



JORNADA HORMIGÓN ELABORADO

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

PROGRAMA

1. ¿Cómo se fabrica el cemento?
2. ¿Qué es el hormigón?
3. ¿Qué diferencias tiene con un mortero?
4. ¿Qué es el hormigón elaborado?
5. Beneficios de usar H°E°
 - Hormigón fresco
 - Hormigón endurecido
6. Pedido de hormigón elaborado
 - Quien lo pide
 - Que elemento se va a hormigonar
 - Cuantos m3 que es un m3
 - Cuando
 - Tipo de hormigones y usos
 - Tipo y tamaño de agregados
 - Que es el asentamiento y en que nos influye
 - Quien es el responsable por el hormigón

ELABORACIÓN Y TRANSPORTE

- Dosificación de los componentes
- Tiempo de mezclado
- Transporte del hormigón

CONTROL DE CALIDAD

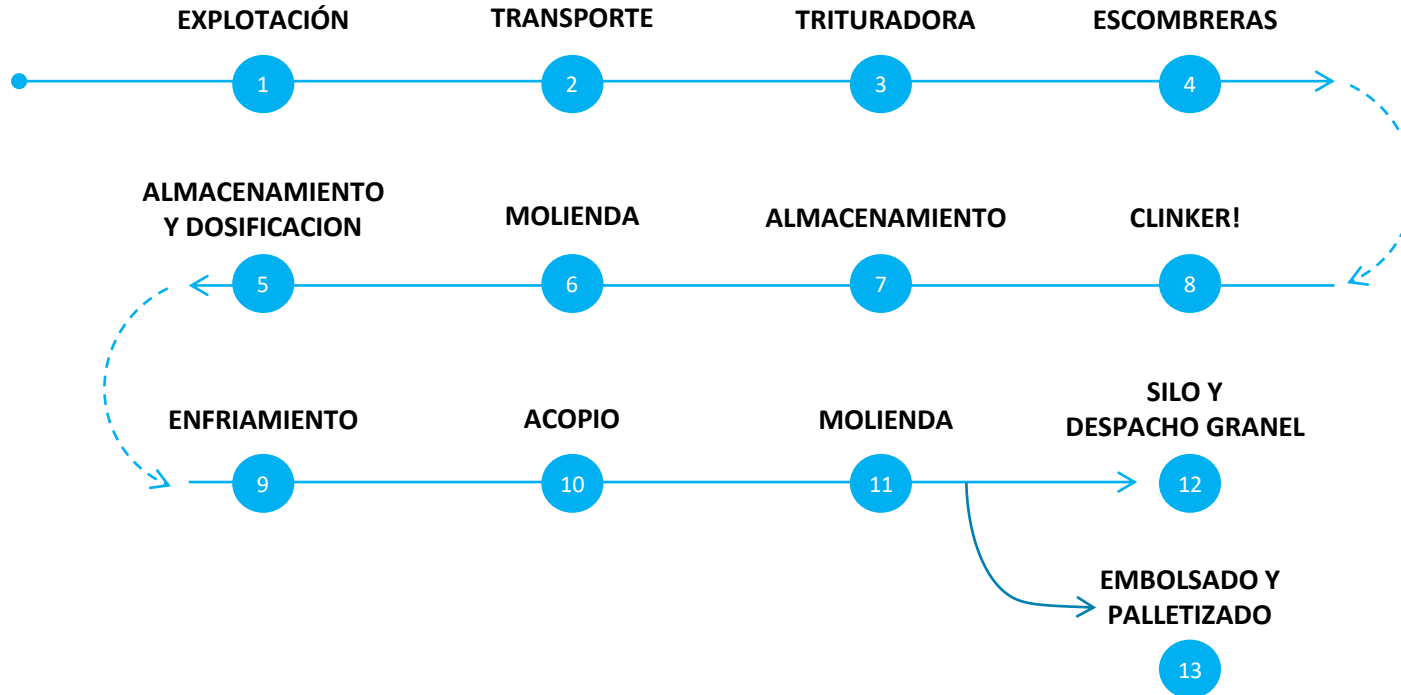
- Descarga del H°E° y transporte interno en obra
- Colocación del H° en los encofrados
- Compactación del hormigón
- Protección y curado

SOSTENIBILIDAD EN EL HORMIGÓN

- Durabilidad vs demolición (materiales de demolición vs. Escombro)
- El arte de construir bien



¿CÓMO SE FABRICA EL CEMENTO?



HORMIGÓN: ¿QUÉ ES? DIFERENCIAS CON EL MORTERO

COMPONENTES DEL HORMIGÓN:

Es uno de los más utilizados en obras de arquitectura e ingeniería a nivel mundial. Una de sus principales características es su alta trabajabilidad, consistencia, rápido secado

Cemento: Actúa como aglutinante, uniéndose con el agua y otros componentes para formar la masa.

