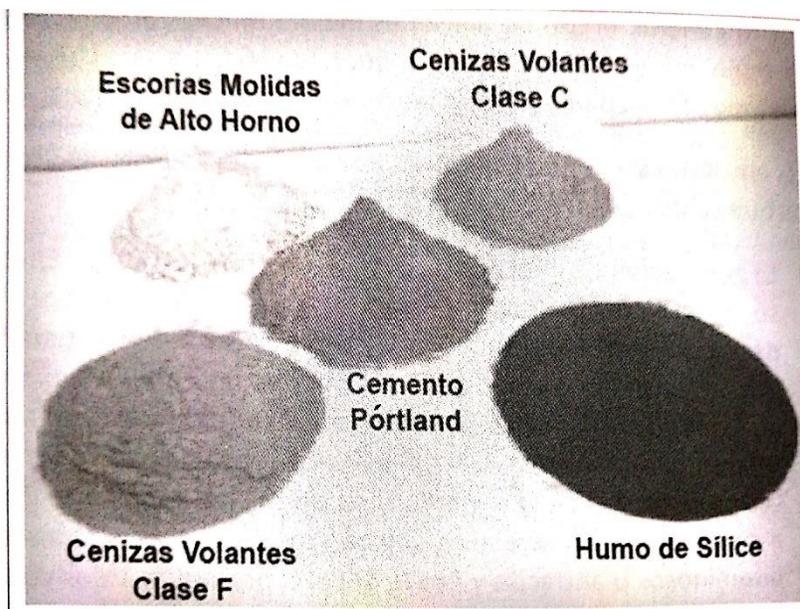
Una vez el refuerzo que da al descubierto, se calienta rápidamente con la consecuente pérdida de resistencia. el acero dulce pierde aproximadamente el 50% de su resistencia a 600°C mientras que el acero prensado sufre la misma pérdida, pero a los 400°C.

La resistencia al ataque del fuego depende principalmente de dos factores: el tipo de agregados y contenido de humedad y el tipo de cemento. Los agregados de menor resistencia al ataque el fuego son los livianos. Esto se debe a que la mayoría de partículas de agregados ligero son manufacturados por un proceso que involucra altas temperaturas. De los agregados naturales se destacan los calcáreos, tal es el caso de las calizas.

El contenido de humedad del concreto también influye en la velocidad de descascaramiento. Algunas estructuras expuestas al fuego muestran que a mayor contenido de humedad del elemento se produce más rápido el descascaramiento. Es posible la elaboración de concretos refractarios. Este se logra con el uso de un

Figura 19

Materiales para adicionarle al concreto



Fuente: Tecnología del concreto, tomo 2, manejo y colocación en obra, tercera edición, p.12

cemento especial con alto contenido de alúmina, el cual produce concretos con una alta resistencia al fuego, pero con el problema de que no puede utilizarse para fines estructurales.

ADICIONES AL CONCRETO.

Son materiales que se emplean en el concreto como material

cementante suplemento y/o como agente de microfiliación. Cuando se emplean como material cementante suplementario, adquieren propiedades hidráulicas al combinarse con el cemento, favoreciendo características de desempeño del concreto tales como el desarrollo de resistencia mecánica, la durabilidad, entre otras.

Si son utilizadas como agentes de microfiliación, actúan como relleno. En este caso, sus finas partículas llenan los vacíos microscópicos del concreto que no pudieron ocupar la pasta y los agregados y, de esta manera, el concreto resultante tendrá una mayor densidad y una menor permeabilidad. Por lo general, el uso de adiciones mejora muchas propiedades deseables en el concreto, por ejemplo, mayor trabajabilidad, menor tendencia a la segregación, mayor resistencia residual posterior a los 28 días, menor permeabilidad, mejor bombeabilidad entre otras.

Las adiciones comúnmente son el residuo o subproducto de diversos procesos industriales.

Algunos son:

La generación de energía eléctrica en centrales térmicas. En este caso las adiciones obtenidas se denominan Cenizas Volantes, las cuales son el producto de la calcinación del carbón utilizado como combustible. Los requisitos para su utilización en el concreto se indican en la norma NTC 3493. Esta norma clasifica las cenizas en tres grupos (N, F y C) las propiedades de las cenizas y su clasificación, varían según la fuente de carbón sometido a combustión. Por ejemplo, las cenizas clase F son obtenidas por la quema de carbones bituminosos o antracita y por lo general presentan bajos contenidos de calcio. En contraste, las cenizas C, provienen de la combustión de carbones sub-bituminosos. La cantidad de las que se emplean en el concreto pueden variar entre 5% y 65% del peso total de material cementante.

La producción de acero. En este caso el subproducto obtenido se denomina Escoria de alto horno. La escoria es un residuo no metálico que se obtiene cuando el mineral de hierro es reducido a hierro dulce. El enfriamiento rápido la pone en forma de gránulos que son normalmente molidos hasta una finura similar a la del cemento portland. Los requisitos para la utilización de esta adición en el concreto se indican en la norma NTC 4018. Esta norma define tres grados para clasificar la escoria 80, 100 y 120, donde el grado más alto es el que presenta mayor reactividad y, por lo tanto, mayor contribución a la resistencia mecánica del concreto. La cantidad de escoria de alto horno que se emplea en el concreto usualmente varía entre 20% y 90% del peso total de material cementante.

La producción de ferrosilicio. El humo de sílice es un material extremadamente fino, con tamaño promedio de partículas alrededor de 100 veces menor que en el cemento. Por tal motivo, suele utilizarse cuando se desea incrementar de manera significativa la resistencia mecánica del concreto o cuando se desea reducir su permeabilidad. Los requisitos para su utilización en el concreto se indican en la NTC 4637. La cantidad de microsilia que se emplea en el concreto usualmente varía entre 5 % y 12% del peso total de material cementante. Por ser un material tan fino, se debe manipular y dosificar siguiendo procedimientos especiales.

Las puzolanas. Pueden ser reactivas tal como se encuentran en la naturaleza debido a su origen, usualmente volcánico, y rápido enfriamiento; sin embargo, en algunas ocasiones requieren ser tratadas mediante procesos de calcinación y molienda para alcanzar propiedades hidráulicas. Los requisitos para su utilización en el concreto se indican en la norma NTC 3493. Muchos materiales tales como el metacaolín, la zeolita, la cascarilla de arroz, la escoria de ferróníquel entre otros, pueden ser categorizados como puzolana si, una vez sometidos a un proceso de transformación, cumplen con los requisitos de la norma mencionada. La cantidad de puzolana que se emplea en el concreto varía bastante dependiendo de su origen.

Las calizas. Sometidas a procesos de trituración y molienda se pueden utilizar como adición. Aunque tienen una reactividad relativamente baja (comparada con la de otros materiales cementantes), pueden reemplazar en bajas proporciones al cemento portland. así mismo, cuando son finalmente molidas, pueden utilizarse como relleno.

La utilización de adiciones en la industria del concreto tiene un enorme impacto ya que permite disminuir el contenido de cemento en determinadas proporciones sin afectar las propiedades del concreto. Este hecho tiene obvias repercusiones en términos de costos de producción, pero además implica que habrá menor utilización de Clinker por cada unidad de volumen de concreto, promoviendo así una reducción de emisiones de CO₂. Por otra parte, el hecho de que en la mayoría de los casos se les está dando uso a materiales que en otros tiempos eran considerados basura industrial, hace pensar que el uso de adiciones es coherente con el termino Ecología Industrial, cuyo espíritu apunta a convertir los sistemas de manufactura lineales y abiertos, en sistemas cerrados donde todo subproducto o residuo tiene opciones de reciclaje.

Se puede afirmar con toda certeza que, debido a la brusquedad permanente de la eficiencia en costos en el sector industrial y a una sociedad que clama por un desarrollo más sostenible, la utilización de adiciones se vuelve cada día más una necesidad y una obligación.

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA.

Independientemente del tipo de proyecto y del esquema orgánico de administración de la obra, en cualquier proyecto de construcción es indispensable que el control de la calidad de los concretos y morteros contemple cinco aspectos fundamentales: definición, obtención, comprobación, demostración y documentación.

En primera instancia, la calidad de las mezclas debe definirse a través de unas especificaciones que sean completas, realistas, aceptables, objetivas, claras y

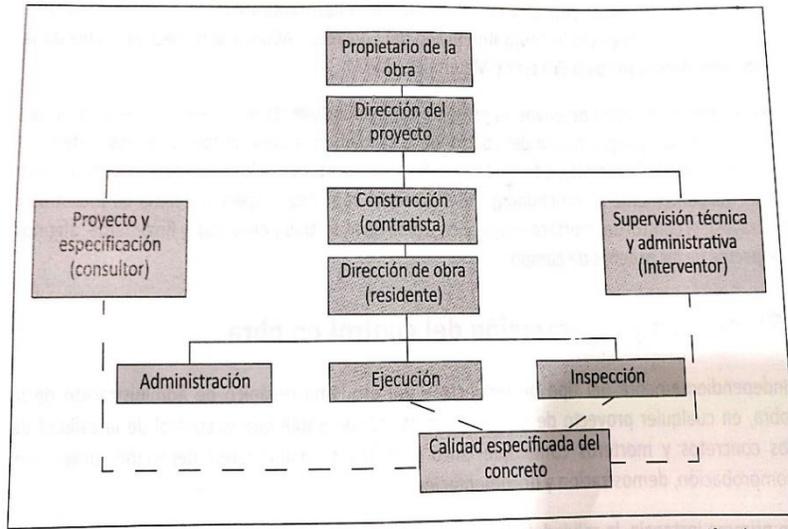
justificables. Pueden contribuir para definir el tipo de mezcla más apropiado a las condiciones particulares de cada obra (mejor calidad, menor tiempo y menor costo). En segundo lugar, la calidad definida debe obtenerse mediante el establecimiento de unas normas apropiadas de producción. es decir que los diseños de mezclas se reproduzcan fielmente en el momento de seleccionar materiales, dosificar mezclar, transportar y colocar los concretos y morteros. Para ello, los fabricantes de la maquinaria de producción o la industria del concreto certificado cuentan con Manuales de Procedimientos.

Como tercera medida, la calidad obtenida debe comprobarse mediante normas de control de producción, que determinen la calidad de las materias primas, del proceso de producción y del producto obtenido. Estas, a diferencia de las normas de procedimiento, deben tener un carácter unificado e independiente del mecanismo o proceso de producción. Un ejemplo de este tipo de norma, es la NTC 3318 concreto premezclado.

Adicionalmente, la calidad debe demostrarse mediante normas de control de recepción, con ensayos que en ocasiones son diferentes a los del control de producción. Por ejemplo, la norma NTC 396 Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Finalmente, todas las actuaciones dentro del proceso de control de calidad deben quedar debidamente documentadas. Es decir, que la información quede apropiadamente registrada, actualizada, organizada, clasificada y archivada para que sea confiable y oportuna la toma de decisiones.

Figura 20

Organización de una obra para obtener la calidad del concreto



Fuente: Tecnología del concreto, tomo 2, manejo y colocación en obra, tercera edición, p.176

Para lograr lo anterior, en la imagen se muestra un modelo de organización que es frecuentemente utilizado durante la construcción de las obras, en donde se observan los principales factores que deben concurrir para que el

concreto alcance la calidad especificada. De otra parte, puede decirse que en toda obra existen dos medios fundamentales e indispensables para ejercer el control del concreto y cuyos objetivos son complementarios, el control de producción (control interno) y el control de recepción (supervisión externa).

Control de producción. El control de producción, también llamado control interno o autocontrol, forma parte de la organización responsable de producir el concreto y, como su nombre lo indica, se lleva a cabo sobre los procesos de producción, mezclado y transporte del concreto o del mortero. Este involucra aspectos tales como:

- Control de nuevos diseños.
- Control de materias primas (agua, agregados, aditivos entre otros).
- Control de calidad del proceso de producción.
- Estudios especiales del proceso de producción.
- Control del producto.

- Metodología del control de calidad.

Control de recepción. El control de recepción, también llamado control de aceptación, supervisión técnica o interventoría, aunque puede seguir diferentes modalidades, normalmente constituye una fiscalización que procede directamente del propietario de la obra y cuya finalidad no solo es comprobar directamente la calidad de las mezclas, si no contribuir con aspectos tales como:

- Revisar los medios de que dispone el productor de las mezclas para evaluar la calidad.
- Juzgar los procedimientos y criterios que aplica el productor del concreto para corregir y ajustar la calidad a los límites previstos.

Cabe resaltar que el Título I de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción sismo resistente (NSR-10) especifica los requisitos bajo los cuales se debe llevar a cabo la supervisión técnica durante la construcción de una estructura. tal supervisión no solo incluye el aseguramiento de la calidad de los materiales, sino también la verificación de la consistencia de la construcción de la estructura con los planos, los diseños y las especificaciones. La supervisión técnica, dependiendo de la voluntad del propietario, puede ser ejecutada por el interventor. la mencionada NSR-10 indica que el responsable de ejecutar la supervisión técnica debe ser un profesional calificado para tal fin.

TIPOS.

Estos son:

Concreto pobre o relleno. Este concreto se utiliza en las cimentaciones como solado, este se aplica entre el suelo y la cimentación para que esta no tenga contacto con el suelo previniendo la contaminación de los agentes químicos del suelo disminuyendo así la resistencia de la cimentación. Este debe tener 10 centímetros de espesor con una resistencia mínima de 70 Kg/cm² o 1000 PSI.

También se utiliza como relleno en la nivelación para tuberías en redes de acueducto o alcantarillado.

Concreto simple. Es el producto o material obtenido de la mezcla de cemento, arena, agregado, agua y algunos aditivos (Acelerantes, retardantes entre otros), se utiliza en la construcción de varias estructuras como bordillos, pisos para edificaciones o para cualquier figura entre otras. La resistencia de este concreto es de 70 kg/cm² igual al concreto de pobre.

Concreto reforzado o hidráulico. Es el concreto simple, pero se le adiciona acero (refuerzo o varilla), estos dos elementos constituyen un matrimonio ideal por que se complementan perfectamente. El concreto simple es un material que ofrece una gran resistencia a los esfuerzos de compresión (es la resistencia que opone un elemento a dejarse acostar o reducir), pero muy poca resistencia a la tensión o tracción (es la resistencia que opone un elemento a ser alargado estirado) por la cual resulta conveniente colocar en las zonas sometidas a tensión y esfuerzo cortante (es la resistencia que opone un elemento a dejarse cortar) una gran cantidad adecuada de refuerzo con el fin de superar estos esfuerzos.

Concreto preesforzado. Preesforzar es generar internamente en una estructura unas fuerzas con las cuales se pretende balancear o equilibrar, parcial o totalmente, las cargas a las que es sometida, y por ende compensar sus efectos. Estas fuerzas se pueden generar antes, durante o después de la aparición de las cargas sobre la estructura. Este concreto se utiliza en toda clase de puentes como puentes de viga prefabricadas, voladizos sucesivos, viga de lanzamiento, atirantados, empujados o lanzados, contruidos por dovelas prefabricadas, vigas cajón entre otros. También para pisos industriales, entresijos, vigas entre otras. Este concreto se divide al momento del tensionamiento de los torones con respecto al vaciado del concreto puede ser: en concreto pretensado y postensado.

