

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA  
"JOSE SIMEON CAÑAS", UCA  
Departamento de Mecánica Estructural, Apartado Postal (01)168, Autopista Sur, San Salvador, El Salvador, América Central

**Materia: MATERIALES DE CONSTRUCCION**  
**GUIA DE CLASES No. 14**  
**MATERIALES DE CONSTRUCCION**

## **8. Deterioro y mantenimiento de los materiales de construcción.**

Durante la construcción de una obra ocurren imperfecciones en las operaciones constructivas, deficiencias de calidad en la proveeduría de los materiales y desperfectos por causas de fuerza mayor. Durante la vida útil de la obra, los materiales sufren averías por sobre cargas, impactos o cambios de uso; sufren daños por terremotos, huracanes o accidentes; son atacadas por acciones ambientales que menoscaban su calidad; y en general se produce un deterioro que produce una disminución de las propiedades originales, sean estas organolépticas. Físicas, mecánicas, químicas, térmicas o eléctricas. Al conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que se puedan conservar tales propiedades, se le llama Mantenimiento. A continuación se presenta un resumen de las principales causas de deterioro.

### **8.1. Oxidación. <http://es.wikipedia.org/wiki/Oxidaci%C3%B3n> (junio 2006)**

El óxido es el compuesto que resulta de combinar oxígeno generalmente con un metal, o a veces con un metaloide.

#### **8.1.1. Oxidación lenta**

La que ocurre casi siempre en los metales a causa del agua y/o aire, causando su corrosión y pérdida de brillo y otras propiedades características de los metales, desprendiendo cantidades de calor inapreciables; al fundir un metal se acelera la oxidación, pero el calor proviene principalmente de la fuente que derritió el metal y no del proceso químico (una excepción sería el aluminio en la soldadura autógena).

#### **8.1.2. Oxidación rápida**

La que ocurre durante lo que ya sería la combustión, desprendiendo cantidades apreciables de calor, en forma de fuego, y ocurre principalmente en sustancias que contienen carbono y/o hidrógeno, (Hidrocarburos)

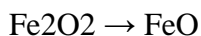
#### **8.1.3. Combinaciones**

Cuando el oxígeno se combina con un metal, puede formar o bien óxidos básicos o peróxidos, estos óxidos se caracterizan por ser de tipo ácido.

Si se combina el oxígeno con un no metal forma óxidos ácidos también llamados anhídridos y caracterizados por ser de tipo básico (actúan como base).

Ejemplo

El hierro puede presentar dos formas oxidadas.



### Consecuencias

En los metales una consecuencia muy importante de la oxidación es la corrosión, fenómeno de impacto económico muy negativo.

Combinando las reacciones de oxidación y de reducción (reacciones redox) en una celda galvánica se consiguen las pilas electroquímicas. Estas reacciones pueden aprovecharse para evitar fenómenos de corrosión no deseados mediante la técnica del ánodo de sacrificio y para la obtención de corriente eléctrica continua

## 8.2. Corrosión

<http://es.wikipedia.org/wiki/Corrosi%C3%B3n> (junio 2006)

La corrosión es definida como el deterioro de un material metálico a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción química (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, la salinidad del fluido en contacto con el metal y las propiedades de los metales en cuestión.

Los más conocidos son las alteraciones químicas de los metales a causa del aire, como la herrumbre del hierro y el acero o la formación de pátina verde en el cobre y sus aleaciones (bronce, latón).

Sin embargo, la corrosión es un fenómeno mucho más amplio que afecta a todos los materiales (metales, cerámicas, polímeros...) y todos los ambientes (medios acuosos, atmósfera, alta temperatura...).

Es un problema industrial importante, pues puede causar accidentes (ruptura de una pieza) y, además, representa un costo importante, ya que se calcula que cada pocos segundos se disuelve 5 toneladas de acero en el mundo.

La corrosión es un campo de las ciencias de materiales que invoca a la vez nociones de química y de física (físico-química).

## 8.3. Fenómeno electroquímico de la corrosión.

Una corriente de electrones se establece cuando existe una diferencia de potenciales entre un punto y otro. Cuando desde una especie química cede y migran electrones hacia otra especie se dice que la especie que los emite se comporta como un ánodo y se verifica la oxidación, y aquella que los recibe se comporta como un cátodo y en ella se verifica la reducción.

Para que esto ocurra entre las especies debe existir un diferencial electroquímico, si separamos una especie y su semireacción se le denominara semipar electroquímico, si juntamos ambos semipares se formará un par electroquímico.

Cada semi par esta asociado a un Potencial de reducción(antiguamente se manejaba el concepto de Potencial de oxidación).

Aquel metal o especie química que exhiba un potencial de reducción mas positivo procederá como una reducción y viceversa, aquel que exhiba un Potencial de reducción mas negativo procederá como una oxidación.

Este par de metales constituye la llamada Pila galvánica. En donde la especie que se oxida (ánodo, léase Ánodo) cede sus electrones y la especie que se reduce (cátodo).

#### **8.4. Tipos de corrosión.**

Existen muchos mecanismos por los cuales se verifica la corrosión, que tal como se ha explicado anteriormente es fundamentalmente un proceso electroquímico.

➤ **Corrosión electroquímica o polarizada**

La corrosión electroquímica se establece cuando en un misma superficie metálica ocurre una diferencia de potencial en zonas muy próximas entre si en donde se establece una migración electrónica desde aquella en que se verifica el potencial de oxidación más elevado, llamado área anódica hacia aquella donde se verifica el potencial de oxidación(esté término ha quedado obsoleto, actualmente se estipula como potencial de reducción) más bajo, llamado área catódica.