Agua: Necesaria para la reacción química del cemento y la formación de la pasta que une los agregados.

AGREGADOS:

Arena: Fina, que ayuda a llenar los espacios vacíos.

Piedra triturada: Gruesa, que contribuye a la resistencia del hormigón.

Aditivos: Pueden añadirse para mejorar ciertas propiedades, como la resistencia, la trabajabilidad o la durabilidad.



COMPONENTES DE UN MORTERO:

Mezcla **homogénea** es un material de construcción versátil que se utiliza para una amplia gama de aplicaciones, desde la unión de materiales hasta la realización de revestimientos y reparaciones.

Cemento: componente clave que une la arena y el agua, creando una sustancia sólida y estable.

Arena: Proporciona la estructura y el volumen al mortero

Agua: Permite que el aglomerante se hidrate y se endurezca.

Aditivo: para mejorar propiedades como la resistencia, la trabajabilidad o la impermeabilidad.



¿QUÉ ES EL HORMIGÓN ELABORADO?

Es una mezcla que se prepara en una planta industrial y se transporta en estado fresco a la obra en mixer.

Es un material de construcción versátil y popular, utilizado en una amplia variedad de proyectos.

La mezcla es preparada en una planta industrial, garantiza mayor precisión en las proporciones y calidad de los materiales.

Obteniendo un hormigón más uniforme y de mejor calidad, lo que a su vez asegura una mayor resistencia y durabilidad en las estructuras.

BENEFICIOS

CALIDAD

asegura una mayor precisión en las proporciones y uniformidad de materiales

RESISTENCIA

mayor precisión en la formulación para diferentes resistencias.

EFICIENCIA

Reduce el tiempo de producción de la mezcla y el transporte a la obra.

DESPERDICIO

Se prepara en la cantidad necesaria para la obra, evitando desperdicios.

SEGURIDAD E HIGIENE

Se realiza en un entorno controlado, lo que reduce el riesgo de accidentes para las personas

LIMPIO

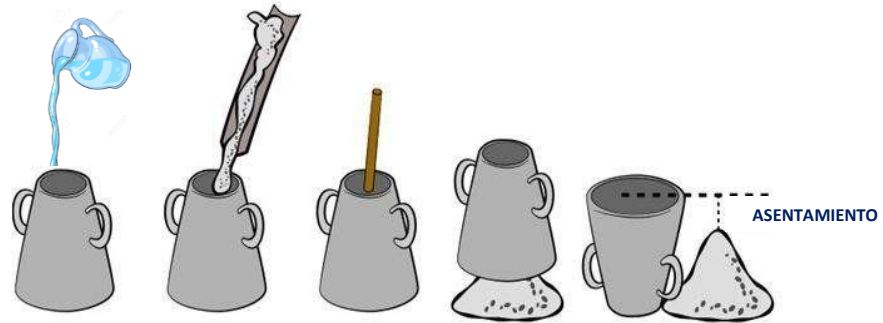
El transporte en camiones evita la manipulación de los materiales en obra, reduciendo la suciedad.



ESTADO FRESCO | MÉTODO CONO DE ABRAMS

IRAM 1536 - PROCEDIMIENTO

1. Humedecer el molde y la superficie plana a utilizar.
2. El molde se llena en tres capas de igual volumen.
3. Compactación con 25 golpes de varilla en forma espiral por cada capa.
4. Se enrasa con una cuchara plana.
5. Se retira el molde en forma vertical y de movimiento constante.
6. Se mide el ASENTAMIENTO como diferencia entre la altura del molde y la del hormigón desmoldado (cm)



ESTADO ENDURECIDO - RESISTENCIA

IRAM 1524-1534 PROCEDIMIENTO

Las muestras debe ser representativo de la masa entera de hormigón por lo que será completamente remezcladas en una carretilla antes de moldear las probetas.

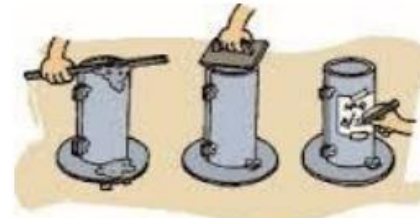
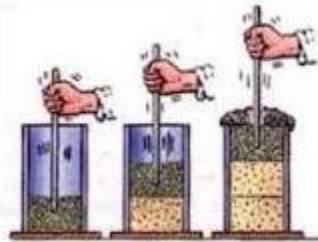


30x15
20x10



EJECUCION DE PROBETAS PASO A PASO

1. Llenar las probetas en 3 tramos
2. Varillar en cada tramo 25 veces
3. Enrasar la probeta con el borde del molde
4. Identificar las probetas
5. Cubrir la superficie con un vidrio, placa metálica ó un film de polietileno, de forma que evitemos que se evapore el agua.