Concretos para pavimentos. Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas de los vehículos y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Este se divide en concreto rígido y flexible.

Concreto autocompactante. La tecnología del concreto presenta alternativas que se ajustan perfectamente a requerimientos donde los elementos estructurales tienen cuantías de acero altas, espacios reducidos, formas diversas o simplemente elementos que no permiten una vibración mecánica. El concreto autocompactante, conocido como CAC, es una mezcla capaz de moverse por medio de los elementos que presentan complejidad y no requiere consolidación (tarea que debe realizarse obligatoriamente en los concretos convencionales).

Este concreto es un poco más pastoso, viscoso, y tiene un grado de cohesividad alto. Usualmente no se segrega y puede manejar estándares de asentamiento altos, siendo esta propiedad difícilmente medible mediante un ensayo convencional de asentamiento. Por esta razón los métodos para medir esta especificación cambian y se debe utilizar el método de flujo libre, también conocido como extensión, torta o flujo plástico. En síntesis, el concreto autocompactante es una mezcla que tiene la capacidad de desplazarse en el interior de los encofrados, llenándolos de forma natural, rodeando las barras de la armadura, y consolidándose bajo la acción propia de su peso, sin ayudas mecánicas.

Por ejemplo, cuando un espacio reducido es difícil de alcanzar, queda lleno de barras de acero de refuerzo, el concreto convencional quizás no pueda circular completamente alrededor de cada barra, quedando bolsas de aire ocultas, que podrían hacer que el acero se corroa. Eso no ocurre con el concreto autocompactante, que fluye mejor entre el acero y alrededor de este con menos compactación.

Ventajas.

Algunas son:

- Para el productor de concreto: mezclas de alta calidad y con valor agregado, ahorro en tiempo y dinero a sus clientes (contratistas), mayor rapidez en la operación de sus camiones y uso más eficiente de la flota de entrega, entre otros.
- Por su parte, los contratistas encuentran ventajas en este tipo de mezclas, entre las que se resaltan el incremento de su capacidad para colocar el concreto en lugares de difícil acceso y con altos niveles de acero de refuerzo, incremento de la productividad de los empleados, reducción de la necesidad de reparaciones y nuevos trabajos, eliminación de la vibración mecánica de los elementos, reducción de errores en la colocación del concreto por parte de los operarios, disminución del ruido en el trabajo, uso más eficiente de los recursos de mano de obra, incremento de la seguridad, buen acabado del concreto cuando se requiera, entre otros.
- Permite lograr elementos estructurales más homogéneos y compactos.
- Disminuye la existencia de hormigueos en la mezcla, optimizando el desempeño estructural de elemento.
- Mezcla con alta resistencia a la segregación lo que permite una mayor homogeneidad, aportando al desempeño requerido.
- Permite crear diseños arquitectónicos que no se pueden lograr con concretos convencionales.
- Facilita excelentes acabados en elementos delgados y de formas complejas.

- Alta fluidez que facilita el llenado y la nivelación.
- Debido a la disminución en el proceso de vibrado, se pueden presentar ahorros en equipo y mano de obra.
- Facilita la consolidación de la estructura, especialmente en áreas con gran densidad de acero o encofrados estrechos. Rapidez en el proceso constructivo, aumentando la productividad en la obra.

USOS.

Se establecen algunas obras en las cuales se emplea el concreto con su respectiva resistencia a saber:

Concreto de 215 kg/cm² o 3059 PSI (libra sobre pulgada cuadrada)

Estos concretos son utilizados en:

- Cimentación de tuberías
- Empotramiento de la tubería por profundidad
- Cimentación de losa de fondo de tanques

Concreto de 245 kg/cm² o 3485 PSI

Estos concretos se utilizan en los siguientes componentes estructurales de los tanques y compartimentos estancos:

- Anclajes y apoyos
- Para aliviaderos. Incluye cañuelas elevadas
- Para cabezotes y descoles
- Cordones y cunetas

Concreto de 286 kg/cm² o 4068 PSI

Estos concretos son utilizados en:

- Zapatas, vigas, columnas, losas de fondo y de cubierta
- Cámaras de inspección

- Dinteles y sillares
- Anillos para cámaras de inspección
- Tapas y anillos para cámaras de inspección
- Anclajes y apoyos
- Estructuras que hagan parte de sistemas de tratamiento de aguas residuales
cimentaciones
- Losas de fondo y de cubierta
- Vigas de la losa
- Muros
- Tanques
- Compartimientos esféricos

EDAD.

Normalmente se adopta como patrón la resistencia a la edad de 28 días, habiéndose alcanzado a esa edad gran parte de la resistencia total. Los factores que más influyen sobre la velocidad de endurecimiento del hormigón son las características del cemento, el proceso de curado, agregados y el empleo de aditivos. En el siguiente listado se muestra la resistencia del concreto (hormigón) que se obtiene después de los días 1, 3, 7, 14 y 28.

- 1 día 16%
- 3 días 40%
- 7 días 65%
- 14 días 90%
- 28 días 99%

En los datos anteriormente descritos está claro que las ganancias de endurecimiento del concreto se produce mayormente en los días iniciales después de la colada (los giros que se le da a la mezcla) del mismo, y se obtiene un 90% en tan solo los 14 días y llega a alcanzar un 99% al llegar los 28 días, pero después de

estos 28 días el concreto sigue adquiriendo mayor resistencia, pero ya es mínima a comparación de estos días mostrados anteriormente.

No se tiene un estudio exacto en que tiempo el concreto adquiere su resistencia total, pero se supone que después del primer año está casi totalmente en su punto máximo de la resistencia tomada. Se toma como base del diseño la resistencia que se adquiere a los 28 días porque se llega a un 99% cerca de su total resistencia, porque el tiempo es bastante corto en un proyecto se utiliza la edad final la cual es a los 28 días.

DOSIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS.

Consiste en la cantidad exacta de los materiales con los cuales se prepara una mezcla para un concreto determinado. La dosificación de los componentes del concreto debe hacerse para proporcionar:

- ✓ Manejabilidad y consistencia adecuadas para que el concreto fluya fácilmente dentro de las formaletas y alrededor del refuerzo, en las condiciones de colocación que se usen, sin segregación ni exudación excesivas.

- ✓ Resistencia a condiciones especiales de exposición.

- ✓ Cumplimiento de los requisitos de los ensayos de resistencia.

Cuando se utilicen diferentes materiales para diversas partes de una obra, cada combinación debe estudiarse por separado. La dosificación de los componentes del concreto, incluida la relación agua/cemento, debe hacerse con base en los datos obtenidos en experiencias de obras anteriores o utilizando mezclas de pruebas; con los materiales que se vayan a usar en la obra, o ambos.

Ejemplo:

- Cemento 450 kg o 9 sacos o bultos
- Arena 0.67 m³
- Grava 0.67 m³
- Agua 180 litros

PROPORCIÓN.

Consiste en establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el concreto o hormigón, para obtener la resistencia y durabilidad establecidas para el concreto. Ejemplo

1:2:2 = uno cemento + dos arenas + dos agregados + agua

1:2:3 = un cemento + dos arenas + tres agregados + agua

ENSAYOS.

Los ensayos son pruebas que se hacen para determinar si el concreto funcionara o tendrá un resultado deseado, descritos o plasmados en las especificaciones técnicas y/o planos de la obra a construir. Los ensayos al concreto son el primer paso del desarrollo constructivo que marcará la pauta para un veredicto de calidad y durabilidad de las estructuras construidas con este material. Si se le da la importancia que corresponde, esto permite tomar decisiones para optimizar desempeños y una buena ejecución de los procesos constructivos.

Durante la ejecución de proyectos, en algunos casos, este procedimiento se considera un formalismo que se hace por cumplir, pero no porque su análisis represente importancia para la ejecución de la obra. Sin embargo, este procedimiento es requisito en las licitaciones para obtención de certificaciones o como base para un anticipo económico.

Los ensayos del concreto se realizan en dos estados fresco y endurecido.

En estado fresco. Las propiedades es estado fresco del concreto deben permitir que se llenen adecuadamente las formaletas y los espacios alrededor del refuerzo, así como también obtener una masa homogénea sin grandes burbujas de aire o agua atrapada. Las propiedades del concreto estado fresco, que pueden ser determinadas mediante métodos de ensayo son:

Figura 21

Trabajabilidad
Manejabilidad
(Asentamiento).

La manejabilidad del concreto es usualmente juzgada por un examen visual, debido a que hasta el momento no se conoce ningún ensayo que mida la propiedad de manera directa. Sin embargo, se han desarrollado una serie de ensayos con los cuales se

Cono de abrams con sus elementos



Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Cono_de_Abrams#/media/Archivo:Cono_de_Abrams_01.jpg

puede determinar las propiedades del concreto en estado plástico (fresco) en términos de consistencia, fluidez, cohesión y grado de compactación, es el ensayo de asentamiento.

El asentamiento es una medida de la consistencia de concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica qué tan seco o fluido (húmedo) está el concreto. Este procediendo se realiza por medio del cono de Abrams (foto). La NTC 396 estable el procedimiento para realizar este ensayo.

Otros ensayos son:

- Contenido de agua.
- Contenido de aire
- Masa unitaria (Densidad)

- Exudación o sangrado
- Segregación

Figura 22

Ensayo de compresión simple en probeta cilíndrica



Fuente:
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/muestras-de-concreto-endurecido>

Ensayo en estado endurecido. El concreto es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión, dependiendo de las propiedades tanto físicas, químicas, mecánicas de sus componentes y de la interacción de cada uno de ellos. Dentro de las muchas características que posee el concreto se puede mencionar algunas: térmicas, eléctricas, acústicas, su apariencia entre otras.

La resistencia del concreto es una habilidad para resistir esfuerzos y de allí que se pueda considerar de 4 maneras: compresión, tracción, flexión y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a la tracción, razón por la cual, la resistencia a la compresión es la propiedad a la que se le da mayor importancia.

Desde el punto de vista de la resistencia a compresión se considera que un concreto es de resistencia normal cuando no supera los 6092 PSI, por otra parte, se considera que un concreto es de alta resistencia cuando este supera los 6092 e inferior a 14504 PSI, cuando tienen resistencia superior a 14504 PSI se consideran como de ultra alta resistencia.

Uno de los ensayos en estado endurecido es el de compresión (figura), es la resistencia que se opone un elemento a dejarse acortar o reducir por la acción de fuerzas externas. Se utilizan las normas NTC 550 y NTC 673 en donde se describen los métodos de elaboración para estos ensayos.

Otros ensayos.

- Ensayos de tracción.
- Ensayo de resistencia a la flexión.
- Ensayo de resistencia al esfuerzo cortante.

UNIDAD 3.

MORTEROS.

Los morteros son mezclas de materiales (arena fina, agua, cemento) que en estado pastoso (blando) tienen la propiedad de poderse moldear, de adherirse fácilmente a otros materiales, de unirlos entre sí, protegerlos, endurecerse y alcanzar resistencias. Los morteros varían según los materiales (cemento, arena, cal, yeso) con los que son elaborados y comúnmente se elaboran de forma manual, mecánicamente o bien, premezclados (morteros secos).

TIPOS.

En la actualidad se utilizan dos tipos de morteros el tradicional y los secos:

Mortero de Cemento (tradicional). Es un material de construcción obtenido al mezclar arena fina, agua, cemento y aditivo. Este actúa como conglomerante (unir) elementos como ladrillos, bloques entre otros. Además sirve para revocar o repellar superficies de muros, columnas entre otros.

Mortero seco o mezcla lista. Los morteros secos son el resultado de una mezcla especial de cemento, agregado fino y aditivos de última tecnología. Se utiliza en aplicaciones de mampostería como revoque – pañete y pega de ladrillos, para cubrir o dar acabado final a muros y paredes, también como plantilla para colocación de pisos.

Estos son:

Figura 23

Cemento listo para pega y revoque



Fuente: [https://www.easy.com.co/p/mortero-seco-pegapañete-tipo-s-x40kg-argos/](https://www.easy.com.co/p/mortero-seco-pega_pañete-tipo-s-x40kg-argos/)

Mortero seco pega-pañete o Mezcla lista para Pega-Pañete Tipo S 12.5 MPa

Mezcla lista de materiales en seco, diseñada para producir morteros para una función multipropósito de pega y revoque / pañete de unidades de mampostería, bloques de concreto y arcilla.

Ofrece alta trabajabilidad, adherencia y facilidad para transporte, mezclado y aplicación. Esta mezcla, con una óptima adición de agua, ofrece alta trabajabilidad, adherencia y facilidad de colocación. Las especificaciones del mortero seco pega tipo S cumplen con los valores de la Norma Técnica Colombiana NTC 3356.

Aplicaciones:

- Pega de unidades de mampostería.
- Revoque o pañete de muros y elementos interiores y exteriores.
- Acabados arquitectónicos.

Figura 24

Cemento listo para mortero seco



Fuente: <https://colombia.argos.co/nuevos-productos-soluciones-innovadoras/>

Técnica Colombiana NTC 3356

Mortero Seco Pega Tipo M

Mezcla de materiales en seco diseñada para producir morteros con aplicaciones estructurales como pega de unidades de mampostería de ladrillos y bloques. Con una óptima adición de agua, este producto ofrece alta trabajabilidad, adherencia y facilidad de colocación. Las especificaciones del mortero seco pega tipo M, cumplen con los valores de la Norma

Aplicaciones:

- Pega de bloques y unidades de mampostería estructural en general, como muros y/o muros confinados donde es necesario mayor resistencia.
- Mampostería reforzada, muros confinados y aquellos elementos que requieren atender cargas en su plano, adicionales a su propio peso.

Figura 25

Cemento listo para mortero seco pañete



Fuente: https://colombia.argos.co/wp-content/uploads/2021/10/FT-MORTERO-SECO-TIPO-N_111021.pdf

sistemas

Mortero Seco Pañete Tipo N 7.5 MPa

Mezcla lista para usar, creada específicamente para revoques o pañetes de superficies de bloques de concreto y arcilla. Altamente trabajable, con buena adherencia y fácil de usar. Las especificaciones del mortero seco para pañete tipo N cumplen con los valores de la Norma Técnica Colombiana NTC 3356.

Aplicaciones

- Revoque o pañete de muros interiores y exteriores.
Acabados arquitectónicos.
- Pañete de cielos y superficies de concreto como pantallas, columnas y industrializados.