El conjunto de las dos semireacciones constituye una célula de corrosión electroquímica.

➤ **Corrosión por oxígeno.**

Este tipo de corrosión ocurre generalmente en superficies expuestas al oxígeno diatómico disuelto en agua o al aire, se ve favorecido por altas temperaturas y presión elevada ( ejemplo: calderas de vapor). El oxígeno provoca el llamado pitting (picado) en aquellas superficies muy pulidas y expuestas.

La burbuja de oxígeno que se localiza, forma un cátodo y el metal del seno que aloja dicha burbuja se transforma en un cátodo. Este tipo de corrosión es muy reactiva y puede desarrollarse en un breve lapso.

➤ Corrosión microbiológica.

Algunos microorganismos son capaces de causar corrosión en las superficies metálicas sumergidas. Se han identificado algunas especies hidrógeno dependientes que usan el hidrógeno disuelto del agua en sus procesos metabólicos provocando una diferencia de potencial del medio circundante. Su accionar esta asociado al pitting del oxígeno o la presencia de ácido sulfídrico en el medio. En este caso se clasifican las ferrobacterias.

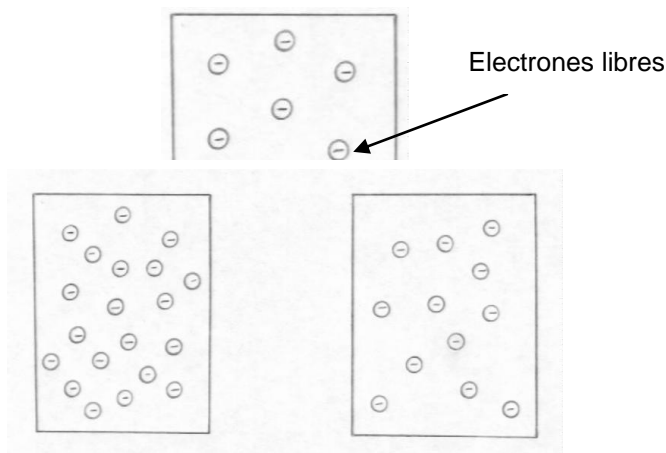
➤ Corrosión por presiones parciales de oxígeno.

El oxígeno presente en una tubería por ejemplo, esta expuesto a diferentes presiones parciales del mismo. Es decir una superficie es mas aireada que otra próxima a ella y se forma una pila. El área sujeta a menor aireación (menor presión parcial) actúa como ánodo y la que tiene mayor presencia de oxígeno(mayor presión) actúa como un cátodo y se establece la migración de electrones, formandose óxido en una y reduciéndose en la otra parte de la pila. Este tipo de corrosión es común en superficies muy irregulares donde se producen obturaciones de oxígeno.

➤ Corrosión galvánica.

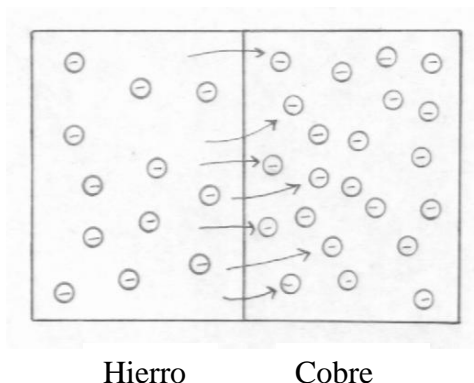
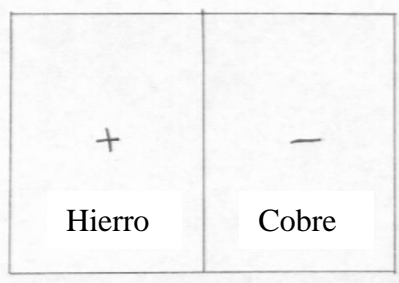
Es la más común de todas y se establece cuando dos metales distintos entre si actúan como ánodo uno de ellos y el otro como cátodo. Aquel que tenga el Potencial de reducción más negativo procederá como una oxidación y viceversa aquel metal o especie química que exhiba un potencial de reducción mas positivo procedera como una reducción. Este par de metales constiuye la llamada Pila galvánica. En donde la especie que se oxida(ánodo) cede sus electrones y la especie que se reduce(cátodo).

Sabemos que los metales poseen electrones libres. Estos electrones son el resultado del tipo de enlace que existe entre los átomos metálicos. Los electrones libres permiten que los metales sean buenos conductores del calor y la electricidad.



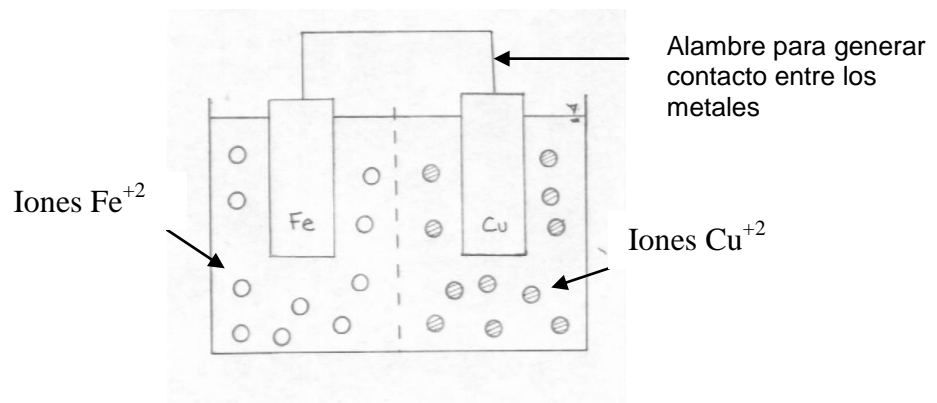
Cada metal tiene un cierto número de electrones libres, de tal forma que el metal es eléctricamente neutro (número de electrones libres = número de átomos metálicos cargados positivamente). Cuando dos metales distintos se ponen en contacto entre sí, se genera un desbalance en el número de electrones libres.