¿COMÓ SE PIDE EL HORMIGÓN ELABORADO?

QUIÉN

- ✓ Jefe de Obra
- ✓ Ingeniero
- ✓ Arquitecto
- ✓ Capataz

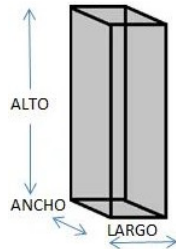
DONDE

- ✓ Lugar
- ✓ Kilómetros
- ✓ Tiempo

Tiempo desde la hormigonera hasta la obra mas el colado no debe ser mayor a 120 minutos máximo. IRAM 1666/2020

CUANTO

m3



CUANDO

- ✓ Día
- ✓ Hora
- ✓ Frecuencia

COMO

- ✓ Descarga Directa
- ✓ Bombeable



QUE

Estructura que va a hormigonar

- ✓ Columna
- ✓ Viga
- ✓ Piso
- ✓ Losa

Tipo de Hormigón (resistencia)

- ✓ H8
- ✓ H17
- ✓ H21
- ✓ H25

Asentamiento (cm)

- ✓ 10
- ✓ 15
- ✓ 18

ADICIONES Y/O ADITIVOS

- ✓ Incorporador de aire
- ✓ Fluidificante
- ✓ Superfluidificante
- ✓ Plastificante
- ✓ Macro y Microfibras sintéticas
- ✓ Coloreado



¿COMÓ SE PIDE EL HORMIGÓN ELABORADO?

QUIÉN

- ✓ Jefe de Obra/Capataz
- ✓ Ingeniero
- ✓ Arquitecto

HORMIGONERA: Responsable del hormigón en estado fresco
EJECUTOR DE OBRA: Responsable del hormigón en la estructura y su correcta colocación.

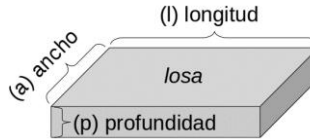
DÓNDE

- ✓ Lugar
- ✓ Kilómetros
- ✓ Tiempo

Tiempo desde la hormigonera hasta la obra mas el colado no debe ser mayor a 120 minutos máximo. IRAM 1666/2020

CUÁNTO

- ✓ m³



CUÁNDO

- ✓ Día
- ✓ Hora
- ✓ Frecuencia

CÓMO

- ✓ Descarga Directa
- ✓ Bombeable



ADICIONES Y/O ADITIVOS

- ✓ Incorporador de aire
- ✓ Fluidificante /Superfluidificante/ Hiperfluidificante
- ✓ Plastificante / Hidrófugo

- ✓ Macro y Microfibras sintéticas
- ✓ Coloreado



¿COMÓ SE PIDE EL HORMIGÓN ELABORADO?

QUÉ

Estructura que va a hormigonar

- ✓ Columna
- ✓ Viga
- ✓ Piso
- ✓ Losa

Asentamiento (cm)

- ✓ 10
- ✓ 15
- ✓ 18

Tipo de Hormigón (resistencia)

- ✓ H8
- ✓ H17
- ✓ H21
- ✓ H25

ELEMENTOS A HORMIGONAR		CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN A RECOMENDAR (N1)		
		CATEGORÍA RESISTENTE (MPa)	ASENTAMIENTO (cm)	PIEDRA TMN (mm)
FUNDACIONES / CIMIENTOS	ZAPATAS / BASES DE FUNDACIÓN	H21 - H25 - H30	10 ó 15	19 ó 30
	PILOTES / PILOTES BAJO AGUA (N4)	H21 - H25 - H30	15 ó 20 (N3)	19
	VIGAS DE FUNDACIÓN / ENCADENADOS	H25 - H30	10 ó 15	19
PISOS / PAVIMENTOS	CONTRAPISOS - VEREDAS (N4)	H17 - H21 - H25	10	19
	PLATEAS DE FUNDACIÓN (N4)	H21 - H25 - H30	15	19
	PISOS INDUSTRIALES LLANEADOS (N4)	H25 - H30	10 ó 15	19
	PAVIMENTOS URBANOS (N4)	H25 - H30	10	30
	HABILITACIÓN RÁPIDA PAVIMENTO (N4)	H35 (9 d) - H40 (6 d) - H45 (4 d)	10	30
	SUB BASE PAVIMENTO	HRDC - H8 - H13 - H15	15 ó 20	No aplica
ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO	COLUMNAS / TABIQUES	H21 - H25 - H30	15	12 ó 19 (N2)
	LOSAS y VIGAS (N4)	H21 - H25 - H30	15	12 ó 19 (N2)
	CISTERNAS / CONTENCIÓN DE AGUA	H25 - H30 - H35 - H40	15	19
RELLENOS	RELLENOS DE ZANJAS / POZOS	HRDC - H8 - H13 - H15	15 ó 20	

Capacidad para soportar cargas a la compresión sin romperse.