Beneficios del mortero seco

- Mezcla lista para usar. De esta manera se evita el manejo de arena, aditivos, sustancias químicas, inventarios y errores en la dosificación de aditivos.
- Fácil preparación y estandarización de las mezclas de mortero porque tiene la dosificación adecuada para cada aplicación y solo se necesita adicionar agua, según indicaciones de la ficha técnica y el diseño de la mezcla.
- Bajo porcentaje de desperdicio.
- Tiempo de manejabilidad superior, gracias a la incorporación de aditivos de última tecnología.
- Mayor adherencia a las unidades de mampostería.
- Gracias a su rendimiento, puede incidir en la disminución de los costos totales de la ejecución en obra.

- Permite obtener mejores acabados finales que el mortero convencional preparado en obra.
- Reducción de los fenómenos de fisuración, gracias a la mayor retención de agua en la mezcla.
- Mayor rendimiento en comparación con un mortero preparado en obra y otros morteros secos disponibles en el mercado.

El mortero utilizado como pega llenara completamente los espacios entre los elementos de mampostería (ladrillos y bloques) y tendrá una composición tal, que su resistencia en estado endurecido se aproxime, lo más posible, a la de los elementos de mampostería que une. El mortero usado como revoque o repello tendrá la plasticidad y consistencia necesaria para adherirse a la mampostería de tal forma, que resulte un conjunto monolítico. Este mortero debe cumplir con unas condiciones de calidad establecidas para ser utilizados en los procesos constructivos mencionados anteriormente.

DOSIFICACIÓN.

Es la cantidad exacta de los materiales con los cuales se prepara una mezcla para un mortero determinado. Ejemplo

- Cemento 450 kg o 9 sacos o bultos
- Arena 0.67 m³
- Agua 180 litros

PROPORCIÓN.

Consiste en establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el mortero para obtener la resistencia establecida. Por ejemplo

1:2 = uno cemento + dos arenas + agua

1:3 = un cemento + tres arenas + agua

ADITIVOS.

Los aditivos utilizados para concretos se pueden utilizar también para morteros además de los siguientes.

Algunos son:

Aditivos para agarre. Mejoran la adherencia del mortero y del revestimiento que se va aplicar, bien sea en azulejos y baldosas como en plaqueta decorativa, mallas decorativas entre otros.

Puentes de unión. Mejoran la adherencia entre morteros, o para aplicaciones en superficies como ladrillos o bloques.

Anticongelantes. Facilitan la manejabilidad del mortero en climas fríos, manteniendo sus prestaciones y evitando la cristalización del agua que contiene la mezcla.

ENSAYOS.

Algunos son:

Figura 26

Aparato de vicat modificado



Fuente:

<https://www.pinzuar.com.co/pinzuar/es/productos/concretos/propiedades-fisicas-y-quimicas-del-cemento/aparato-vicat-modificado/>

Consistencia. La consistencia del mortero es medida a través del cono de penetración, el cual consiste en un aparato de Vicat modificado, que permite conocer la uniformidad de la cantidad de mezcla preparada por un mezclador y qué tan seca o qué tan húmeda está la mezcla del mortero. La determinación de consistencia por el cono nos permite medir el ajuste de la cantidad de agua para todos los morteros y por lo tanto es importante tenerlo en la serie de ensayos previos a la

construcción.

Retención de la consistencia. La retención de la consistencia es empleada sobre las muestras de mortero alteradas e inalteradas y proveen un medio para establecer las características de fraguado y endurecimiento a temprana edad. Puesto que los ensayos de laboratorio son efectuados bajo condiciones climáticas estables, los resultados del ensayo de retención de consistencia, reflejan el comportamiento del sistema de morteros bajo ensayo.

Retención de agua. Es la habilidad que tiene el mortero para retener el agua de mezcla cuando es sujeto a fuerzas de absorción. Esta capacidad de retención de agua en campo, se evidencia cuando después del contacto entre el mortero y una unidad de mampostería de alto grado de absorción, esta conserva la trabajabilidad.

Los morteros que tiene baja retención de agua pierden rápidamente el agua de mezcla y hacen que la colocación de unidades de mampostería sea difícil, mientras que los morteros de alta retención hacen muy fácil la colocación de unidades de mampostería.

UNIDAD 4.

MATERIALES PARA CONSTRUIR

MAMPOSTERÍA (MUROS).

La mampostería se le llama así al proceso constructivo de levantar un muro con elementos modulares llamados ladrillos y/o bloques en una obra en construcción como un edificio, vivienda, escuela entre otras. Esta tiene la función de cercar, separar y proteger sus espacios interiores y a la vez de separarlos o dividirlos interiormente.

Estos pueden ser no estructurales los cuales no soportan cargas de los elementos estructurales de la construcción (viga, entepiso, techo, cubierta entre otros) se les conoce como mampostería de división o muros divisorios y estructurales que soportan cargas de los elementos estructurales que hacen parte de la construcción mencionados anteriormente, estos se conocen como mampostería medianera o muros de carga.

La mampostería exterior debe ser capaz de resistir carga eólica (vientos) horizontal. Estos sirven como un escudo protector contra el clima, su construcción debe controlar el paso del calor, así como la filtración de aire, sonido, humedad y vapor de agua entre otros.

Los materiales son:

Mampuestos.

Elementos modulares con medidas o dimensiones establecidas para conformar los muros. Estos se fabrican de dos maneras: una manual por medio de un molde el cual se le introduce una mezcla (cemento, arena media y agua) posteriormente se presiona o se golpea con un elemento sólido (pala u otro elemento) y se obtiene el elemento luego se exponen al sol por un periodo de tiempo determinado.

La otra forma es por medio de máquinas bloquera, la cual puede fabricar 360 a 36000 bloques/hora dependiendo de la máquina, su rendimiento y calidad aumentan considerablemente que los fabricados manualmente, estos se les conoce como vibrados. Una vez fabricados se deben colocar al sol, además se les debe

Figura 27

Bloque de cemento



Fuente: Elaboración a partir del autor

rociar agua para así tener una mayor resistencia.

La unidad de medida es la unidad

Tipos de mampuestos.

Estos son:

Bloques de cemento con dos huecos.

Estos son fabricados con una mezcla de cemento, arena media y agua. Se consiguen con medidas:

40 x 21 x 14 cm textura lisa prensados y vibrados. Textura rustica es construido en formaleta de metal manualmente con medidas de 38 x 18.5 x 12 cm. estos se utilizan en: muros medianeros o de carga.

Figura 28

Ladrillo de cemento



Fuente: Elaboración a partir del autor

construcción de entrepisos o sea cumple la función de aligerante la cual es de rebajar el peso del entrepiso e incrementar el espesor para darle mayor rigidez transversal al mismo. En nuestro medio se le conoce como plancha.

Ladrillos de cemento con dos huecos.

Estos como los bloques se fabrican los mismos materiales. Se consiguen con medidas de 37 x 18 x 9 cm textura rustica, se utilizan en muros divisorios o para mampostería no estructural las cuales no soportara ningún tipo de carga. También se utilizan como elemento adicional para la

Figura 29

Ladrillo macizo



Fuente: Elaboración a partir del autor

Ladrillo macizo de cemento sin huecos.

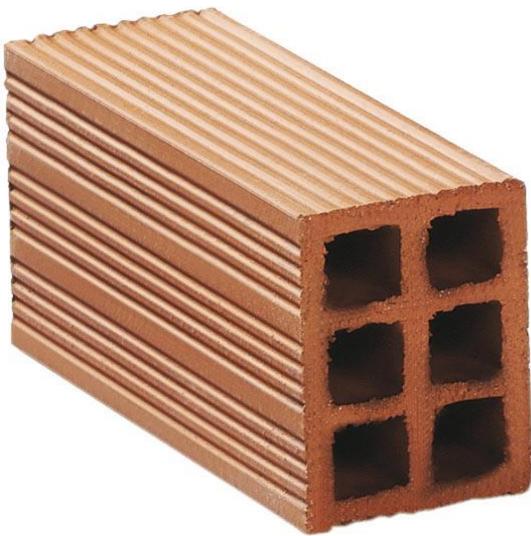
Se fabrican con los mismos materiales de los ladrillos con huecos, además tienen las mismas dimensiones de los anteriores. Se utilizan en la construcción de muros de contención para resistir cargas muy mínimas, estos se instalarán en forma horizontal o acostado.

Mampuestos de arcilla o adobes.

Estos son fabricados básicamente de arcilla (barro) extraída de canteras. Por medio de un proceso de selección de material, se moldea en máquinas y posteriormente son llevados a hornos los cuales los cocinan literalmente o donde quedan expuestos a altas temperaturas las cuales les permite obtener la resistencia adecuadas para así ser utilizados en muros o en mampostería estructural y no estructural.

Figura 30

Bloque de arcilla de 6 huecos



Fuente: <https://www.incergalb.com/product/L6HER>

Tipos de mampuesto de adobe.

Estos son:

Bloque de perforación horizontal de 6 huecos.

Es un elemento modular, sus perforaciones pasan de un lado a otro, se utiliza como mampostería estructural, muro de carga o muro medianero el cual soportara las cargas de los elementos estructurales. Su cara superior e inferior son ranuradas para la adherencia del mortero de pega.

Sus caras laterales (izquierda y derecha) también son ranuradas para que haya una mayor adherencia para el mortero de revoque o repello. Este tiene medidas de 30 x 30 x 10 cm y 40 x 40 x 10 cm, con el revoque o repello nos dará el espesor del muro.

Figura 31

Ladrillo de arcilla de 3 huecos



Fuente: <https://tsj.com.co/producto/3-huecos-liviano/>

Figura 32

Ladrillo de arcilla de 6 huecos



Fuente: <https://tsj.com.co/producto/6-huecos-liviano/>

Ladrillo perforación vertical de tres huecos.

Este tiene medidas de 10 x 20 x 40 cm su textura es ranurada en sus caras superior e inferior también sus caras laterales para una mayor adherencia para la pega y el revoque.

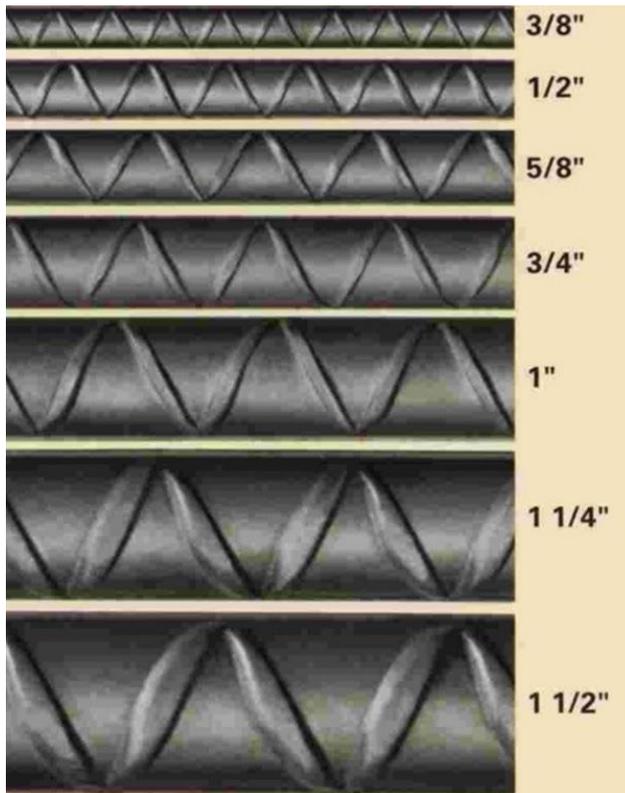
Estos adobes se consiguen por pedidos realizados según las necesidades para los procesos constructivos, ya que estos no se fabrican en la región.

En la región se utiliza en: muros divisorios, como aligerante para conformar entrepisos. Estos ladrillos o bloques se pueden instalar en las fachadas como muros a la vista dándoles a estas un aspecto agradable aplicándole además pinturas como barniz u otras.

Existen otros adobes con 6 huecos con dimensiones (alto, largo y ancho) variables, para el uso establecido según el proceso constructivo como muros divisorios y/o aligerante.

Figura 33

Varillas de refuerzo con sus diámetros



Fuente: <https://materialesmonterrey.com/product/varilla/>

VARILLAS DE ACERO O REFUERZO.

Es el material de uso más frecuente en la construcción contemporánea. Se emplea en forma de varillas (refuerzo) con diámetros de $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{8}$ - $\frac{1}{2}$ - $\frac{5}{8}$ - $\frac{3}{4}$ - 1" entre otros y largos o longitudes de 6, 9, 12 y 14 metros. Para la construcción se utilizan varillas redondas corrugadas. La NTC 2289 establece las varillas para la construcción.

Las varillas de construcción constituyen una materia prima indispensable para las obra de concreto reforzado en Colombia, estas deben cumplir con normas, estándares de calidad y requisitos

técnicos que garanticen la seguridad para las personas que habitan una edificación (edificios, finca, estadio entre otras) contemplados en la Norma Colombiana de Sismo Resistencia se destinan o están fabricadas exclusivamente al mercado colombiano, también están bajo la normatividad colombiana, basadas en los estudios del riesgo sísmico de nuestro país.

En la industria de la construcción, la corrosión constituye uno de los problemas más persistentes y difíciles de solucionar. Prevenirla o combatirla exige destinar grandes cantidades de recursos, aumentando con ello los costos de construcción y manteniendo durante el ciclo de vida de las estructuras. La corrosión se produce por el ataque electroquímico procedente de la oxidación del acero, lo que conduce a una pérdida de resistencia de las barras de refuerzo de este material, al

debilitamiento de la adherencia entre el acero y concreto y, finalmente, a una disminución de las propiedades mecánicas de la estructura.

Figura 34

Varillas de refuerzo de fibras de polímeros compuestos



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-strength-composite-gfrp-rebar-fiberglass-rebar-glass-fiber-reinforced-rebar-1600390009097.html?spm=a2700.details.maylikeexp.7.521d38a0PDag8e>

Para la solución de esta problemática se establecieron las Fibras de Polímeros Compuestos por medio de estas resulto el producto conocido como Polímero Reforzado con Fibra, FRP (en imagen se observan diferentes diámetros). Las cuales, luego de impregnadas, permiten ser moldeadas en forma de barras endurecidas para ser usadas como refuerzo. Se estableció la Norma Técnica Colombiana para este material NTC 6280 Especificaciones para Polímeros Reforzados con

Fibra.

La unidad de medida es el Kg.

PRE-ACABADOS.

Para llegar al acabado final casi siempre es necesario utilizar antes otros procesos constructivos llamados pre-acabados o antes del acabado. Por ejemplo, para construir un piso para el piso de una vivienda primero se debe colocar o instalar un relleno de granular como cascajo, gravilla entre otros, como segundo se instala un mortero de cemento y arena media y tercero pegador para instalar la baldosa, o para colocar una pintura en un muro se necesita un revoque (repello) o estuco para que quede la superficie del muro lisa.