Debido a este flujo, el hierro queda con menos electrones de los que tenía inicialmente, mientras que el cobre adquiere más electrones. Esto genera una carga eléctrica positiva en el hierro y negativa en el cobre.

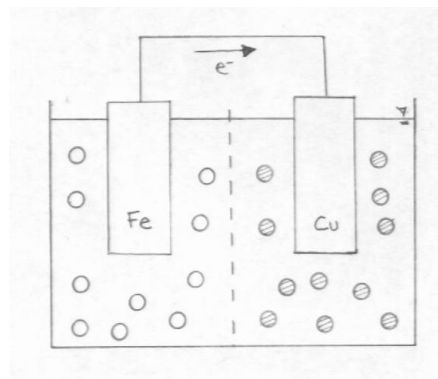


Cuando los dos metales se ponen en contacto, existe un flujo de electrones entre ellos.

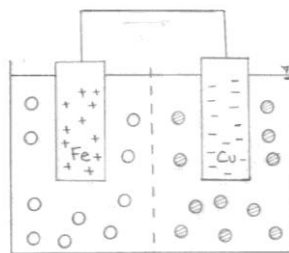
Este fenómeno se conoce como acople galvánico. Si bajo estas condiciones, el hierro y el cobre se colocan en contacto con un líquido, se genera el fenómeno de corrosión galvánica.



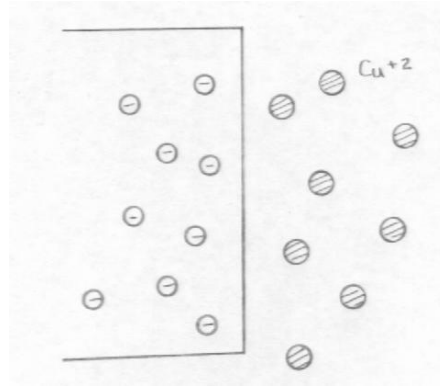
El proceso de corrosión galvánica se da de la siguiente manera:



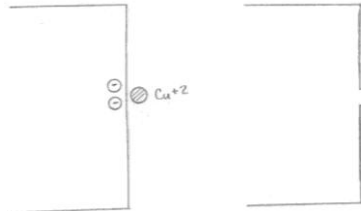
Debido al contacto entre los metales distintos, los electrones viajan del hierro hacia el cobre a través del alambre.



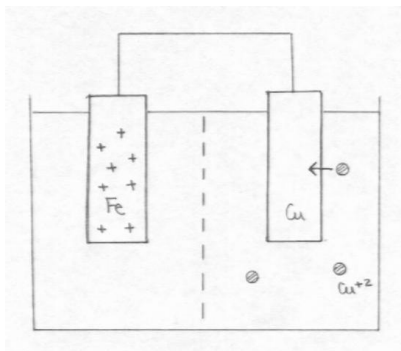
El hierro adquiere carga positiva, mientras que el cobre adquiere carga negativa debido al exceso de electrones. Estas cargas eléctricas están en equilibrio entre sí.



Los iones  $\text{Cu}^{+2}$  que están disueltos en el líquido, están en contacto con los electrones libres que están en exceso sobre la superficie del cobre.

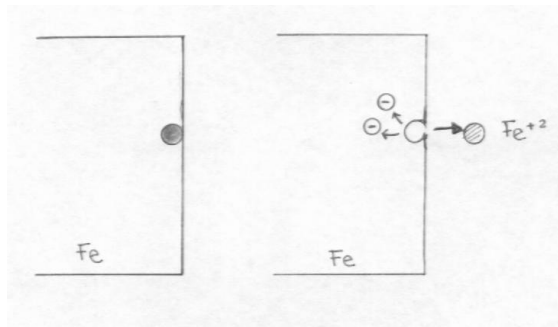


Cuando un ion  $\text{Cu}^{+2}$  se acerca a dos electrones libres, se da la reacción:  $\text{Cu}^{+2} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ . El cobre metálico que se genera a partir de esta reacción, queda depositado en la superficie del cobre original. El número de electrones libres en la superficie del cobre se reduce. La reacción continua hasta que los electrones en el cobre se acaban.



Los iones cobre en solución ( $\text{Cu}^{+2}$ ) se depositan en la superficie del cobre metálico hasta que se agotan los electrones libres. Sin embargo, como el cobre permanece en contacto eléctrico con el hierro, busca la forma de obtener más electrones libres para poder obtener de nuevo su carga negativa de equilibrio.

La única forma de obtener más electrones del hierro, es por medio del siguiente proceso:



Un átomo de hierro sobre la superficie, sigue la siguiente reacción:  $Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e^{-}$   
Esto produce dos electrones libres capaces de viajar hacia el cobre, y un ion  $Fe^{+2}$ . Este ion sale del hierro metálico y se disuelve en el líquido que lo rodea.

El hierro metálico comienza a deshacerse.