Esta resistencia se mide generalmente en megapascals (Mpa) o en kg/cm²

Ámbitos de consistencia

Muy seca	$A < 2 \text{ cm}$
Seca	$2 \text{ cm} < A \leq 5 \text{ cm}$
Plástica	$5 \text{ cm} < A \leq 10 \text{ cm}$
Muy plástica	$10 \text{ cm} < A \leq 15 \text{ cm}$
Fluida	$15 \text{ cm} < A \leq 18 \text{ cm}$
Muy fluida	$A > 18 \text{ cm}$



ELABORACIÓN Y TRANSPORTE



DISEÑO DE LA FORMULACIÓN

The screenshot shows a software window titled 'Sistema de Gestión de Materiales'. It contains a form for 'Programación de Hormigón' with fields for 'Código Cliente' (12345), 'Código de Obra' (11111), 'Fecha de Obra' (01/12/2019), 'Dirección Obra', and 'Localidad Obra'. Below these are 'Observaciones' and a table for 'Hormigón' with columns for 'M3 Hc', 'M3 Agrega', 'M3 Enlape', and 'M3 B'. The table has rows for 'HORMIGÓN', 'HORMIGÓN', and 'HORMIGÓN'. At the bottom, there are buttons for 'Nuevo', 'Modificar', 'Cancelar', 'Guardar', 'Imprimir', 'Salir', and 'Ayuda'.

Un H°E° de buena calidad debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Durabilidad y vida útil
- ✓ Resistencia y seguridad estructural
- ✓ Estabilidad dimensional y funcionalidad
- ✓ Trabajabilidad
- ✓ Homogeneidad
- ✓ Economía y uso eficiente de recursos
- ✓ Sostenibilidad



TIEMPO DE MEZCLADO

EL HORMIGÓN ELABORADO DEBE SER TRANSPORTADO LO MÁS VELOZMENTE POSIBLE DESDE LA PLANTA A LA OBRA. (IRAM 1666/2020 - 120 MINUTOS)

Debe **mantener su homogeneidad y características**, desde el lugar de fabricación hasta el lugar de colocación final, incluyendo su vaciado.

Cuando el hormigón es transportado por mixer, es necesario que sea **remezclado** al momento del arribo por al menos **2 minutos** antes de ser descargado, sobre todo cuando se trata de hormigones con aditivo incorporador de aire.

Los tiempos **pueden prolongarse** si se usan aditivos especiales, de tal forma que el hormigón mantenga la docilidad especificada sin agregar agua.



TRANSPORTE DEL HORMIGÓN

TRANSFERENCIA DEL HORMIGÓN DESDE EL EQUIPO DE TRANSPORTE A SU LUGAR DEFINITIVO EN LA ESTRUCTURA

SECUENCIA DE CARGA

A la hora de posicionarse en la planta hormigonera para cargar el hormigón hacerlo con el **trompo GIRANDO EN SENTIDO DE DESCARGA**.

Para que no haya dentro del mixer **AGUA EXTRA** (de la limpieza, lluvia, etc) la cual va a alterar negativamente la resistencia del hormigón

PLANIFICADO

Para **NO DEMORAR**, ocasionando problemas tales como pérdida de trabajabilidad (asentamiento), aparición de juntas frías, etc.

DEBE MANTENERSE UN ESTRECHO CONTACTO CON LA PLANTA ELABORADORA Y LOS MEDIOS DE TRANSPORTE.

No debe iniciarse el despacho del hormigón ante la posibilidad de congelación o lluvias.



CONTROL DE CALIDAD

CONTROL DE CALIDAD

- Descarga del h
- Transporte interno en obra
- Colocación del h en los encofrados
- Compactación del hormigón
- Protección y curado

DESPACHO O COLOCACIÓN

INSPECCIÓN PREVIA DE LA OBRA PARA EVITAR PROBLEMAS DE SEGURIDAD Y DE OPERACIÓN

1. Verificar accesos a la obra, tránsito, permisos
2. Los apuntalamientos y encofrados
3. Movimientos de suelo, líneas eléctricas aéreas (puente eléctrico)
4. Situación de obras linderas
5. Condiciones climáticas adversas
6. Informar hora de inicio y frecuencia de llegada de los mixers requerida



PREVIA DESCARGA DEL HORMIGÓN EN OBRA

ESPACIO PARA MIXER

Planificar un lugar cómodo para **estacionar el mixer** antes de iniciar la descarga, y colocar conos o cintas de peligro. Tener en cuenta el lugar destinado para la **limpieza del mixer** luego de completada la descarga del hormigón.