Algunos pre- acabados son:

Revoque (repello, pañete o friso)

Es una capa de mortero (a base de cemento y arena) que se aplica sobre muros y/o cielos (raso o falso), con el fin de hacer más pareja la superficie de soporte. La arena más usada es arena de revoque o arena fina, el espesor varía entre un 1 y 3 cm, la proporción y características de la mezcla dependen del sitio en donde se va a aplicar, siendo el revoque diferente para cielos, fachadas, muros interiores, muros exteriores tales como jardines o elementos mobiliario urbano entre otros. La calidad de los revoques depende de los materiales de la mezcla (arena, cemento y agua) de los morteros anteriormente mencionados y de la superficie donde se aplica.

Algunos tipos de revoques

- Revoque en muros interiores
- Revoque en cielo raso (losa en concreto)
- Revoque en fachadas
- Revoque rustico con gravilla
- Revoque rustico áspero
- Revoque rustico asentado
- Revoque plástico.

Estuco.

Es una capa preparada de yeso, el cual cumple una función de pre-acabado, generalmente es de textura fina o lisa y busca mejorar la base de soporte para la aplicación del acabado final (pintura); el estuco se aplica sobre diferentes superficies tales como:

- Superficies previamente revocadas (cielos y muros).
- Cerramientos en bloque de concreto (sin revoques previos).
- Muros en concreto (sin revoques previos).

- Cerramientos en diferentes tipologías de paneles prefabricados como Drywall, asbesto cemento, etc.

Algunos estucos.

- Estuco tradicional
- Estuco plástico
- Yeso retardado
- Yeso pasado

LA ESTÉTICA DE LA EDIFICACIÓN (acabados).

Son todos aquellos trabajos que se realizan en una obra en construcción para darle terminación a los detalles de la misma quedando ésta con un aspecto estético y habitable. También recibe el nombre de revestimiento, recubrimiento o enchape. Los acabados tienen como función principal la de proteger todos los materiales de obra negra (ladrillos, sobrepisos entre otros) así como de proporcionar belleza, estética y confort.

Algunos materiales son:

Cerámicos (baldosas, tabletas, azulejos)

Estos materiales tienen diferentes usos en las obras en construcción, estos se fabrican como el adobe escogiendo y seleccionando muy bien la arcilla para luego calcinarla dándole un tratamiento especial de alcohol o esmalte a la cara superior que por la acción del fuego obtiene una superficie pulida, generalmente brillante, comúnmente en colores que ofrecen un aspecto muy agradable absolutamente impermeable y fácil de limpiar.

Estos materiales se producen en tamaños, formas y colores muy variados algunos para usos general, otros para usos específicos, unos para interiores, otros para

exteriores, antideslizantes, rugosos, unos habilitados para soportar fricción y rayonados, otros para soportar la acción de los ácidos entre otros. Las cerámicas se clasifican según el tipo de tráfico, de acuerdo al grado de exigencia en su uso definitivo. Estos son:

- Tráfico 1 - Tráfico muy liviano, se puede usar en baños de viviendas privadas u hoteles.
- Tráfico 2 - Tráfico liviano, para usar en áreas de viviendas privadas, excepto en cocinas y zonas comunes.
- Tráfico 3 - Tráfico normal, para usar en todas las áreas de viviendas privadas.
- Tráfico 4 - Tráfico mediano pesado, se puede usar en todas las áreas de viviendas privadas y en áreas interiores de locales comerciales. No se deben usar en supermercados, bancos y locales de comidas rápidas.
- Tráfico 5 - Tráfico pesado, para todas las áreas no permitidas en el tráfico 4.

Pinturas.

Generalmente las pinturas es el último acabado que le damos a cualquier construcción, o por lo menos a todos los elementos de la construcción que no presentan un acabado propio. Por esto se subdivide en pinturas para muros, madera y metales.

Algunas pinturas a base de:

Vinilo. Producto sintético que, con colores artificiales y elementos fijadores, constituye hoy la pintura más usada tanto para interiores como para exteriores, un galón generalmente cubre de 20 a 30 m² diferencia que depende de la pulida o no este el muro. El pulimento de la base la mayoría de las veces se hace con estuco

conformando una masilla que se debe extender con llana metálica para cubrir todas las asperezas que pueda tener la superficie o también puede ser con la instalación de un revoque liso.

Los esmaltes. Productos sintéticos de múltiples colores, tan conocidos y promocionados como el vinilo, dan un cubrimiento excelente que además puede ser transparente, con lo cual se puede mostrar las texturas y fibras de la madera, además que la impermeabiliza e impide el acceso de los bichos desde el exterior.

Superficies para aplicar acabados.

Exteriores. En el análisis de los enchapes exteriores se debe tener especial cuidado con el estudio del comportamiento del material a los agentes atmosféricos y ambientales, su facilidad de mantenimiento y facilidad de limpieza, como por ejemplo en el caso de los grafitis. Los materiales más utilizados en nuestro medio son elementos cerámicos (baldosines cerámicos o mayólicas), en materiales pétreos (mármol, lajas de piedra, piedras y areniscas), en vidrio (Cristanac), adicionalmente son muy utilizadas las chapas o trozos de ladrillo y concreto.

Los enchapes no son utilizados como elementos estructurales, ni de cerramiento, sino únicamente como acabado para muros; por lo tanto, dichos elementos se convierten en su base de soporte.

Interiores. Aunque están sometidos a menores factores atmosféricos deben cumplir, dependiendo de su localización, con una serie de exigencias acústicas, lumínicas y térmicas, estos deben de resolver problemas muy particulares como por ejemplo pisos de altísima resistencia para zonas industriales, en donde se trata de preservar el acabado al ataque de agentes mecánicos y químicos.

Los más usados son cerámicos esmaltados y mármoles, y sus características son iguales a las mencionadas en los enchapes exteriores; sin embargo, sus sistemas

y procesos de instalación pueden variar de acuerdo a las exigencias a las que estarán sometidos.

Figura 35

Muros prefabricados de concreto reforzado



Fuente: <https://www.trabis.com.mx/muros-prefabricados-de-concreto-nave-industrial/>

ELEMENTOS PARA INSTALAR EN SITIO (Prefabricados de concreto).

Es aquel que se elabora o produce en un molde, el cual es reusable, este se fabrica por lo general en lugares destinados o en instalaciones para tal fin. Posteriormente son transportado hasta

la obra y colocado en el sitio establecido, brindándole a la obra innumerables ventajas como el ahorro de tiempo y recursos. Pareciera que la industria de la prefabricación fuera una técnica reciente, pero en realidad se remonta a la época de los romanos cuando estos vaciaban el concreto dentro de moldes para elaborar piezas y construir sus complejas estructuras como los acueductos, los túneles y los box culverts. Desde su nacimiento, los prefabricados de concreto han tenido como objetivo prioritario optimizar la productividad, reducir el tiempo de ejecución y elevar la calidad de los procesos constructivos.

Beneficios de los prefabricados.

Algunos son:

- La facilidad de colocación.
- La estética, durabilidad, funcionabilidad y la practicidad hacen que sean versátiles.

- La seguridad que le aporta al proyecto, pues el proceso de producción se hace a nivel de piso.
- El mayor control de calidad ejercido sobre los materiales y la mano de obra.
- El re-uso de las formaletas en la planta pre-fabricadora se hace miles de veces antes de ser reemplazada, lo que permite hacer ahorros importantes de tiempo y dinero.
- El cuidado de la formaleta es mayor.
- La velocidad de la colocación acelera los procesos constructivos, dejando solamente para la obra la cimentación y en algunos casos solo la excavación.

Tipos de prefabricados.

Algunos son:

- Sistemas para aplicaciones arquitectónicas que difieren en tamaño, función y costo.
- Elementos estructurales: Vigas, pilotes, losetas.
- Tuberías y canales para drenaje de aguas lluvias, servidas e industriales.
- Piezas para túneles.
- Tanques.

Se producen prefabricados en concreto simple y reforzado; en concreto pretensado y en concreto pos tensado, entendiéndose el pretensado cuando se tensa antes de hacer el vaciado del concreto, y el pos tensado una vez el concreto ha tenido su fraguado y cuenta con una determinada resistencia. Existe una infinidad de usos y tipos de productos prefabricados, desde cercas hasta casas completas y elementos para edificios.

Clasificación de los prefabricados.

Los elementos prefabricados se pueden clasificar desde diferentes puntos de vista, siendo el peso y las dimensiones uno de los más empleados. Desde el aspecto, se pueden clasificar en:

- **Prefabricados Livianos:** Son pequeños elementos prefabricados de peso inferior a los 30 kg; también se conoce como prefabricados ligeros. Se caracterizan porque pueden ser colocados de forma manual por uno o dos operarios, tal es el caso de losetas, adoquines, tabletas, pequeños paneles, ladrillos, entre otros.
- **Prefabricados Semipesados:** Son elementos cuyo peso es inferior a 500 kg. Para su colocación en obra se emplean medios mecánicos simples como pequeñas grúas, sistemas a base de poleas, palancas, malacates. Su manejo y colocación exige montacargas, grúas, torres de isaje entre otros.
- **Prefabricados Pesados:** El peso de los elementos supera los 500 kg, requiriéndose para su puesta en obra maquinaria pesada tales como grúas de gran formato. Algunos ejemplos son: vigas de puentes, postes, grandes paneles.

Normatividad.

El sector constructor de Colombia dispone de un robusto marco regulatorio nacional para los elementos prefabricados, cuyo contenido se encuentra consolidado en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, título C numeral 16, denominado "Concreto prefabricado" requisitos que permiten diseñar, fabricar y construir tales elementos con criterios sismo-resistentes que garanticen la seguridad, confiabilidad y durabilidad del sistema. también la NTC 4109 Prefabricados de concreto, Bordillos, cunetas y topellantas de concreto.

Figura 36

Parales para conformar la formaleta del entrepiso



Fuente: <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/19257-Encofrados-Gruas-Duran-alquila-compra-vende-material-encofrar-gruas-automontantes.html>

SOPORTES PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

La formaleta sirve como armazón para la construcción o materialización de las estructuras de una edificación. Por ejemplo, para conformar o construir un entrepiso en esta se ubican o colocan las varillas de refuerzo, el aligerante (ladrillos, casetones, metaldesk entre otros) y el concreto

en su estado plástico para obtener la estructura propuesta con las características de calidad, seguridad, durabilidad y apariencia establecidas en el diseño. Para lograr una formaleta satisfactoria se requiere la escogencia apropiada de los materiales, buen manejo, su mejor disposición, estabilidad y ensamble de manera que al retirarla se consiga plena satisfacción en la estructura del concreto (la fotografía se muestra una formaleta con pareles o puntales metálicos, cerchas metálicas y estibas o teleras en madera)

Las labores de colocación de las varillas de refuerzo, su armado y amarre, obliga la acumulación de sobre carga y presencia de los obreros cuyas cargas deben tenerse en cuenta en el diseño. Al momento de la colocación del concreto dentro de la formaleta, el material ejerce presión por su estado plástico o por el peso propio del material, pero la compactación que se requiere, obliga la acción de fuerzas dinámicas generadas por el uso de vibradores y otros medios de compactación que

es necesario tener en cuenta para garantizar la capacidad resistente de la estructura de la formaleta.

Si se considera que la construcción de la formaleta puede manejarse sin ningún de asistencia técnica en cuanto a su uso y manejo, estos recaen en el maestro de obra, lo cual no necesariamente representa una buena decisión dado el empirismo como se considera el comportamiento estructural. Pero si recae en un profesional experimentado, los resultados saltaran a la vista no solo en cuanto a la calidad del acabado, la exactitud y configuración de las formas, también en costos, materiales adecuados entre otros aspectos. Además, el profesional tomara la mejor decisión ante dificultades presentadas en el diseño de la formaleta.

Figura 37

Palos redondos para formaletas



Fuente: Elaboración a partir del autor

Los palos redondos son generalmente livianos, esto permite su fácil manipulación, por ser livianos no se deben utilizar en la construcción de edificaciones por su débil resistencia a las cargas, no son resistentes a los agentes del medio ambiente, no deben presentar nudos, estas deben ser lo más rectos posibles. Estos

palos deben tener 3.00 mts de largo utilizables.

Estos se utilizan como parales para sostener o soportar los otros elementos maderables de una formaleta como tablas, 2x2 y teleras o estibas. Si no se utilizaran de nuevo en la misma obra, estos palos se les debe realizar un aprovechamiento

Figura 38

Palos redondos para conformar la formaleta de viga de amarre



Fuente: Elaboración a partir del autor

adecuado como leña, utilizarlos en otras obras si es caso, palizadas para conformar vías o senderos entre otras. Por ninguno caso arrojar estos elementos a caños, quebradas o ríos.

Se debe generar una conciencia ambiental por los impactos que causan la tala de estas especies forestales. En

consecuencia, existe en

el mercado parales y cerchas metálicas, disminuyendo en cierta forma la utilización de estos. Se espera la llegada de tablas, 2x2 y teleras o estibas en madera plástica para que así no se utilicen estos palos.

Podemos decir que cualquier material que posea las propiedades de estabilidad, resistencia, rigidez y uniformidad, se puede utilizar para conformar formaletas. Las formaletas se utilizan en cimientos, columnas, escaleras entre otras estructuras. Estas se adecuan a las necesidades particulares de cada obra en construcción. La decisión sobre la selección de formaletas obedece a múltiples criterios arquitectónicos, técnicos, económicos, financieros entre otros.

Figura 39

Soleras en madera de 4"x2"



Fuente: Elaboración a partir del autor

SOPORTE PARA LA PROTECCION SUPERIOR DE LA EDIFICACION (techo).

Los elementos portantes del techo, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por tanto, se deben colocar sistemas de anclajes en los apoyos y suficientes elementos de arrostramiento si fuera necesario como vigas tirantes, contravientos o riostras correas (diagonales que se colocan

para estabilizar y dar rigidez), alfardas o puntales que garanticen la estabilidad del conjunto.

Las soleras se deben anclar a las vigas de amarre en los muros cargueros y deben tener suficiente resistencia para transmitir las cargas al muro (como se observa en la imagen). Algunos materiales para techos

Solera en madera.

Es un elemento maderable, el cual tiene unas características de resistencia y durabilidad por tal razón es transformada de especies forestales como Chano, Truntago, Guayacán entre otras. las cuales tienen condiciones adecuados para este tipo material. Esta es utilizada en el techo en dos formas.

Viga cumbreira o caballete. Utilizada para sostener los extremos superiores de las soleras, si fuera el caso. Esta debe tener dimensiones (alto y ancho) de 4x3 o 4x4.

Solera. Es utilizada para soportar los elementos decorativos como la tablilla machihembrada u otros y la cubierta. Tiene dimensión de 4"x2"

Figura 40

Perfiles metálicos para techo



Fuente: <https://www.acesco.com.co/producto/perfil-c-grado-50/>

Perfiles.

Son elementos de acero. Para este caso, según diseño estructural se debe escoger el perfil adecuado. Existen varios tipos de perfiles: Perfil T, Perfiles doble T, Perfil IPN, Perfil IPE entre otros. Estos se pueden utilizar como soleras y caballete dándole

al techo una duración más prolongada, además estos se les puede aplicar acabado a su superficie como pinturas antioxidantes que la vez le dan un aspecto agradable.