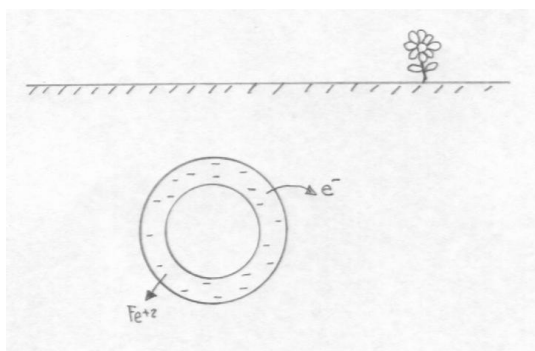
El cobre consume electrones, mientras que el hierro genera electrones a costa de su desintegración. A este proceso se le llama corrosión galvánica, y resulta en la desintegración de uno de los metales en contacto. La corrosión galvánica continua hasta que alguno de los siguientes factores la detiene:

Se elimina el contacto eléctrico entre los metales. Aún cuando existan iones  $Cu^{+2}$  en el lado del cobre que estén consumiendo electrones, si no hay un camino para transportar los electrones entre los dos metales, no se da la desintegración del hierro.

Se elimina el líquido en contacto con los metales. Aún cuando exista contacto eléctrico entre ellos, si no hay un líquido que lleve los iones  $Cu^{+2}$  cerca de la superficie del cobre, y que también disuelva los iones  $Fe^{+2}$  generados en el hierro, no podrá haber corrosión galvánica.

Para que se de la corrosión galvánica, debe existir contacto eléctrico entre los metales, y al mismo tiempo, los metales deben estar en contacto con un líquido.

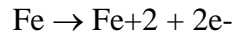
Muchas veces, para que exista corrosión galvánica no se requiere de dos metales en contacto. Por ejemplo, las tuberías metálicas para transportar agua potable, pueden formar un acople galvánico con algunos iones disueltos en el suelo. Estos iones consumen los electrones libres de la tubería, generando la desintegración de ésta con el objeto de restaurar el equilibrio en las cargas eléctricas. Por esa razón, las tuberías galvanizadas se pudren después de algunos años de estar enterradas.



Los minerales disueltos en el suelo, combinados con la humedad del mismo, pueden consumir los electrones libres que posee el hierro de la tubería, alterando el equilibrio de su carga eléctrica. Para intentar restaurar ese



equilibrio, la tubería comenzará a generar más electrones libres por medio de la desintegración del hierro metálico.



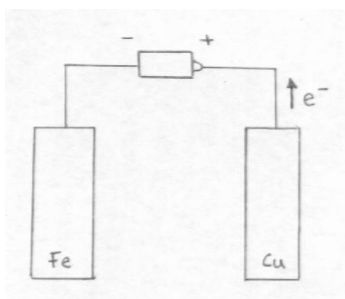
No siempre el hierro será el que se deshaga cuando se ponga en contacto con otro metal en un medio húmedo. Para poder predecir cuál metal se corroe, y cuál no, se utiliza la serie galvánica.

Serie galvánica:

Platino	↑	inertes
Oro		
Grafito		
Titanio		
Plata		
Acero inoxidable (pasivo)		
Níquel (pasivo)		
Bronce		
Cobre		
Níquel (activo)		
Plomo	↓	activos
Acero inoxidable (activo)		
Hierro gris		
Hierro y acero		
Aluminio		
Zinc		
Magnesio		

Cuando dos metales se ponen en contacto entre sí, se corroe aquel que está más abajo en la serie galvánica (activos), mientras que el metal que está más arriba no se corroe.

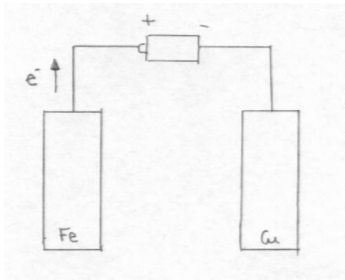
Según esta serie, al colocar en contacto hierro, cobre y un líquido, en condiciones naturales se corroe el hierro, mientras que el cobre queda inerte. En el laboratorio, se alteró este equilibrio natural colocando una batería de 1.5 v entre los metales. Esto produjo los siguientes resultados:



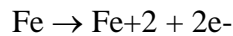
La batería extrae electrones del cobre y los envía al hierro. El cobre intenta recuperar los electrones perdidos oxidándose.



El cobre se corroe mientras que el hierro queda inerte.



La batería extrae electrones del hierro y los envía al cobre. El hierro intenta recuperar los electrones perdidos oxidándose.

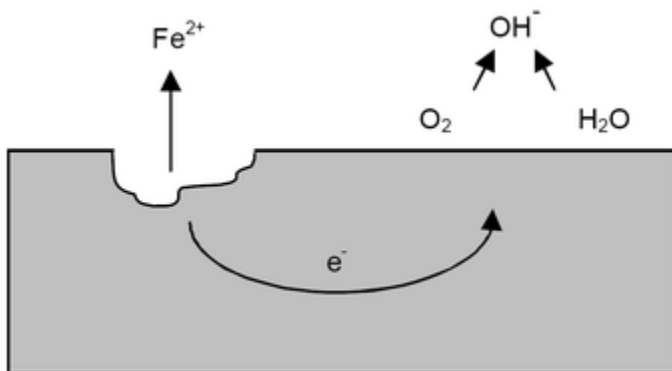


El hierro se corroe mientras que el cobre queda inerte. Este es el proceso que se da en forma natural cuando los dos metales están en contacto entre sí sin la ayuda de la batería

➤ Corrosión por actividad salina diferenciada.

Este tipo de corrosión se verifica principalmente en calderas de vapor, en donde la superficie metálica expuesta a diferentes concentraciones salinas forman a ratos una Pila galvánica en donde la superficie expuesta a la menor concentración salina se comporta como un ánodo

### 8.5. La corrosión del hierro:



La corrosión de los metales es un fenómeno natural que ocurre debido a la inestabilidad termodinámica de la mayoría de los metales. En efecto, salvo raras excepciones (el oro, el hierro de origen meteorítico) los metales están presentes en la Tierra en forma de óxido, en los minerales (como la bauxita si es aluminio, la hematita si es hierro). Desde la prehistoria, toda la metalurgia ha consistido en reducir los óxidos en bajos hornos, luego en altos hornos, para fabricar el metal. La corrosión, de hecho, es el regreso del metal a su estado natural, el óxido.