EVITAR EN LA APLICACIÓN

1. Segregación: Caída libre mayores a 1 metro
2. Demoras entre capas mayores a una hora

RECEPCIÓN

Realizar **CONO DE ABRAMS**
Elaboración de **PROBETAS**

Considerar suficiente iluminación si la tarea se realiza de noche



REVISAR EN OBRA

1. Fundaciones
2. Limpieza de encofrados
3. Limpieza y posición de las armaduras
4. Apuntalamientos y refuerzos de los encofrados
5. Correcta colocación de los separadores (garantizar recubrimiento)



ESTADO FRESCO | CURADO DE PROBETAS

1. Luego de las primeras 24 horas, se desmoldan las probetas y se identifican.
2. Se almacenan hasta el momento de ensayo en una pileta con solución saturada de hidróxido de calcio (agua saturada en cal) o en cámara húmeda a 23 ± 2 °C con humedad relativa ambiente mayor que el 95%.



COLOCACIÓN | RECOMENDACIONES

1. Evitar palear a mano y mover el hormigón con vibradores.
2. Colocar el hormigón en capas uniformes, no en grandes montones o en capas desniveladas.
3. Las capas de hormigón deben ser compatibles con el método de compactación adoptado para obtener una compactación uniforme.
4. Velocidades compatibles de colocación y compactación.
5. Cada capa debe haber quedado totalmente compactada antes de colocar la siguiente.



Agregado de agua al Hormigón

Agregado de agua

¿Por qué se agrega agua al hormigón?

Cuando el hormigón llega a la obra con un asentamiento por debajo de la especificación y/o ésta consistencia es tal que afecta de forma adversa la colocación del hormigón, se le puede añadir agua para aportar un asentamiento hasta un nivel aceptable o especificado.

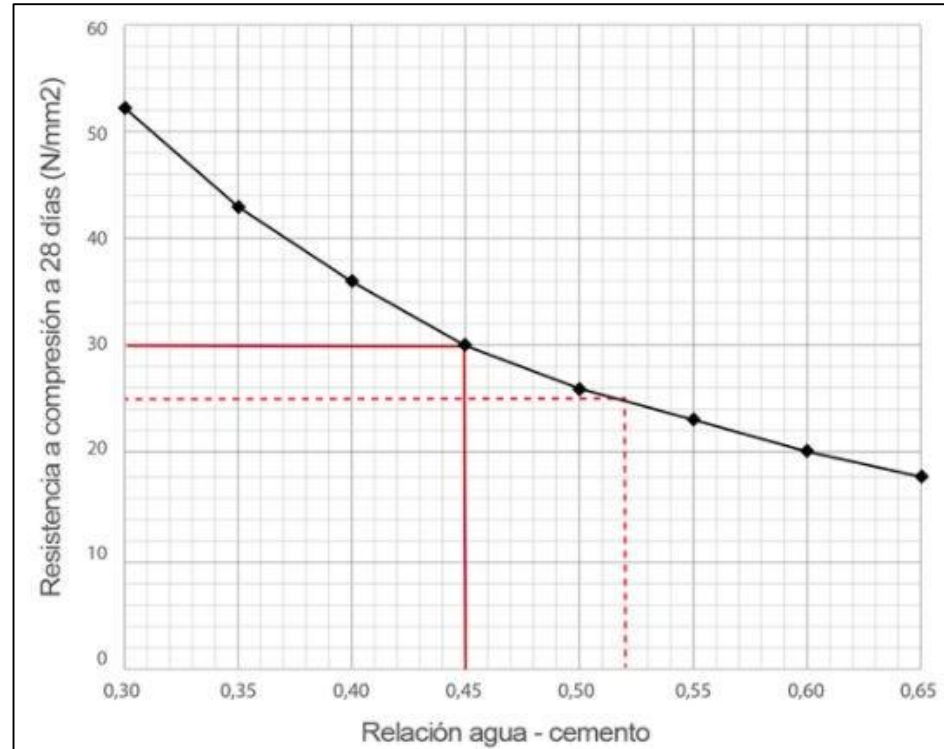
Esto SÓLO puede hacerse cuando el hormigón que llega al lugar de trabajo no exceda el asentamiento especificado y/o la relación agua/cemento.



Agregado de agua

¿Qué es la relación agua/cemento? *Es lo que controla la resistencia al hormigón*

Toda el agua que se aporte al hormigón, en cualquier momento de su estado fresco, entrará en la ecuación que llamamos relación agua - cemento.