PROTECCIÓN SUPERIOR DE LA EDIFICACION (cubierta).

Figura 41

Cubierta en lamina de zinc deteriorada

La cubierta está ubicada en la parte superior del techo. La cual protege a la edificación de la lluvia y otras inclemencias del clima, dándole a la edificación un ambiente de confort. Existen varios materiales para la cubierta.



Fuente: Elaboración a partir del autor

Estos son:

Teja.

Pieza de barro cocido, generalmente de forma acanalada, que, encajada con otras, forma parte de la cubierta de un tejado y sirve para que el agua de la lluvia pueda resbalar por ella. Se consiguen de dos formas tejas curvas y planas

Figura 42

Teja en barro



Tejas curvas.

Es una teja fabricada en barro o arcilla, tiene forma de canal. Para cuidar el medio ambiente se han fabricado tejas plásticas simulando la forma de la teja curva.

Fuente: <https://www.ladrillerarespan.com/tejas-en-arcilla/>

Tejas planas.

Son piezas de cerámicas (arcilla o barro) conformadas por superficies lisas o planas con molduras; su grosor es variable de acuerdo al modelo y material con el cual están hechas.

Figura 43

Teja en barro plana



Fuente: <https://tectonica.archi/materials/tejas-planas-de-arcilla/>

Manto asfáltico.

El manto asfáltico indicado para la cubierta es el plateado, ya que tiene condiciones para resistir la humedad.

Lamina de zinc.

Lamina en acero galvanizado recubierta con zinc para evitar su corrosión u oxidación, su forma es ondulada.

Figura 44

Lamina de zinc



Fuente: Elaboración a partir del autor

Estas son:

Lamina de zinc ondulada de 3,05 m de largo por 0,81 cm de ancho.

Lamina de zinc ondulada de 2,10 m de largo por 0,81 cm de ancho (como se muestra en la fotografía).

Lamina arquitectónica. Conocida como teja arquitectónica, están especialmente diseñadas para crear interés arquitectónico para el techo por medio del contorno de la teja individual, el corte y el espesor dimensional. Se consiguen con largo de 1,83 m hasta 6,00 m con ancho de 0,72 cm

Lamina ondulada translúcida. Esta permite la iluminación natural para un espacio arquitectónico (alcoba, comedor, circulación entre otros) es fabricada en plástico, acrílico, fibra de vidrio entre otros.

Figura 45

Lamina translúcida



Fuente: Elaboración a partir del autor

Figura 46

Cubierta verde



Fuente: <http://conexionanimal.com.ar/2020/09/18/techos-verdes-vivos-definicion-beneficios-y-como-hacerlos-en-tu-hogar/>

Actualmente se está utilizando cubiertas ecológicas, Son pocas las viviendas que le apuestan por el medio ambiente y por la utilización materiales ecológicos. Pero es posible contribuir con una mínima parte al medio ambiente convirtiendo la cubierta tradicional (láminas de zinc)

en uno más sostenible y ecológico. Estas cubiertas pueden ser: cubiertas verdes o techos verdes, techos o cubiertas con neumáticos reciclados, cubierta con metal ecológicos entre otros.

SUMINISTRO Y EVACUACION DE AGUAS (Instalaciones sanitarias e hidráulicas).

Son todas las tuberías, con las cuales se transportan los tipos de aguas producidas o de abastecimiento para las construcciones. Bien sean para ser tratadas, reutilizadas, para consumo humano o ser vertidas.

El material para estas instalaciones es la Tubería en PVC (cloruro de polivinilo). El cual es un producto de unas cualidades extraordinarias que ha encontrado en la construcción múltiples ocupaciones. Su ductilidad y elasticidad le ha permitido desalojar o desplazar al hierro fundido, galvanizado y otros materiales en la fabricación de tuberías. Como es inoxidable, liviano, resistente, pulido por dentro y por fuera y de bajo costo. Se puede instalar con seguridad bajo tierra, bajo el agua

o en contacto con metales; impide la formación de incrustaciones proporcionando así una vida útil mucho mayor, resistente a la tensión y al impacto lo que permite estar sometida a grandes presiones por tiempo indefinido. La norma técnica Colombia relacionada con tuberías son: NTC 1087, NTC 3458, NTC 1500.

Figura 47

Tuberías para la evacuación de aguas en una edificación



Fuente: <http://recoplastic.blogspot.com/2013/02/instalaciones-sanitarias.html>

Instalaciones sanitarias. Es una red de tuberías de PVC que sirven para desalojar o conducir las aguas producidas en una vivienda, edificación, escuela entre otras construcciones hasta

llevarlas al exterior de la misma. A esta red de tuberías se les conoce como desagües.

Las aguas que se vierten en estos desagües son aguas residuales, estas son producidas o provenientes del sanitario, aguas servidas, estas son producidas o provenientes del lavaplatos, lavamanos, lavadora, agua pluvial (lluvias) provenientes de los aguaceros y aguas industriales, provenientes de fábricas, restaurantes entre otros.

Estas pueden ser conducidas o llevadas, por ejemplo: Aguas lluvias a tanques subterráneos, Aguas residuales a el alcantarillado públicos o a pozos sépticos para ser tratadas y posteriormente ser vertida a algún río, Aguas servidas se pueden reutilizar en actividades cotidianas de la vivienda como lavado de pisos, lavados de motos ente otras y Aguas industriales estas son acidas, estas deben ser llevadas a un áreas colectora que no estén unida al alcantarillado publico evitando la contaminación de las fuentes hídricas.

La normatividad especifica la tubería a utilizar en estos desagües debe ser tubería en PVC, estas se distinguen o se diferencian por su color y diámetro como aguas pluvial color anaranjado y diámetros de 3", para aguas residuales color amarilla y diámetro 4", para aguas servidas color amarillo y diámetro de 2" e industrial violeta y diámetro 4" con sus respectivos accesorios como codos de 90° 45° Tee, Tee reducida, Uniones, Adaptador macho, Bujes entre otros.

Figura 48

Tubería hidráulica color blanco



Fuente: <https://eloficial.ec/instalaciones-hidraulicas-y-sanitarias/>

Instalaciones hidráulicas. Es la red de tuberías en PVC, la cual transporta agua para el consumo humano bien sea para una vivienda, edificación finca, universidad entre otras construcciones. Estas aguas deben estar libres de sales, exentas de sustancias toxicas y gérmenes patógenos. por tales razones surgen todos los requisitos o procedimientos adecuados que debe poseer el

agua de uso doméstico, estos requisitos deben ser investigados para tenerlos en cuenta en dichas instalaciones.

Estas instalaciones conducen estos tipos de aguas. Agua potable es aquella apta para el consumo humano, Agua no potable es la no apta para el consumo humano, Agua para uso industrial si la industrial elabora sillas el agua no necesita ser potable, si la industria elabora comida y bebidas esta debe ser potable, Agua para uso público son aguas para el riego de parques, lavado de calles entre otras actividades y Agua para el uso doméstico esta debe ser totalmente potable, es usada para la preparación de alimentos, uso personal, lavados de ropas entre otras actividades domésticas.

La instalación domiciliaria se llama a la tubería que va desde la tubería de abastecimiento público (tubería que es instalada por la empresa) hasta el medidor de consumo o contador ubicado en la entrada de la construcción (vivienda, edificación). La instalación interior es aquella que inicia en el medidor de consumo en él se distribuyen las tuberías hacia el interior de la construcción hasta llegar a los aparatos como sanitarios, lavaplatos entre otros.

Dentro de la construcción se distinguen dos tipos de aguas agua fría y caliente. La fría no es que este fría, es la que viene de la tubería instalada por la empresa, por normatividad debe ser en PVC es de color blanco y diámetro de ½" y el agua caliente es calentada por un aparato llamado calentador, esta es utilizada en zonas con temperaturas muy bajas (Bogotá, Boyacá) es de color gris y diámetros de ½" con sus respectivos accesorios como codos de 90° 45° Tee, Tee reducida, Uniones, Adaptador macho, Bujes entre otros.

Además, con este material se fabrican canales para agua lluvias, baldosas para pisos, guardaescobas, papales de colgadura, alfombras, láminas para recubrimientos entre otros. Los productos de PVC se dejan cortar con facilidad, se pueden soldar en frío, no se corroen, pero se dejan perforar o rajar al aplicarles cargas puntuales, el calor y el fuego los ablanda, después los derrite y por último los queman llegando a ser combustibles, por lo cual se les debe tener recubiertos y muy alejados del fuego.

SUMINISTRO ELECTRICO (Instalaciones eléctricas).

Es el conjunto de circuitos eléctricos que tiene como objetivo dotar de energía eléctrica a edificios, lugares públicos, viviendas entre otras construcciones. Así mismo Incluyen los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.

Tipos de instalaciones eléctricas estas son:

Instalación de alta y media tensión. Principalmente se usa para grandes consumidores industriales.

Instalaciones de baja tensión. Estas son las instalaciones eléctricas más comunes, uso doméstico y comercial.

Instalaciones de muy baja tensión. Con este tipo de instalación de electricidad no se pueden usar artefactos con gran potencia ya que se quemaría el circuito.

Para nuestro caso observaremos algunos componentes básicos de una instalación de baja tensión la relacionada con el uso doméstico, la cual se conoce como instalación eléctrica domiciliaria o interna.

Figura 49

Tubería conduit para instalaciones eléctricas



Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/56827/tubo-conduit-1-2-x-3mt-propack-10und/56827/>

Estos son:

Tubería y accesorios en PVC. A esta tubería se le conoce con el nombre de tubería conduit, tiene una longitud de 3 m tipo liviano con campana para los accesorios, tiene diámetros de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", $1\frac{1}{4}$ ", $1\frac{1}{2}$ ", 2", el color de esta tubería es verde, esta se incrusta o se empotran en muros, pisos, entrepisos. La tubería está garantizada para la conducción de cables en instalaciones eléctricas de acuerdo a lo establecido en el Código Colombiano de Instalaciones Eléctricas NTC 2050. Los

accesorios son codos o curvas, estas se utilizan para ser cambios de dirección a la

tubería, vienen en 30°, 45° y 90° y adaptador terminal, los diámetros de los accesorios son los mismos de la tubería tipo liviana.

Cajas. En estas se realizan los empalmes, uniones y conexiones de los conductores eléctricos (alambres y cables) además se instalan interruptores, tomas entre otros, que no pueden quedar a la vista ni desprotegidos, puede ser en PVC o metálico, estas cajas son rectangulares, octagonales, cuadradas, 10 x 10.

Breaker. Es un interruptor de circuito, tiene como función principal proveer protección a equipos eléctricos y cableado, cada tipo de breaker está diseñado para una aplicación diferente, pero todos tienen como objetivo la interrupción de corrientes peligrosas, que representen riesgos para las instalaciones o el personal.

Figura 50

Tipos de cables para instalaciones eléctricas

FOTO	CALIBRE / AWG	DIAMETRO EN MM	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	6	16mm	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	8	10mm	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
	10	6mm	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	12	4mm	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	14	2.5mm	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	16	1.5mm	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	18	1mm	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Fuente: <https://www.ceac.es/blog/que-tipos-de-cables-electricos-existen>

Conductores. Es un material que posibilita la transmisión o conducción de electricidad. Esta capacidad está dada por la escasa resistencia que ejerce ante el movimiento de la carga eléctrica.

Existen distintas clases de materiales que actúan como conductores eléctricos. Los más eficientes son los metales como el cobre, la plata, el hierro, el aluminio y el oro. Sin embargo, algunos materiales que no son metales, como una solución salina o el grafito, también funcionan como conductores eléctricos.

Los conductores más conocidos son: alambres y cables. Alambres estos están contruidos con un solo hilo de metal y puede estar desnudo o revestido por una o más capas de material aislante (plástico o goma). Cables es la unión de varios hilos, los cuales están retorcidos o entrelazados y pueden estar desnudos o revestidos por una o varias capas de aislante (goma o plástico).

Los calibres de los conductores es el espesor de un cable o alambre se define según su calibre o diámetro. En términos generales, cuanto menor sea el calibre, más grueso será el cable. El método estandarizado de medir el grosor de un cable ("American Wire Gauge" [calibre de alambre estadounidense] o AWG). Tenga en cuenta que el diámetro del cable no incluye el aislamiento exterior, sino solo el alambre conductor del interior. La figura nos muestra el conductor, su calibre, consumo y su utilización en los aparatos eléctricos.

Varilla puesta a tierra. También conocida como varilla Copperweld, Es una varilla de cobre posee una excelente dureza, conductividad eléctrica y resistencia a la tracción durante su uso, Al ser enterrada adecuadamente garantiza la protección de la vida humana, de equipos, instalaciones eléctricas, permitiendo en su instalación disipar la energía proveniente de descargas eléctricas y atmosféricas, esta se instala por lo generalmente debajo del medidor o contador eléctrico.

UNIDAD 5

HERRAMIENTAS Y OTRAS PARA CONSTRUIR

HERRAMIENTAS MENORES.

Es un utensilio u objeto que sirve de extensión del cuerpo de quien lo usa, con la finalidad de hacer más sencillo, facilitar y permitir la elaboración de una tarea o actividad mecánica que debe ser realizada con la aplicación de energía y fuerza correcta.

Algunas son:

- La pala
- Pica
- Hilo
- Maceta, mahana o mona
- Azadón
- Martillo
- Flexómetro o metro
- Decámetro
- Barra
- Carretilla, carreta o coche
- Nivel
- Codal
- Manguera
- Cincel de pala y pica

MAQUINARIA LIVIANA.

Conocidos también como equipos ligeros, estos ayudan a mejorar las condiciones de la obra en construcción como también facilitan las tareas de demoliciones pequeñas, mejora la superficie de concreto, compactación de suelos, mezclado de concreto, entre otros.

Figura 51

Alisado del piso en concreto



Fuente: <https://es.dreamstime.com/photos-images/acabamiento-concreto-del-helic%C3%B3ptero.html>

Algunas son:

Llaneadora o allanadora

Cuenta con un motor que hace girar unas paletas o helices las cuales cumplen la función de pulir o aplanar el piso fabricado de concreto.

Malacates.

Básicamente es una grúa manual que sirve para elevar pesos medianos que no pueden ser levantados por la fuerza humana.

Revolvedora, mezcladora, concretadora o trompo

Figura 52

Concretadora

Son máquinas ligeras que permiten realizar mezclas produciendo concreto (cemento + arena + agua + agregado + aditivo) o también morteros (arena + cemento + agua).



Fuente: <https://ingenieriayalquiler.com/alquiler-de-mezcladoras-de-concreto/mezcladoras-de-concreto-1-5-bultos/>

Figura 52

Vibrador eléctrico



Fuente: https://www.infocomercial.com/p/vibrador-para-concreto-_264373.php

Vibradores de concreto.