La corrosión es una reacción química (oxidoreducción) en la que intervienen dos factores: la pieza manufacturada y el ambiente.

A menudo se habla del "acero inoxidable"; el término es impropio por dos razones: este tipo de acero contiene elementos de aleación (cromo, níquel) que se oxidan; a esta capa de óxido se debe la protección del acero; no está protegido más que en ciertos tipos de ambiente, y se corroerá en ambientes distintos.

Además, el material del que está hecha la pieza no es el único parámetro. La forma de la pieza y los tratamientos a los que se la somete (conformación, soldadura, atornillado) tienen un papel primordial. Así, un montaje de dos metales diferentes (por ejemplo, dos variedades de acero, o el mismo acero con tratamientos diferentes) puede dar pie a una corrosión acelerada; además, a menudo se ven trazas de herrumbre en las tuercas. Asimismo, si la pieza presenta un intersticio (por ejemplo, entre dos placas), allí puede formarse un medio confinado que evolucionará de un modo diferente del resto de la pieza y, por lo tanto, podrá llegar a una corrosión local acelerada. De hecho, toda heterogeneidad puede desembocar en una corrosión local acelerada, como, por ejemplo, en los cordones de soldadura.

## 8.6. Protección contra la corrosión.

La corrosión es, pues, un fenómeno que depende del material utilizado, de la concepción de la pieza (forma, tratamiento, montaje) y del ambiente. Se puede influir entonces en estos tres parámetros; se puede influir también en la reacción química misma.

### ➤ Elección del material

La primera idea es escoger todo un material que no se corroa en el ambiente considerado. Se pueden utilizar aceros inoxidable, aluminios, cerámicas, polímeros (plásticos), etc. La elección también debe tomar en cuenta las restricciones de la aplicación (masa de la pieza, resistencia a la deformación, al calor, capacidad de conducir la electricidad, etc.).

Cabe recordar que no existen materiales absolutamente inoxidables; hasta el aluminio se puede corroer.

### ➤ Concepción de la pieza

En la concepción, hay que evitar las zonas de confinamiento, los contactos entre materiales diferentes y las heterogeneidades en general.

Hay que prever también la importancia de la corrosión y el tiempo en el que habrá que cambiar la pieza (mantenimiento preventivo).

### ➤ Dominio del ambiente

Cuando se trabaja en ambiente cerrado (por ejemplo, un circuito cerrado de agua), se pueden dominar los parámetros que influyen en la corrosión; composición química (particularmente la acidez), temperatura, presión... Se puede, v.g., agregar productos llamados "inhibidores de corrosión". Un inhibidor de corrosión es una sustancia que, añadida a un determinado medio, reduce de manera significativa la velocidad de corrosión. Las sustancias utilizadas dependen tanto del metal a proteger como del medio, y un inhibidor que funciona bien en un determinado sistema puede incluso acelerar la corrosión en otro sistema.

Sin embargo, este tipo de solución es inaplicable cuando se trabaja en medio abierto (atmósfera, mar, cuenca en contacto con el medio natural, circuito abierto...)

### 8.7. Los Inhibidores de la corrosión

- Por aislamiento del medio.

Existen distintos medios para impedir que ocurra la reacción química. Como primera medida de protección se puede aislar la pieza del ambiente, dándole una mano de pintura, cubriendo la pieza de plástico, haciendo un tratamiento de superficie (por ejemplo, nitruración, cromatación o proyección plasma).

- Por galvanismo anódico.

También se puede introducir otra pieza para perturbar la reacción; es el principio del "ánodo de sacrificio". Se coloca una pieza (a menudo de zinc) que se va a corroer en lugar de la pieza que se quiere proteger; la reacción química entre el ambiente y la pieza sacrificada impide la reacción entre el ambiente y la pieza útil. En medio acuoso, basta con atornillar el ánodo sacrificial a la pieza que se debe proteger. Al aire, hay que recubrir totalmente la pieza; es el principio de la galvanización. Este método se usa ampliamente en la Ingeniería naval.

- Por galvanoplastia.

La pieza se puede recubrir con una película de otro metal electrodepositado cuyo potencial de reducción es más estable que el alma de la pieza. Existe el niquelado, el zincado(galvanizado), el cobrizado y el cromatizado.

El cromado usado comúnmente en la industria automotriz y en la de los fittings confiere una protección estable al alma de hierro con la cual se confecciona el artículo. El cromado (no confundir el cromado, un depósito de cromo, con la cromatación, que es la formación de una capa de metal combinado con iones de cromo VI). En efecto, el cromo mismo no se corroe, protegiendo así la pieza, pero la mínima rayadura es catastrófica, pues la pieza hace entonces las veces de ánodo sacrificial del cromo y se corroe a gran velocidad.

- Por aplicación de inhibidores asociados a una película de fijación.

En este caso, caen las pinturas anticorrosivas cuyas formulaciones aparte de aportar con un film de aislamiento de tipo epóxico fenólico o epoxi-ureico llevan asociados un paquete anticorrosivo compuesto por moléculas orgánicas y/o minerales aceptoras de electrones tales como los azoles.