Agregado de agua

Efectos del agregado de Agua en las propiedades del H°

Además de **pérdida de resistencia y durabilidad** en los hormigones, podremos tener distintas patologías en nuestras estructuras, como por ejemplo:

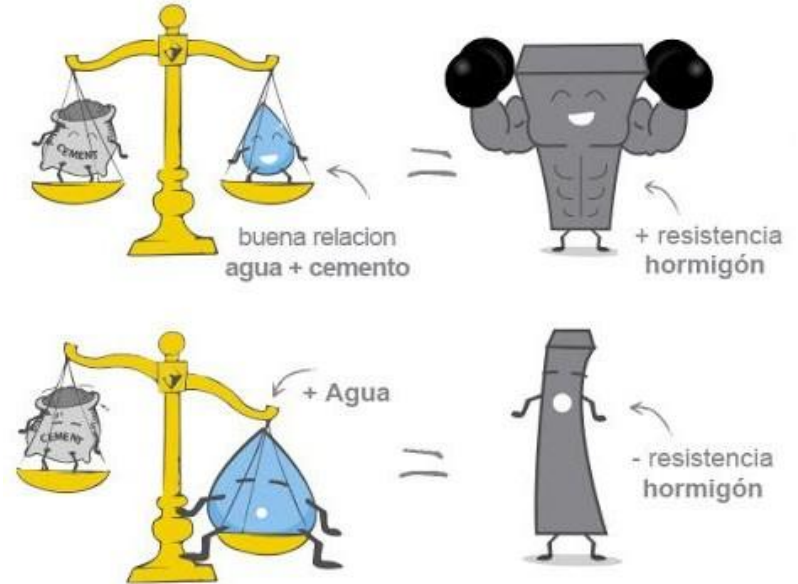
- Fisuras en las estructuras debido a la elevada retracción y a la débil resistencia a la tracción del hormigón.
- Segregación, pudiendo ocasionar “nidos de abeja”
- Debilitamiento en las superficies de los pavimentos. El agua en exceso exuda y en consecuencia el agua asciende a la superficie. Cuando la exudación es excesiva, el agua arrastra consigo los finos de la mezcla que van a depositarse en la superficie.
- En pavimentos en zonas frías, se suele colocar aditivos incorporadores de aire al hormigón para adicionar microburbujas que ayudan a proteger al hormigón de los ciclos de congelamiento y deshielo. Si se le agrega agua de más, estas microburbujas tienden a desaparecer.

Costo del agregado de Agua

Las **consecuencias técnicas del agregado de agua** al hormigón, las podemos resumir en:

- **disminución de la resistencia**
- **menor durabilidad**
- **mayor contracción**

Si queremos **mantener las resistencias** aún **agregando agua**, tendremos que agregar **más cemento** para mantener constante la relación agua/cemento y, en consecuencia, las resistencias, por lo que los **costos** de nuestro hormigón **subirán**.