Son máquinas que buscan eliminar los vacíos que se generan en la mezcla de concreto una vez vaciado en columnas, vigas entre otros elementos estructurales, con el fin de conseguir una mayor compactación en este.

Apisonador canguro.

Maquinaria de percusión que funciona con aire comprimido, el cual permite que la plancha o pisón se mueva hacia arriba y abajo repetidamente lo que permite la compactación del suelo.

Figura 53

Apisonador



Fuente: <https://maquistoresas.com/blog/venta-de-apisonadores-canguro/>

Cortadoras de metales.

Utilizadas para realizar cortes de materiales pequeños y duros como varillas de refuerzo, alambre quemado entre otros.

MAQUINARIA PESADA.

La maquinaria pesada también conocidos como vehículos pesados, estos están especialmente diseñados para ejecutar tareas de construcción en el área de infraestructura como la retirar parte de la capa del suelo, nivelar el suelo, compactar, excavar la capa del suelo entre otras.

Figura 54

Excavadora



Fuente: <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/218958-Caterpillar-presenta-sus-nuevas-excavadoras-para-la-clase-de-36-toneladas.html>

Algunas son:

Excavadora.

Maquina utilizada para la excavación para zanjas, limpieza de quebradas entre otras. Tiene un dispositivo para cavar conectado a una extensión hidráulica la cual permite sacar la tierra hacia el operador con un movimiento semejante al que realiza un azadón.

Retroexcavadora.

Es la combinación de un cargador y una excavadora. El cargador es un cucharón instalado al frente del vehículo, tiene un movimiento vertical, permite la inclinación del cucharón hacia adelante o hacia un lado para descargar su contenido. Y el dispositivo para excavar mencionado anteriormente.

Figura 55

Excavadora más cargador



Fuente: <https://newmanmaquinariapesada.co/retroexcavadora-nr-85-con-cabina>

Figura 57

Compactador liso



Fuente: <https://h-cpc.cat.com/cmms/v2?&f=product&it=product&cid=406&lid=es&sc=P420&gid=288&pid=18243186&nc=1>

Compactador liso de vibración, apisonador, aplanadora o compactadora estática.

Su función principal es la de compactar (posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra) el suelo, mediante un sistema interior el cual permite una serie de pequeños y rápidos impactos verticales al suelo. Se utiliza

para conformar pavimentos, pisos industriales entre otros.

Figura 57

Motoniveladora



Fuente: <https://tecnologiamineria.com/noticia/la-maquina-motoniveladora-cat-24-es-compatible-con-la-aplicacion-de-camiones-de-mas-de-180-toneladas-de-carga-util-para-minas-medianas-y-grandes-1522768400>

Motoniveladora o niveladora

Es una máquina de construcción que cuenta con una larga hoja metálica utilizada para nivelar terrenos.

Volquetas.

Vehículo para transportar material extraído por medio de la excavadora o retroexcavadora u otros materiales como suelo, material vegetal, arenas, agregados entre otros.

UNIDAD 6.

MATERIALES SOSTENIBLES

Materiales reutilizados.

En la ejecución de una obra se generan gran cantidad de residuos de demolición o escombros y construcción, están trozos de madera, cerámica, concreto, mampostería, arenas entre otros. La idea es darles un aprovechamiento adecuado a estos bien sea reutilizarlos en la misma obra, en otras obras o llevarlos a lugares o instalaciones en los cuales se puedan transformar nuevamente. Por ejemplo:

Figura 58

Trozos de concreto de columnas, vigas entre otros



Fuente: https://es.123rf.com/photo_91704098_fondo-de-primer-plano-de-una-pila-de-escombros-de-cemento-de-hormig%C3%B3n-que-llev%C3%B3-a-la-destrucci%C3%B3n-del-camino-a.html

Trozos de concreto.

Estos provienen de la demolición de columnas, vigas, cimentación entre otros o del concreto sobrante de algunos procesos que algunas veces se solidifica y se dispone como escombros, estos sirven como material de relleno para

construir pisos, senderos o caminos, rellenos para zanjas, patio exterior, zonas fangosas, mezclas de baja resistencia entre otros. Los trozos de ladrillos, cerámicas entre otros. También se pueden utilizar como rellenos, estos pueden ser solos o mezclados.

Figura 59

Arenas de excavaciones



Fuente: Elaboración a partir del autor

Cascajo.

Se le llama cascajo a esta arena, la cual se extrae de las excavaciones como de zanjas para la construcción de redes de acueductos, alcantarillado, zapatas, de pavimentos entre otras. Esta se utiliza en llenos para construir pisos (capas inferiores), para construir caminos, senderos entre otros procesos constructivos.

Materiales procesados.

Los trozos de concreto al ser procesados en plantas para tal fin, una vez procesado se tiene un producto el cual se le conoce como agregado de concreto reciclado (ACR). A este agregado se le adiciona o se mezcla con cemento, agregado natural (grava y arena), agua y aditivos, para obtener un concreto de características físicas y mecánicas similares al concreto tradicional. Se utiliza como base o sub-base para construir carreteras, para rehabilitar estructuras también para la construcción de muros de gravedad, gaviones, muros de contención entre otros.

Los trozos de metales ferrosos (hierro y acero) y no ferrosos (aluminio, cobre, zinc), no necesitan de mayor cuidado, estos no se mezclan con otros residuos de demolición o escombros, estos son transportados a plantas siderúrgicas para su procesamiento obteniendo nuevamente varillas (refuerzo), perfiles, láminas de zinc entre otros.

Se ha obtenido un concreto u hormigón ecológico, el cual utiliza menos materiales que de un concreto tradicional, utiliza carbón, las cenizas son extraídas de las minas remplazando el cemento, concreto reciclado o trozos de concreto para no utilizar gravas y arenas y latas de aluminio, se utilizan las fibras aluminio el cual aporta un extra de resistencia al nuevo material.

Ventajas.

- Con un 30% esta mezcla crea un concreto sostenible con una resistencia superior al concreto tradicional.
- Es de bajo costo por sus materiales, estos son de materia primas sostenibles recicladas.
- Disminuye considerablemente la huella de carbono, reduciendo el impacto al medio ambiente.

Figura 60

Tablas, portaletes entre otras de madera plástica



Como consecuencia de muchos factores como la escasez, la posible extinción de algunas especies forestales, la tala ilegal, impactos sobre el medio ambiente entre otros. Son factores que se presentan actualmente en el mundo y especialmente en nuestro país. Por estas razones se consigue la Madera Plástica con apariencia y características físicas iguales a la madera natural. La cual es un compuesto de residuos de fibras de madera y polímeros plásticos de alta densidad. El plástico capsula a la madera protegiéndola de la humedad y los insectos, evitando que se pudra y contamine.

Fuente: <https://www.pinterest.es/pedrolarraya/madera-plastica/>

Entre las características de esta madera la cual se diferencia de la madera natural, se encuentran: Tiene una vida útil por lo menos 5 veces más que la madera natural, es impermeable, no deja pasar el agua, no se deteriora bajo la acción de productos químicos, imputrefascible, no se pudre al aire o en contacto con arena o agua, es resistente a la intemperie, bajo cualquier condición meteorológica, tiene buena resistencia mecánica, material duradero, es higiénico, inmune a microorganismos, roedores e insectos, es piroresistente, alta resistencia al fuego, es seguro, no se agrieta ni produce astillas, fácil de instalar, sistema de construcción sencillo.

Se construye con este material casetas, viviendas, estibas, tapas de alcantarillas, cajones, rejillas entre otros.

Figura 61 : tipos de plock



Fuente: Bruchure Green Solutions, pg. 7

PLOCK

Es un ladrillo o bloque, el cual está fabricado con plástico reciclado al 100% en combinación con fibras naturales (algodón, coco, cáñamo entre otras), el cual es resistente, liviano y ecológico, la fabricación de este material contribuye a mitigar la generación de residuos plásticos evitando la contaminación por estos residuos al medio ambiente, en la fabricación de este material se

establece una reducción del 97% en las emisiones de CO₂ (Dióxido carbono) en relación con los ladrillos o bloques convenciones (adobe o cemento), también se establece una reducción del 90% en la huella hídrica (indicador del consumo de agua para producir el material en mención).

Figura 62: Proceso constructivo mampostería estructural



Fuente: Bruchure Green Solutions, sistema constructivo, pg 15

El proceso constructivo con Plock es similar al de Lego (Armatado) no requiere de mortero de pega, se construyen edificaciones con los sistemas constructivos de mampostería confinada (columnas y vigas de amarre) y/o mampostería estructural como se muestra en la figura (varillas

de refuerzos en el interior y relleno con mortero) se construyen edificaciones de 2 pisos con una altura de cada piso de 2.40 mt, de la misma manera se utiliza para muros divisorios o muros no estructurales. Se consiguen en una variada de colores tales como gris arena, ocre, terracota, gris basalto y negro, se tiene la opción de personalizar los colores.

Tiene algunos beneficios:

- Tiene la capacidad de auto extinguirse en caso de incendio una vez se retira la fuente de ignición.
- Las edificaciones construidas con este material el tiempo es menor de construcción comparado al de una construcción convencional.
- Tiene una resistencia termo-acústica mitiga el calor y el ruido dentro de la edificación.
- Tiene una resistencia a la humedad y agentes biológicos como las termitas

- Alta resistencia a la compresión (fuerza que soporta un cuerpo a no dejar disminuir su volumen)

Se establece una tabla de diferencias entre este ladrillo y el adobe (ladrillo de arcilla común) con las cuales se determinan algunas bondades de fabricación y constructivas que ofrece este material.

Estas son:

Tabla 1: Diferencias entre el Plock y Adobe

PLOCK	ADOBE
Para su fabricación o elaboración se utiliza un mínimo de agua	Para su fabricación se utiliza un alto consumo de agua
Peso por unidad 330 gr	Peso por unidad 2.000 gr
La construcción queda liviana, sólida y monolítica (la estructura está unida formando una sola pieza)	La construcción queda pesada y rígida
La construcción se comporta excelentemente ante movimientos sísmicos	La construcción ante movimientos sísmicos tiene agrietamientos (aparición de grietas o fisuras en una superficie)
No requiere de regatas o ranuras para las instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas	Requiere de ranura para estas instalaciones, ocasionando la ejecución de resanar con mortero
La obra en construcción no genera residuos de bloques o ladrillos	La obra en construcción genera residuos de ladrillos o bloques

aprovechando el 100% de estos materiales	generando excesivos costos en el manejo de estos
--	--

Fuente: Elaboración a partir del autor

Figura 63: edificación de un piso con acabado original del material



Fuente: Bruchure Green Solutions, algunos proyectos realizados, pg 14

Una de varias ventajas que tiene el material es la variada de colores como se mencionó anteriormente, los cuales sirven como acabado a la fachada y/o muros laterales como se muestra en la figura, ofreciendo un ahorro del 50% aproximadamente en costo de revoque o

repello, estuco o pintura. Pero si se estima conveniente se puede aplicar algunos tipos de acabados como estuco, enchapes (cerámicos, madera), estuco veneciano, granipalst entre otros.

Se establece el proceso constructivo de algunos acabados:

- Revestimiento en cerámica

Pared en Plock + pegante cerámico + revestimiento

- Revestimiento en madera

Pared en Plock + pegante o sellador + madera

- Estuco o pintura

Pared en Plock + estuco pulimento (alisa la superficie) + estuco de relleno (nivelar superficie) + pintura

Materiales reciclados.

Los materiales de construcción reciclados deben seguir las tres erres “RRR”.

Reducir: se debe reducir la cantidad de materiales de construcción que se utilizan mediante otras técnicas que no son las recicladas. Debemos reducir o eliminar el uso de materiales de construcción con un único uso.

Reutilizar: consiste en darle una segunda vida a un material de construcción, reutilizarlo de manera que tenga una vida útil. Podemos optar por repararlo o bien imaginarnos un uso alternativo del mismo.

Reciclar: es la manera de reaprovechar los materiales. Hay que tener presente que, para ello, se gasta energía, con la consecuencia de la contaminación.

Algunos de materiales reciclados para la construcción

PET (polietileno tereftalato): es un tipo de material plástico muy resistente al desgaste, deslizante y buena resistencia química y térmica. Suele usarse en mampostería.

Tamoc: es un material fabricado a partir de moquetas trituradas, se le da forma de tablero y se utiliza para decoraciones y mobiliario.

Ecoplak: es un tablero de aglomerado que se hace con madera reciclada. Por su resistencia a la intemperie se usa para exteriores e interiores.

Ladrillos de papel: este material de construcción reciclado se consigue reduciendo el papel a pasta de papel y fabricando briquetas.

NyloSheet: material compuesto de alfombras y resinas, es resistente al moho, es impermeable y es resistente a las termitas, por lo que se puede utilizar para revestimientos externos.

Adoquines de material reciclado: están fabricados a partir de neumáticos y plásticos reciclados. Son muy resistentes, no absorben agua y tampoco se agrietan con las heladas, por lo que son perfectos para exteriores.

Tejas de vidrio: es vidrio normal, sino su utilización como teja. Se colocan sobre nylon negro y se incluyen algunas piezas para la ventilación, esto hace que recoja el calor y pueda calentar el agua de la vivienda.

Botellas de plástico recicladas: este material se rellena de tierra compactada y se coloca a modo de ladrillo. Este muro, una vez terminado, se reviste de cemento. Es un material muy barato y muy resistente.

UNIDAD 7.

CONSTRUCCIONES APROPIADAS AL ENTORNO.

Antes de entrar a conocer las construcciones apropiadas al entorno, se debe conocer algunos conceptos, etapas de una obra, tipos, características entre otros. Los cuales ayudaran a comprender las construcciones ubicadas en nuestra región.

Obra en construcción.

Son todos los procesos constructivos como zapatas, vigas de cimentación, mampostería entre otros. con los cuales se construye o se materializa una construcción la cual puede ser arquitectónica (edificios, viviendas, fincas) o civil (carreteras, represas, hidroeléctricas).

Construcción.

Es la obra materializa o construida.

GESTIONES PARA CONSTRUIR UNA OBRA.

Son todas las actividades (planos, presupuestos, personal, nivelación, excavación entre otros) previas y posteriores para la construcción de una obra.

Estas son:

Gestión administrativa.

Son todos los documentos, libros, planos con los cuales se necesitan para materializar la obra en construcción.

- Estudios geotécnicos o estudio de suelos. determina la capacidad portante del suelo y da recomendaciones para el diseño de la estructura.
- Elaboración de diseños: estos son planos topográficos, arquitectónicos, estructural, hidrosanitarios, eléctricos entre otros.
- Elaboración de documentos: presupuesto, programación de obra, administración de obra (director de obra, interventor, residente, maestro entre otros),
- Licencias o permisos: de construcción, urbanística, ambiental entre otras.
- Elaboración de otros documentos: seguridad industrial y salud ocupacional, un plan de manejo de residuos de construcción y demolición, actas de vencida (consiste en el estado de las construcciones aledañas a la obra en construcción) entre otros.