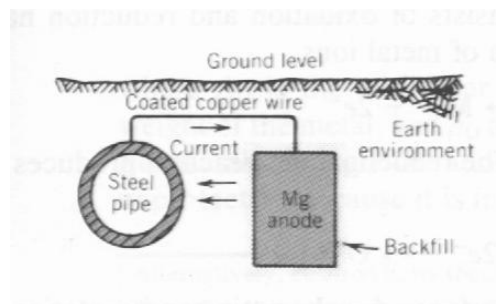
- Por exposición a soluciones reductoras.

La superficie es expuesta a la permanente exposición de elementos químicos disueltos en una solución a bajas concentraciones, dichas especies son pares reductores que se oxidan ellos mismos a cambio de la pieza y además contribuyen con la pasivación o inactivación de la superficie formando micropelículas químicas estables. Estas especies se encuentran comúnmente en anticongelantes, pinturas base acuosa y otras aplicaciones.

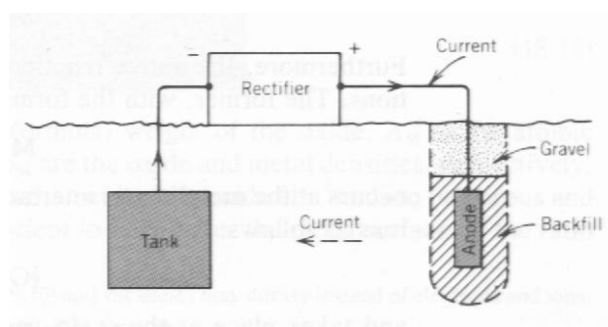
### 8.8. Prevención de la corrosión galvánica

(<http://www.uca.edu.sv/facultad/ing/mecarch/m210031/apuntes.htm>)

Empleo de electrodos de sacrificio:

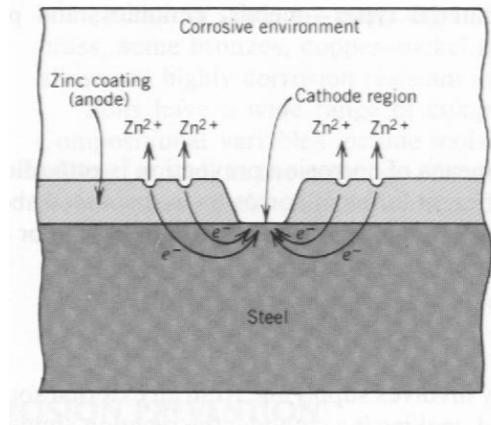


Si se conecta un metal más activo a la tubería de acero (como por ejemplo el magnesio), se formará un acople galvánico en donde el magnesio se corroe, pero el acero queda intacto, ya que los iones presentes en el suelo prefieren reaccionar con el magnesio en vez del acero. Cada cierto tiempo se debe reemplazar el electrodo de magnesio, a fin de proteger la tubería de acero. Este método se ha utilizado para proteger el casco de los barcos contra la corrosión galvánica.



Empleo de baterías o fuentes de electrones. Tal como se puede observar en las muestras utilizadas para el laboratorio, se puede utilizar una corriente eléctrica para proteger a uno de los metales. En algunas aplicaciones, es incómodo utilizar baterías (ya que deben reemplazarse cada cierto tiempo), por lo que puede tomarse electricidad de una línea de distribución cercana, y convertirla en corriente directa (por eso el rectificador en la figura). El terminal negativo de la batería o del rectificador deberá estar conectado al metal que desea protegerse.

El proceso de galvanizado utiliza el acople galvánico para prevenir la corrosión del hierro. El galvanizado consiste en colocar una capa de zinc sobre la superficie de piezas de hierro. De la serie galvánica se observa que el zinc es más activo que el hierro, en otras palabras, ante la presencia de humedad o ambientes corrosivos, el zinc se corroe manteniendo intacto al hierro, tal como se muestra en la figura.



Debido a la diferencia entre el área de la superficie de zinc y el área del hierro expuesta, la rapidez con que el recubrimiento de zinc se corroe es muy lenta, permitiendo la protección de la pieza. Al final de un cierto tiempo, el recubrimiento de zinc desaparece, dejando al hierro desprotegido. Por esta razón, la efectividad de un galvanizado depende del espesor del recubrimiento de zinc aplicado al hierro.

## 8.9. Agrietamiento

El agrietamiento se puede definir como una perturbación en la superficie de un material, que se refleja en una hendidura que puede ser leve (fisura), moderada (grieta) o severa (fractura).

### 8.9.1. Agrietamiento en materiales metálicos:

<http://www.minas.unalmed.edu.co/facultad/publicaciones/dyna/132/agrietamiento.html>  
ml <http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/Defectosm6.htm> (junio 2006)

- Agrietamiento inducido o asistido por hidrógeno (HIC) en soldaduras: por fusión de aceros ferríticos se presenta siempre y cuando existan simultáneamente los siguientes factores: un nivel crítico de concentración de hidrógeno, un nivel crítico de esfuerzos de tracción y una microestructura susceptible, normalmente martensita. El mecanismo de nucleación y crecimiento de este tipo de grietas se explica por el efecto fragilizante que tiene el hidrógeno en el acero, por su alta tasa de difusión y por la existencia de zonas con esfuerzos triaxiales máximos en el frente de una entalla o concentrador de esfuerzos. La ubicación de estas grietas, es decir si se presentan en el metal fundido o en la zona afectada térmicamente (ZAT), se explica a través de las diferencias que presenta el acero en estado austenítico (estructura cúbica de cara centrada) y en estado ferrítico (cúbico de cuerpo centrado) en cuanto a la solubilidad y difusividad de hidrógeno atómico, para lo cual la

templabilidad relativa entre el metal base y el metal fundido se convierten en los factores fundamentales para poder predecir su localización en uniones soldadas.