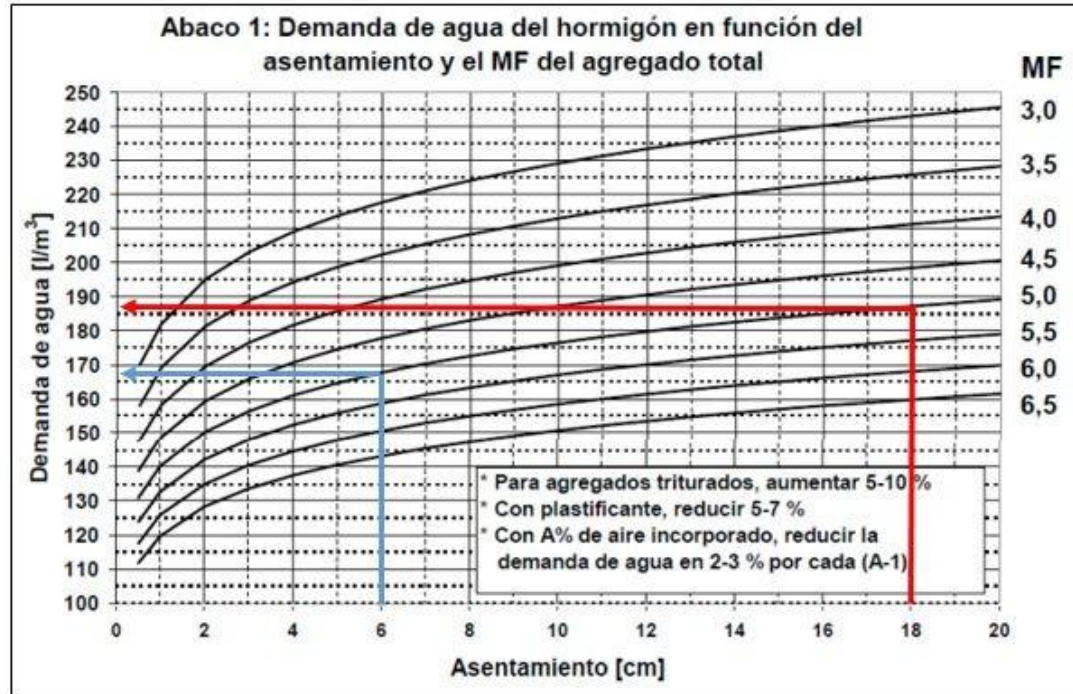


Costo del agregado de Agua

Supongamos un hormigón, cuya relación a/c es de 0.5, con un MF de la mezcla de 5 y que fue dosificado con 6 cm de asentamiento, se lleva, agregando agua, a 18 cm.

As 6 cm → 168 litros/m³

As 18 cm → 188 litros/m³



Costo del agregado de Agua

Si la **relación agua/cemento** inicial se quiere **conservar** para no afectar las resistencias:

contenido de cemento para 6 cm de asentamiento 336 Kg / m³

contenido de cemento para 18 cm de asentamiento 376 Kg / m³

Es decir que por m³ de hormigón se deben agregar 40 Kg más de cemento



Costo del agregado de Agua

Otra forma de verlo sería la siguiente:

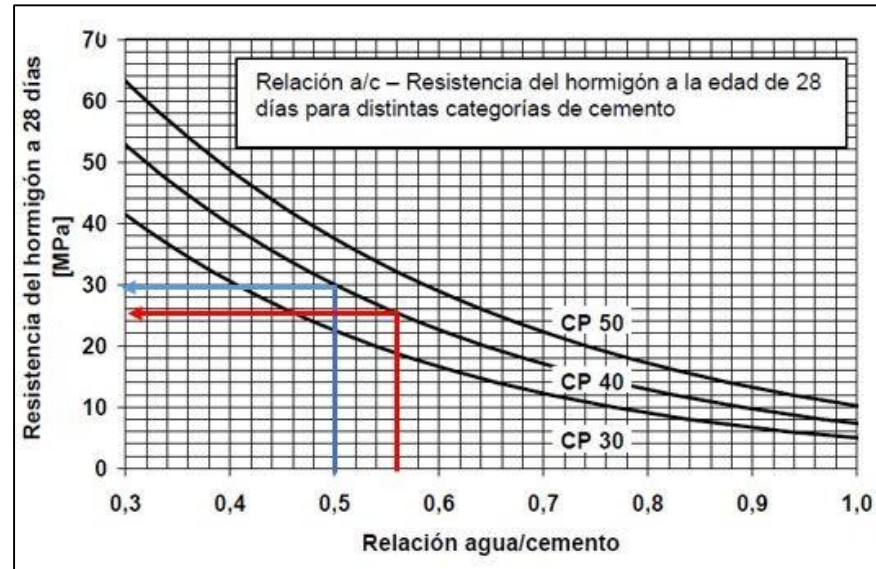
Inicial: **As 6 cm** , CUC = 336 Kg / m³ , **CUA = 168 Lt / m³** → $a/c = 0,50 \approx \text{H30}$

Final: **As 18 cm**, CUC = 336 Kg / m³ , **CUA = 188 Lt / m³** → $a/c = 0,56 \approx \text{H25}$

+20 l/m³ de agua

+160 litros (mixer 8 m³)

H30 → H25

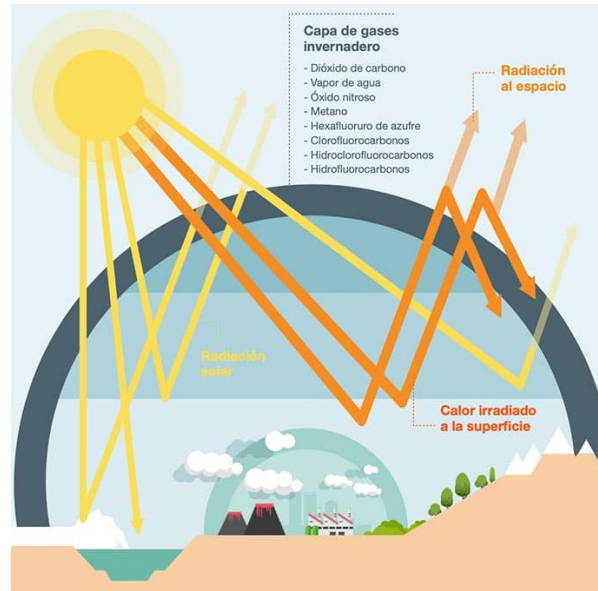


Sustentabilidad - Efecto Invernadero - Huella de Carbono

LOGRAR PROSPERIDAD
ECONÓMICA SOSTENIDA EN EL
TIEMPO, PROTEGIENDO LOS
SISTEMAS NATURALES
BRINDANDO ALTA CALIDAD DE
VIDA PARA LAS PERSONAS.