Gestión de ejecución.

Son todos los procedimientos en el lugar o sitio donde se va a construir o materializar la obra.

Etapas para una obra en construcción.

Son los periodos (rendimientos) en los cuales se desarrollan diferentes actividades o procesos constructivos, que tienen como fin llevar a término la construcción de una edificación u otra con un diseño previamente planificado.

Comprenden las siguientes:

- Demolición
- Excavación.
 - Desmante, limpieza, descapote.
 - Explanación o nivelación.
 - Localización y replanteo
 - Excavaciones.

- Construcción.
 - Estructura
 - Instalaciones
 - Pre-acabados
 - Acabados
 - Techo
 - Cubierta

Demolición.

Si fuera el caso, es demoler una construcción ya existente, en esta etapa se derriban la estructura existente como acabados, mampostería, columnas, vigas entre otros. Desmonte de instalaciones hidro-sanitarias, eléctricas entre otras. En conclusión, todo tipo de elementos construidos o instalados en la construcción.

Excavación.

Estas son:

Descapote, limpieza o remoción: consiste en remover toda la capa vegetal, parte del suelo, residuos orgánicos e inorgánicos entre otros, dejando totalmente limpio el área que se va a intervenir para posteriormente iniciar los trabajos de construcción de la obra.

Explanación o nivelación del terreno: consiste en determinar el nivel del terreno establecido en los planos, tomando puntos de referencias como la vía pública, el alcantarillado entre otros. Pero cuando es para conseguir nivel con pendientes se debe realizar con métodos de nivelación (nivelación geométrica, trigonométrica entre otros).

Localización y replanteo. Consiste en el trazado en el terreno de los ejes de la cimentación con hilos.

Excavaciones: consiste en el retiro de tierra o excavación construyendo las zanjas u hoyos, en las cuales se construirán los tipos de cimentaciones.

Construcción.

Antes de iniciar a construir se debe realizar unas labores.

Estas son:

Campamento: construcción para almacenar todos los materiales como cemento, varillas, equipos, herramientas entre otros.

Comité de obra: consiste en establecer labores al personal de la obra dejando constancia de ello.

Bitácora: consiste en llevar un libro donde se anota diversos aspectos ocurridos en la obra como estado del tiempo, llegada de diversos insumos entre otros. Con los cuales ayudan a establecer a autorizar o negar procedimientos.

Una vez establecidas las actividades anteriormente mencionadas se empieza a construir o a materializar la obra, esta etapa involucra la utilización de grandes volúmenes de concreto entre otros materiales.

Figura 64

Edificio mostrando las columnas, entrepiso entre otros



Fuente: Portada, construcción, intervención y supervisión de las edificaciones de concreto estructural. Según el reglamento colombiana NSR-10

Consiste en:

Estructura.

La estructura tiene tres funciones básicas a saber darle rigidez a la construcción, soportar su propio peso, y soportar las cargas muertas como muebles, equipos, sillas entre otras y las vivas como las personas, animales entre otras. Está conformada por los cimientos, columnas, vigas entre otros, más adelante se detallan estos elementos de la estructura.

Instalaciones.

Es la construcción o instalación de todos los servicios, con las cuales le dan el bienestar a las personas que habitan definitivamente o parcialmente la construcción además les brinda higiene a la misma, más adelante se detallan estas instalaciones.

Pre-acabados.

Son todos los procesos constructivos los cuales contribuyen a mejorar las superficies nivelándola, desapareciendo imperfecciones entre otras, para instalar los acabados, más adelante se detallan estos pre-acabados.

Acabados.

Son todos los materiales, los cuales se instalan en las superficies de muros, pisos, fachadas entre otros. Los cuales le dan un aspecto agradable y/o estético a la construcción, más adelante se detallan estos acabados.

Techo

Estos están formados en madera (soleras, varetas, tablillas machihembradas entre otros) o metálicas (perfiles), estas soleras generalmente descansan sobre los muros que forman las pendientes y estos reciben el nombre de muros de culata, los cuales debe ser rematados con vigas o cintas de amarre y en las que se dejan unos amarres las cuales van fijadas las soleras.

Cubierta.

Para cubrir este techo se utiliza una cubierta, la cual cumple la función de proteger de las variaciones climáticas a la construcción y a las personas que la habitan. Para esta se utilizan láminas de zinc, arquitectónicas, tejas de barro, laminas traslucidas entre otras. Actualmente se está utilizando el manto asfáltico plateado el cual es el indicado como cubierta (como lo muestra la imagen).

TIPOS DE CONSTRUCCIONES.

Estas son:

- Residencial: son todas las construcciones en las cuales habita o viven los seres humanos como edificios, conjuntos cerrados, casas de uno y dos pisos entre otras.
- Comercial: son todas las obras en las cuales los seres humanos realizan compras, se realiza sano esparcimiento, venta de servicios como centros comerciales, supermercados, hipermercados entre otros.
- Industrial: son todas las obras o construcciones que en sus instalaciones se transforman la materia prima como fábricas de calzado, metalúrgicas, ensambladoras de carros entre otras.

- Obras públicas: son todas las construcciones civiles como redes de alcantarillado, acueductos, plantas de tratamientos de aguas, de residuos sólidos entre otras.
- Institucionales: son todas las construcciones destinadas para la educación, para servicios municipales (alcaldías, centros de salud) departamentales (hospitales, gobernación) o para el estado ofrecer sus del servicios (superintendencias, ministerios).

CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES.

Los materiales, la mano de obra, maquinarias y los equipos utilizados, hacen que las construcciones se clasifiquen en:

Figura 65

Construcción en guadua



Fuente: <https://co.pinterest.com/hmsartesanias/casas-gadua/>

Construcción Artesanal.

Es la que se construye con materiales diversos, propios de la región, es decir, se aprovechan los recursos naturales como maderas, guadua ó bambú, palmas, barro, etc. La fotografía muestra una vivienda construida en guadua con piso en concreto.

Figura 66

Construcción arquitectónica



Fuente: <https://www.ad5.es/arquitectura-la-casa-moderna/>

altura, instalaciones agrícolas, instituciones educativas y pecuarias entre otras. En general son edificios de poca altura. La fotografía muestra una vivienda de dos pisos.

Figura 67

Construcción por medio de formaletas



Fuente: http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/leonardomartinez-sist%20industrializados-2/momento_2.html

Construcción Arquitectónica.

Son aquellas construcciones u obras adecuadas y agradables a la vista y capaces de provocar un placer estético, se utilizan materiales comunes como: bloques, cemento, ladrillo, etc. Se construyen viviendas de uno y dos pisos, edificios de poca

Construcción Industrializada

Es el conjunto de formaletas metálicas (hierro, aluminio entre otras), materiales, elementos y técnicas ordenadas coherentemente, de manera que sea posible realizar una obra aplicando los principios de la técnica industrial como la producción en serie, la repetición de elementos, la modulación, la

producción masiva, la intensificación en el uso de maquinaria y la especialización de la mano de obra.

Figura 68

Construcción hidroeléctrica de hidroituango



Fuente: <https://es.mongabay.com/2018/06/hidroelectricas-colombia-hidroituango/>

Construcción civil.

Son aquellas construcciones en las cuales se emplean equipos y maquinarias de gran tamaño permitiendo esto la construcción de la obra en poco tiempo. Son obras de mucha más dimensión que las artesanales, manufacturadas entre otras. Por ejemplo:

hidroeléctricas, represas, construcción de vías, pavimentos, redes de alcantarillados, acueductos, puentes, captaciones entre otras. En la fotografía se muestra la construcción de una represa.

Figura 69

Construcción prefabricada



Fuente: <https://facilhouse.com/cuanto-se-demora-en-construir-una-casa-prefabricada/>

Construcción prefabricada.

Es aquella vivienda cuyas partes esenciales se envían ya fabricadas al lugar de su emplazamiento (instalación), donde solo hay que acoplarlas y fijarlas. Actualmente existen muchas formas diferentes de

elementos

prefabricados los

cuales atienden otras funciones en la construcción, unos son prefabricados y luego montados en la obra y otros son fundidos en sitio como bases para tanques, mesas, mesones, dinteles, alfajías, repisas, vigas, viguetas, escaleras, bordillos, sillar para parques entre otras. Esta actividad ha ganado mucho terreno en la industria de la construcción, además a través de esta se pueden reducir tanto los tiempos como los costos. En la fotografía se muestra la construcción de una vivienda.

CONSTRUCCIONES DEL ENTORNO.

En nuestro medio sea observado dos tipos de construcciones predominantes estas son:

Artesanal y Arquitectónica (concreto)

ARTESANAL.

A mediados del siglo XVIII el material predominante en las viviendas de la ciudad de Quibdó eran en cañas silvestres llamadas guaduas con los techos en hojas de

plátano y de chambira. Posteriormente llegó la palma para los muros y la paja para la cubierta. Estos materiales estaban en abundancia. Trascurridos algunos años, en el siglo XIX la ciudad de Quibdó heredó una arquitectura en madera, la cual se expresó en diseños aplicados en ventanales, balcones y puertas. Estos fueron aportados de algunos países como Estados Unidos entre otros. Toda esta influencia se enriqueció en los primeros decenios del siglo XX.

Trascurridos algunos años continuó la utilización de la madera como material predominante en la construcción de edificaciones, pero a mediados de los años 90 aproximadamente se incrementaron situaciones (minería legal e ilegal, deforestación, desplazamiento de cultivadores entre otros) que llevaron a que estas especies maderables escasearan y a la vez aumentaran su valor comercial hasta la actualidad. En la actualidad no se justifica usarla inadecuadamente, ya que, con los procesos constructivos adecuados y/o estrategias para su aprovechamiento máximo y mejores acabados agradables a la vista y no solamente para lo anterior también para la conservación de la misma.

Este material se utiliza por una serie de beneficios como facilidad de conformado, bajo peso específico, agradable apariencia exterior, propiedades térmicas, mecánicas, eléctricas entre otras. Esto ha generado una industria muy importante en el mundo. La explotación de los árboles para la obtención de madera da lugar a graves problemas medio ambientales, porque si no se realiza la tala con unos criterios medio ambientales adecuados, puede producirse una escasez que genera pérdida de bosques primarios y desertificación.

Las casas en madera son resistentes, la madera es respetuosa con el medio ambiente y es un recurso renovable debido a sus bajos valores de energía. Puede tener un papel clave en la tendencia hacia la edificación con carbono cero. Tiene hasta un 60% de ahorro de energía debido a su rapidez climatización natural. Una casa en madera puede durar más que la de concreto, existen edificaciones de más de 200 años.

Sistema estructural.

Existen varios sistemas estructurales para construcción de edificaciones en madera como: Uniones estructurales, sistema de poste y vigas, sistema de armadura, sistema entramado este se divide en sistema entramado en plataforma y sistema entramado global o integral

El sistema estructural utilizado para la construcción de edificaciones en la región. Es el sistema entramado en plataforma el cual está cumpliendo con el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. El cual consiste en un gran número de piezas (estrambutes, pórtateles entre otros) generalmente con el mismo espesor y longitud variables, con este sistema las cargas son repartidas, este sistema permite menor costos de construcción, mejores propiedades de aislamiento que incrementan el confort, gran flexibilidad en el diseño, adaptándose a cualquier tipología arquitectónica, alta productividad en la mano de obra, métodos de unión sencillos y menos costosos, facilita el empotramiento de las instalaciones entre otros.

Aspectos constructivos.

Estos consisten en dar una opción sostenible y adecuada para cada proceso constructivo para una edificación en madera.

Algunos elementos maderables con sus dimensiones.

Cimentación.

Especies: Truntago o Níspero

Madera: postes o pilotes (guayacán)

Usos : cimentación

Sección o dimensión: ancho 4 cm x alto 4 cm x largo 7 mts.

Armazón para piso.

Especies: Chucho nuevo, Chucho viejo, Chanó.

Madera: Solera

Usos : Viga

Sección: ancho 2 cm x alto 5 cm x largo 6 a 7 mts

Armazón para piso y muro.

Especies: Sorongo, Palo santo, Lirio, Gianero, Aceite, Plátano, Incide, Chachajo, Perena, Cedro macho, Aliso negro, Balsami, Cuerito.

Madera: Paral o portaletes o estrambutes

Usos : Conformación de muro y piso.

Sección: ancho 2 cm x alto 2 cm, ancho 2 cm x alto 3 cm, ancho 3 cm x alto 3 cm

Largo: 3 mts.

Piso.

Especies: Cedro macho, Bálsamo, Sorongo, Cuerito, Lirio, Plátano, Giguaneegro, Incide, Tarabe.

Madera: Tablas machihembradas.

Usos : Piso

Sección: Ancho 0.20 cm x largo 3.00 mts

Muros.

Especies: Cedro macho, Bálsamo, Sorongo, Cuerito, Lirio, Plátano, Giguaneegro, Incide, Tarabe.

Madera: Tablas.

Usos : Muro para interior y exterior

Sección: ancho 0.20 cm x largo 3.00 mts

Techo.

Especies: Incibe, Cuerito, Cedro macho y Sorongo.

Madera: soleras para techo

Usos : Techo.

Sección: 2 x 4

Largo: 6 o 7 mts

Piso exterior

Especies: Guamillo

Madera: Tablones

Usos : zonas húmedas.

Sección: ancho 0.20 cm x largo 3.00 mts

ARQUITECTÓNICA.

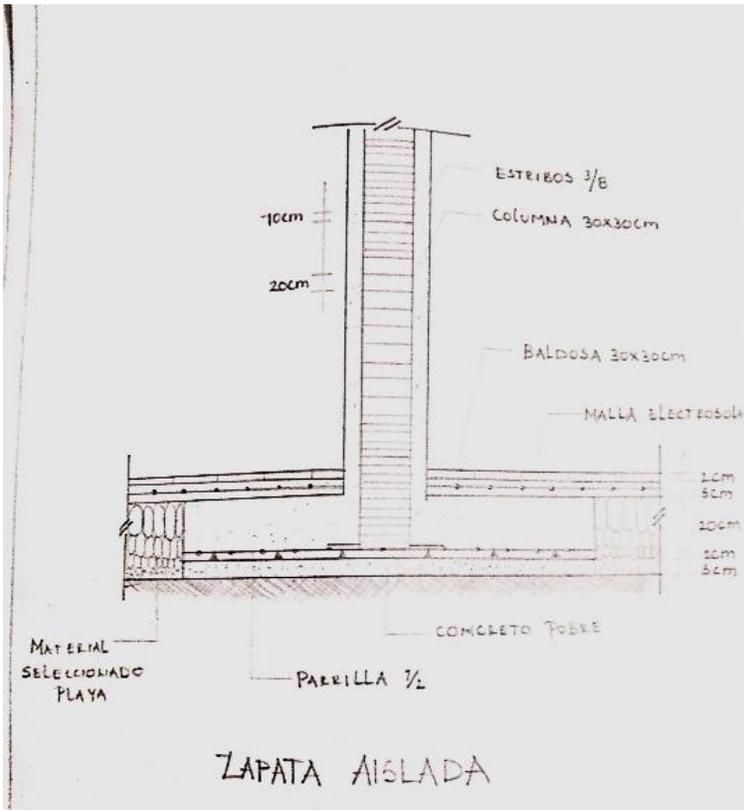
En los años 80 aproximadamente en la ciudad de Quibdó, se empieza a construir edificaciones en arquitectónicas o en concreto. Desde aquel entonces se ha venido construyendo edificaciones en concreto, convirtiéndose en el material predominante en la construcción de edificaciones en la actualidad. Pero los materiales han venido presentando un aumento considerable en su costo, lo cual ha contribuido a que la construcción en este tipo de edificaciones sea muy costosa para algunos habitantes de la ciudad de Quibdó. Para materializar una construcción arquitectónica, esta consta de unos planos arquitectónicos (localización, diseño de espacios (primero piso, segundo...) fachadas, cortes y cubierta), algunos detalles constructivos **y** así mismo es de suma importancia conocer los procesos constructivos a saber:

Cimentación.