- El agrietamiento de las juntas soldadas: ocurre por la presencia de esfuerzos multidireccionales localizados que en algún punto rebasan la resistencia máxima del metal. Cuando se abren grietas durante la soldadura o como resultado de ésta, generalmente solo es aparente una ligera deformación de la pieza de trabajo.
- Después que se ha enfriado una junta soldada, hay mas probabilidades de que ocurra agrietamiento cuando el material es duro o frágil. Un material dúctil soporta concentraciones de esfuerzo que pudieran ocasionar falla en un material duro o frágil.
- Agrietamiento del metal de la soldadura  
El agrietamiento del metal de la soldadura tiene mas probabilidades de ocurrir en la primera capa de soldadura que en cualquier otra parte, y de no repararse continuará pasando a las demás capas al ir siendo depositadas. Esta tendencia de continuar hacia las demás capas sucesivas se reduce considerablemente, o se elimina, con metal de soldadura austenítico. Cuando se encuentra el problema de agrietamiento de la primera capa de metal de la soldadura, pueden lograrse mejoras aplicando uno o más de las siguientes modificaciones:
  - Modificar la manipulación del electrodo o las condiciones eléctricas, lo que cambiará el contorno o la composición del deposito.
  - Disminuir la rapidez de avance, para aumentar el espesor del deposito, aportando con ello mas metal de soldadura para resistir los esfuerzos que se están generando.
  - Auxiliarse con precalentamiento, para modificar la intensidad del sistema de esfuerzos que esta imponiendo.

### 8.9.2. Agrietamiento en el concreto y mortero.

<http://www.arqhys.com/estabilidad-concreto.html> (junio 2006)

Las causas básicas por las que se producen grietas en el concreto son

- Esfuerzos tensionantes debidos a cargas aplicadas
- Esfuerzos tensionantes debidos a contracción por secado o en condiciones de restricción. La contracción por secado es una propiedad inherente e inevitable del concreto, por lo que se utiliza acero de refuerzo colocado en una posición adecuada para reducir los anchos de grieta, o bien juntas que predetermine y controlen la ubicación de las grietas. Las grietas por contracción del concreto ocurren debido a restricciones. Si no existe una causa que impida el movimiento del concreto y ocurren contracciones, el concreto no se agrieta. Las restricciones pueden ser provocadas por causas diversas. La contracción por de secado siempre es mayor cerca de la superficie del concreto; las porciones húmedas interiores restringen al concreto en las cercanías de la superficie con lo que se pueden producir agrietamientos. Otras causas de restricción son el acero de refuerzo embebido e el concreto, las partes de una estructura interconectadas entre si, y la fricción de la subrasante sobre la cual va colocado el concreto.

- Esfuerzos tensionantes debidos a cambios de temperatura Los esfuerzos provocados por las fluctuaciones de temperatura pueden causar agrietamientos, especialmente en edades tempranas. Las juntas son el método mas efectivo para controlar agrietamientos. Si una extensión considerable de concreto (una pared, losa o pavimento) no contiene juntas convenientemente espaciadas que alivien la contracción por secado y por temperatura, el concreto se agrietara de manera aleatoria.

Las juntas de control se ranuran, se forman o se aserran en banquetas, calzadas, pavimentos, pisos y muros de modo que las grietas ocurran en esas juntas y no aleatoriamente. Las juntas de control permiten movimientos en el plano de una losa o de un muro. Se desarrollan aproximadamente a un cuarto del espesor del concreto. Las juntas de separación aíslan a una losa de otros elementos e otra estructura y le permiten tanto movimiento horizontales como verticales. Se colocan en las uniones de pisos con muros, columnas, bases y otros puntos donde pudieran ocurrir restricciones. Se desarrollan en todo el espesor de la losa e incluyen un relleno premoldeado para la junta. Las juntas de construcción se colocan en los lugares donde ha concluido la jornada de trabajo; separan áreas de concreto colocado en distintos momentos. En las losas para pavimentos, las juntas de construcción comúnmente se alinean con las juntas de control o de separación, y funcionan también como estas ultimas.

### 8.9.3. Defectos en el concreto (tomado de <http://www.conymat.com/articulos.html>, junio 2007y)

Se ha dicho que las grietas en concreto no pueden ser completamente eliminadas; sin embargo, si se pueden controlar. Normalmente el concreto se contrae desde el momento en que se coloca, hasta que éste ha fraguado totalmente y los esfuerzos por contracción del concreto, antes de que éste se endurezca lo suficiente para resistir, causa pequeñas grietas.

La aparición de estas grietas depende del cuidado que se le tenga al concreto principalmente en su temprana edad. Si al concreto se le permite secarse a edad temprana, después de su colocación y antes de empezar a curarse, se tendrá un agrietamiento o un estrellamiento. Si este secado continúa, puede eliminarse o suspenderse totalmente la hidratación del cemento y aunque luego se continúe con el curado, las grietas no se cerrarán. Aparte de las grietas debidas a la contracción, se tienen grietas debidas a esfuerzos de temperatura y algunas otras difíciles de descubrir sus causas, porque puede ser la combinación de grietas al comportamiento estructural de zonas sometidas a tensión, combinadas con grietas de temperaturas o grietas de contracción, durante la colocación o debido a la contracción por el tiempo.

Si bien las grietas no pueden eliminarse, éstas pueden disminuirse y llegar a un mínimo si se diseña la estructura adecuadamente, para evitar cambios bruscos de sección que son puntos de concentración de esfuerzos. Para esto se requerirá la cooperación entre el proyectista y el diseñador, así como el constructor y el supervisor y el dueño.