CALENTAMIENTO GLOBAL EFECTO INVERNADERO



CALENTAMIENTO GLOBAL

EFECTO INVERNADERO

- ✓ Calcula la cantidad de gei emitidos directa o indirectamente a la atmosfera
- ✓ La construcción emite el 40% de GEI mundiales
- ✓ La producción de cemento genera el 7% de emisiones mundiales de co2

**1 KG DE
CEMENTO
=
1 KG DE CO2**



<https://offset.climateneutralnow.org/footprintcalc>



Análisis del Ciclo de Vida de la Construcción

- Nos permite tomar las mejores decisiones en el diseño de la edificación.



Gestión de Hormigón sobrante / Scraps

¿Podemos recuperar un hormigón sobrante que vuelve de una obra?



Teniendo las siguientes consideraciones:

- Se recomienda utilizar el hormigón retornado para hormigones recuperados de menor resistencia: por ejemplo, de un H25 para un H20.
- Hay sistemas que, indicando el hormigón que retorna y hacia que hormigón irá, junto con las cantidades de ambos, calcula los pesos originales y ajusta a lo que necesita el nuevo hormigón → mas seguro
- El procedimiento antes mencionado, se podría ser manualmente, pero la carga debería ser manual, con los riesgos que esto implica.
- Utilizar aditivos estabilizadores de hidratación que permiten reutilizar el hormigón luego de un tiempo prolongado

Recomendaciones finales

En resumen

- El **asentamiento máximo permitido** del hormigón debe ser **especificado** a partir del asentamiento nominal más las tolerancias. *Ejemplo: Asentamiento 10 ± 2 cm*
- Antes de descargar el hormigón en la obra, se debe **determinar el asentamiento real** de la mezcla.
- Toda el **agua añadida** al hormigón en la obra debe ser **medida y anotada**.
- Algunas recomendaciones indican que se requieren de **30 revoluciones o giros adicionales** del mixer a velocidad de mezclado **después de la adición** de agua.
- La cantidad de agua añadida deberá ser controlada de manera que el asentamiento y/o la relación agua/cemento máxima, que se indica en la especificación, no sea excedida. **No se permite adición de agua alguna después que se haya descargado una porción del hormigón.**

En resumen

- Una vez que se **haya obtenido el asentamiento** o la relación agua/cemento deseada, **no se permitirá ninguna adición posterior** de agua.
- Antes del colado de hormigón deberá efectuarse una reunión de trabajo, para **establecer los procedimientos adecuados** a seguir, determinar quién está **autorizado a solicitar una adición de agua** y para definir el método a utilizar para documentar el volumen de agua añadido en la obra.
- En caso de necesitar mayores asentamientos, lo ideal es diseñar una mezcla para tal uso o ajustar con el uso de **aditivos superfluidificantes** en la obra.

Algunas recomendaciones finales

- Llevar siempre en el mixer un bidón de superplastificante para que, en caso de ser necesario, ajustar el asentamiento a pie de obra.
- Verificar periódicamente el estado de las paletas mezcladoras ya que la eficiencia de mezclado dependen de estas y se le deben hacer los mantenimientos correspondientes.
- Luego de la jornada laboral, realizar una exhaustiva y correcta limpieza de los mixers. Es importante hacerlo en el día de trabajo ya que facilita la limpieza porque el hormigón aún está fresco y además al ver los camiones limpios se da una imagen muy buena de la empresa.
- Al posicionarse en la planta hormigonera para recibir el hormigón entrar girando el mixer en descarga para asegurar que no ha quedado agua en el mixer.
- Controlar que las canillas del mixer no tengan pérdidas ya que estas pueden agregar agua al hormigón, reduciendo la resistencia.

Algunas recomendaciones finales

- Tener en cuenta los niveles de asentamientos adecuado para cada tipo de elemento estructural.
- Los asentamientos son en función de la metodología de vibrado.
- Cada hormigón está diseñado para un cierto asentamiento. Para que un hormigón sea muy fluido, debe ser diseñado especialmente para tal fin (mayor contenido de cemento, aditivos). Hay que tener cuidado con la segregación!
- Ejemplos adecuados de asentamientos en función del elemento estructural:
 - *Bases de edificios: 3-5 cm*
 - *Pavimentos: 8-12 cm*
 - *Vigas y columnas: 12 cm*
 - *Escaleras: 12-14 cm*
 - *Hormigón para bombeo: 15-20 cm*

Y recuerda...

¡NO AGREGAR AGUA al camión!