Son en conjunto de elementos que reciben el peso de la construcción y lo distribuyen uniformemente este en toda su longitud al suelo que es el apoyo. Al disponernos a realizar las cimentaciones de una edificación, se debe estudiar e interpretar el plano de cimentación, para saber qué tipo de cimentación se va a utilizar o construir.

Figura 70

Detalle constructivo zapatas aisladas



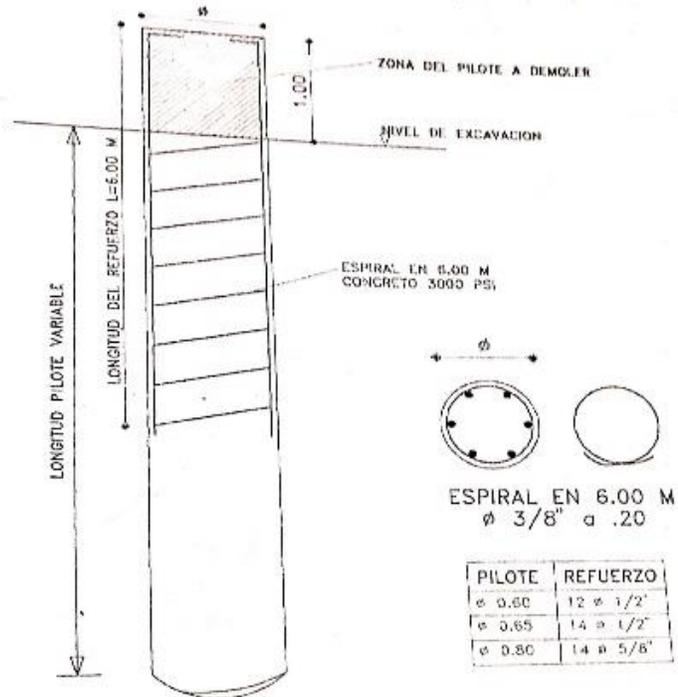
Fuente: Elaboración a partir del autor

Estas son:

- Cimentación superficial:
Zapatas corridas, aisladas, viga de cimentación, placas de cimentación o flotante, placa contrapiso.

Figura 72

Pilotes in situ



- Cimentación profunda:

Pilotes in situ,
pilotes pre-
excavados,
caissons.

REFUERZO DE PILOTES

ESC. _____ 1:50

Fuente: construcción de estructuras, colección del básica del concreto. Tomo 2 p. 151

Figura 73

Columna lista para el vaciado



Fuente: construcción de estructuras, colección del básica del concreto. Tomo 2 p. 75

Columnas.

Las columnas de confinamiento o amarre vertical son una parte de la estructura de concreto reforzado, que amarra los muros para que no se corran en caso de un movimiento sísmico. Las columnas de confinamiento se colocan en los extremos de los muros estructurales o de carga, en la intersección de dos muros estructurales y en lugares intermedios.

Viga de amarre.

Es un elemento de estructural utilizado para evitar que dos elementos estructurales estén separados, La viga de amarre tiene como función principal la de amarrar los muros de bloques de manera que trabajen solidariamente frente a las cargas laterales

que pueden ser vientos o terremotos.

En general las vigas de amarre horizontales, deben colocarse

- A la altura del entrepiso, en las casas de dos pisos.
- A la altura establecida por el diseño en muros, en casa de un piso.
- A la altura de enrase de cubierta, en todos los casos. Esta viga debe conformar un diafragma horizontal, es decir cerrado todo su perímetro.
- En la terminación de muros de culata, se colocan cintas de amarre formando diafragma.
- Como remate en forma de cinta de amarre en los muros parapetos.

Mampostería.

Se deben colocar muros en las dos direcciones y perpendiculares entre sí, desde la cimentación, para que se comporten como riostras y resistan las fuerzas horizontales producidas por los sismos. Estos muros deben ser confinados, es decir, contener vigas y columnas que los amarren.

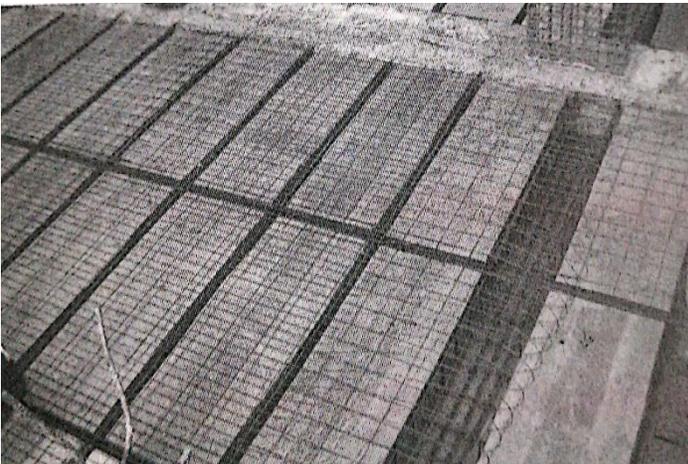
Los muros confinados en una vivienda pueden ser:

Muros de carga. Cuando además de su propio peso, transmiten las cargas típicas que se dan en una vivienda como son: el peso de la losa de entrepiso, del techo o cubierta, de los, otros muros y de los enseres que se tienen en la vivienda. Los muros del segundo piso deben coincidir con los muros del primer piso de lo contrario la transmisión de las cargas pueden ser peligrosas.

Muros divisorios o transversales. Son los muros que solo soportan su propio peso y sirven además para darle rigidez a los de carga. Para que no se volteen estos muros, deben estar adheridos a la estructura (entrepiso, techo entre otros).

Figura 74

Entrepiso aligerado con bloque de polipropileno expandido



Fuente: Construcción, interventoría supervisión técnica de las edificaciones del concreto estructural, según el reglamento colombiana NSR-10 p. 209

Entrepiso.

Es una estructura que separa horizontalmente un nivel o piso de otro, la cual sirve de techo para el primer nivel y de piso para el segundo, cumpliendo

que trabaja como diafragma rígido.

Puede construirse en:

- Concreto reforzado,
- Concreto aligerado con casetón de madera, ladrillo, icopor, metaldesk
- Entrepiso prefabricado.

Función de los entrepisos.

Estas son:

Función arquitectónica. Separa unos espacios verticales formando los diferentes pisos de una construcción para que esta función se cumpla el entrepiso debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa, es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro.

Función estructural. Deben ser capaces de sostener las cargas de servicios como mobiliario y las personas. lo mismo que su propio peso y el de los acabados

Instalaciones.

Son el conjunto de redes y equipos fijos que permiten el suministro y operación de los servicios que ayudan a los edificios a cumplir las funciones para las que han sido diseñados. Todos los edificios tienen instalaciones, ya sean viviendas, fábricas, hospitales entre otros. En algunos casos son específicas del edificio al que sirven. Las instalaciones llevan a, distribuyen y/o evacúan del edificio materia, energía o información, por lo que pueden servir tanto para el suministro y distribución de agua o electricidad como para la distribución de aire comprimido, oxígeno o formar una red telefónica o informática.

Tipos de instalaciones.

- Instalación hidráulica (agua fría y agua caliente)
- Evacuación de aguas usadas (saneamiento o drenaje sanitario)
- Evacuación de aguas pluviales (usando combinación de sistemas construidos e infraestructura verde)
- Climatización (ventilación, calefacción y refrigeración)
- Instalación eléctrica (alumbrado y fuerza)
- Comunicaciones (telefonía, TV, redes informáticas, Sonido, Video vigilancia, etc.)
- Instalaciones de transporte (Ascensores, Escaleras mecánicas, pasillos rodantes, correo neumático, etc)
- Instalaciones de gas (GLP o natural)
- Instalaciones hospitalarias (Oxígeno, aire comprimido, óxido nitroso, vacío, vapor, etc.)
- Instalaciones de protección contra incendios.
- Instalación de sistema de alarma. (sistema de seguridad)

Pre-acabados.

Para llegar al acabado final casi siempre es necesario utilizar antes otros procesos constructivos llamados pre-acabados o antes del acabado. Son todos los procesos constructivos con cuales una superficie queda nivelada o preparada para instalar el acabado.

Por ejemplo, para instalar una baldosa en un piso se necesita instalar un mortero (cemento y arena media) llamado sobrepiso, sobre el material base relleno en agregados granular (cascajo, arena o gravilla), o para colocar una pintura en un muro se necesita un revoque(repello) o estuco para que quede la superficie del muro quede lisa.

Función.

Es la de mejorar la base de soporte donde se instalará el acabado final dándole mayor finura y estabilidad; a su vez nos ayuda a rigidizar, impermeabilizar, mejorar las condiciones acústicas y térmicas debido al aumento del espesor de esta base o la superficie y a la adición de aditivos que mejoran sus propiedades.

Tipos de pre-acabados.

Estos son:

Revoque, estuco entre otros.

Acabados.

Se conoce como acabados, revestimientos o recubrimientos a todos aquellos materiales que se colocan o instalan sobre una superficie (pisos, muros, columnas entre otras) para darle terminación, quedando ésta con un aspecto agradable a la vista.

Función.

La función principal es proteger las superficies (muros, pisos) así como de proporcionar belleza, estética y confort, estos materiales deben corresponder a funciones adecuadas con el uso destinado y en las zonas en donde la obra requiere su colocación. Por lo que es muy importante conocer sus características y su procedimiento constructivo de colocación.

Superficies para aplicar acabados.

Exteriores.

En el análisis de los enchapes exteriores se debe tener especial cuidado con el estudio del comportamiento del material a los agentes atmosféricos y ambientales, su facilidad de mantenimiento y facilidad de limpieza, como por ejemplo en el caso de los grafitis. Los materiales más utilizados para acabados en nuestro medio son elementos cerámicos, materiales pétreos, vidrios entre otros. Los acabados o recubrimientos no son utilizados como elementos estructurales, ni de cerramiento, sino únicamente como elementos decorativos y/o estéticos.

Interiores.

Aunque están sometidos a menores factores atmosféricos deben cumplir, dependiendo de su localización, con una serie de exigencias acústicas, lumínicas y térmicas, estos deben de resolver problemas muy particulares como por ejemplo pisos de altísima resistencia para zonas industriales, en donde se trata de preservar el acabado al ataque de agentes mecánicos y químicos entre otros.

Tipos de acabados.

Estos son:

Pinturas, acabados para piso (baldosas, porcelanato) entre otros.

Techo.

Los techos generalmente descansan sobre muros que forman las pendientes y estos reciben el nombre de muros de culata, los cuales debe ser rematados con vigas o cintas de amarre y en las que se dejan unos amarres para luego ser fijados

a ellas el techo. Los materiales del techo son en madera (soleras, varetas, tablilla entre otros) o en metal (perfiles ente otros).

Cubierta

Para cubrir este techo y por ende la construcción se utiliza una cubierta, la cual cumple la función de proteger de las variaciones climáticas a la construcción y a las personas que la habitan. Para esta se utilizan láminas de zinc, arquitectónicas, tejas de barro, laminas traslucidas entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

LUZ, Marina Marciales C., Materiales Regionales para la Construcción, Universidad, Santo Tomas, Santa fe de Bogotá, 2007.

Arq. Ing. JOSE, Gustavo Martínez Murcia, Estructuras, Universidad Santo Tomas, Santa fe de Bogotá, 2005.

Reglamento de Construcción Sismo Resistente, Tomo dos, Titulo G, Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente.

PROSPERO, Chinchilla P. Materiales para la construcción, Universidad Santo Tomas, Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia, VUAD, Santa fe de Bogotá, 1999.

Asociación Colombiana de Productores de Concreto, Asocreto, Concreto Preesforzado: diseño y construcción, Primera Edición, 2005.

Revista Makinaria Pesada, Publicación Especializada para la Construcción, Vías, Minería y Agro, Bogotá, Abril 2018.

Ing. HERNAN, Pimentel Quintero, Colección del Concreto, Cartilla Gestión Integral de Agregados, Asociación Colombiana de Productores de Concreto, Asocreto, Primera Edición, 2017.

La Revista de la Técnica y la Construcción, Noticreto No 150, Innovación en Cemento y Concreto, Septiembre – Octubre, 2018.

La Revista de la Técnica y la Construcción, Noticreto No 133, la prefabricación como alternativa de construcción, Noviembre – Diciembre, 2015.

Arq. JUAN C. Restrepo Gutiérrez, Técnica de Ejecución de Acabados Arquitectónico, Universidad nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura, seccional Medellín, 2002, bajado de internet.

Msc. HAROLD A. Muñoz Muñoz, Construcción, Interventoría y Supervisión Técnica de las Edificaciones de Concreto Estructural, según el reglamento colombiano NSR-10, colección del concreto, asociación colombiana de productores de concreto ASOCRETO, 2015.

Daniel, S. S., Instalaciones Eléctricas, (1999), Universidad Santo Tomas, Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia, Bogotá D.C.

Material de estudio, técnicas constructivas, construcción en arquitectura e ingeniería, universidad santo tomas, vicerrectoría de universidad abierta y a distancia, 1986.

Revista maquinaria pesada, año 7, No 67, abril 2018.

Gilberto Gómez Gómez, Jhon Jairo Sánchez castro, equipos y movimiento de tierra, universidad del Quindío, facultad de educación abierta y a distancia, programa de tecnología en obras civiles, 1994

[https://www.construmatica.com/construpedia/Clasificaci%C3%B3n_de Elementos Prefabricados](https://www.construmatica.com/construpedia/Clasificaci%C3%B3n_de_Elementos_Prefabricados)

[http://www.toxement.com.co/media/3380/prefabricado concreto.pdf](http://www.toxement.com.co/media/3380/prefabricado_concreto.pdf)

<http://www.revistacyt.com.mx/index.php/contenido/prefabricados/203-diseno-sustentable-de-prefabricados-de-concreto>

<http://dearkitectura.blogspot.com/2012/06/propiedades-del-concreto.html>