Los materiales que se utilicen para la fabricación del concreto deberán tener un historial de servicio adecuado, es decir, conocer que esos materiales ya se hayan utilizado para estructuras similares y hayan dado buenos resultados. Otra condición es diseñar las mezclas apropiadamente, para utilizar los materiales en la mejor forma posible y para que cumplan los requisitos que se le han impuesto en la estructura.

Muchas veces, debido a un agregado de baja calidad, se requiere la utilización de importantes cantidades de cemento que pueden generar bastante calor durante el fraguado y crear problemas de agrietamiento importantes; otras veces este incremento de cemento puede resultar por motivo de que el proyectista desea hacer elementos muy esbeltos y desea utilizar concretos de muy alta resistencia; si aparte de esto el constructor quiere utilizar la estructura lo más pronto posible, es decir, descimbrar rápidamente, buscará la utilización de cemento de alta resistencia inicial, con lo cual la generación de calor será mayor.

La condición más importante es, que la mano de obra correspondiente a la colocación, compactación, curado y terminado, sea de la más alta calidad y que el personal y equipo, estén de acuerdo con las mejores prácticas de construcción.

### **Grietas en el concreto fresco**

Mientras el concreto todavía se conserva fresco, aparecen grietas llamadas "grietas plásticas" y ocurren antes de que el cemento haya fraguado; su apariencia es muy errática y frecuentemente son independientes de las condiciones climáticas; se desarrollan de una a dos horas después de que el concreto ha sido colocado, apareciendo de repente cuando el agua desaparece de la superficie.

Varían bastante en lo que se refiere a su ancho, desde pequeños hilos del grueso de un cabello, hasta espesores de 3 y 4 mm, con longitudes que varían desde 2 cm hasta varios decímetros; la profundidad es del orden de 5 cm aunque algunas llegan a tener el grueso de una losa.

Comúnmente estas grietas no están conectadas entre sí y, ordinariamente, no se extienden en todos los lados del miembro afectado, no tienen una configuración definida, aunque generalmente se orientan a lo largo de los ejes de las losas y son totalmente diferentes, en apariencia, a las grietas que ocurren en el concreto endurecido, ya que estas últimas debido a los esfuerzos, llegan a cortar algunos agregados y su forma es perfectamente definida.

Las grietas plásticas, generalmente siguen las líneas de las varillas de refuerzo o algunos materiales que están embebidos dentro del concreto o partículas gruesas de agregado. Normalmente ocurren en losas en la parte superior de muros, en las vigas y en las zapatas que están sobre suelos arenosos. Generalmente estas grietas no progresan con el tiempo, pero no son agradables a la vista. Conviene retrasar el terminado tanto como sea posible, para que operador pueda cerrar estas grietas que resultan normalmente del movimiento que puedan tener las cimbras, la base, el refuerzo de acero o algunos dispositivos que están embebidos en el concreto; por asentamiento de las partículas de agregados o el

refuerzo, por el endurecimiento prematuro, pérdida rápida del agua, deslizamiento del concreto en taludes, o también debido a encogimientos por secado.

Estas grietas llegan a aparecer inclusive cuando la superficie del concreto está todavía cubierta de agua. Concretos de consistencia húmeda de muy alto revenimiento, generalmente son los que desarrollan más grietas plásticas; algunos aditivos acelerantes del fraguado, generalmente contribuyen más al agrietamiento y deberá ser prohibido su uso en colados durante clima caliente. Las grietas por asentamiento, se presentan donde la viga o el muro quedan junto a la losa que se quiere colar monolíticamente. El remedio es esperar 2 horas aproximadamente, después del colado de la viga, muro o columna antes de colocar el concreto de las losas, usando en este caso un concreto del mínimo revenimiento posible.

La contracción, resulta como causa de la segregación y el sangrado; para esto deberán utilizarse agregados bien graduados, mezclas debidamente proporcionadas, en las cuales se debe incluir aire, realizar una colocación y un manejo adecuado, porque el exceso de mezclado, colocación y temperaturas altas de curado, producen principalmente estas grietas.

### **Estrellamiento**

Es una distribución de grietas muy finas que se debe a la contracción superficial del concreto. Esta distribución consiste en muchas grietas distribuidas en todas direcciones con una configuración aproximadamente hexagonal.

Este agrietamiento se nota especialmente cuando la superficie del concreto se humedece con agua y empieza a secarse, ya que el agua retenida en las grietas no se seca tan rápido como en la superficie y se notan con mucha claridad. En general, estas grietas no son de importancia a menos que la estructura esté sujeta a congelamiento y deshielo, es decir, sujeta a exposición severa.

Las causas principales de este estrellamiento son: un excesivo o impropio trabajo de terminado, una pérdida rápida de la humedad del concreto fresco y los esfuerzos por temperatura. Se presentan cuando las mezclas son muy fluidas o muy ricas en cemento.

Las fallas que se pueden tener en el acabado o terminado, incluyen las prácticas como esparcir cemento seco en el concreto para disminuir la humedad y poder dar el acabado o por el contrario rociar agua en el concreto que está demasiado seco para dar el acabado. Por supuesto que estas prácticas no deben ser permitidas y se deberá exigir al colocador hacer el terminado en el momento preciso, ya que darle mucho trabajo para el terminado o pasarle la llana demasiado pronto después de la colocación, produce una concentración de agua y de finos en la superficie que crea una película débil, que será la que se agrietará.

La cantidad de terminado necesario para producir una superficie adecuada deberá reducirse al mínimo. El enrasado por medio de correas, o el pasar la

plana, deberá hacerse tan pronto como lo permita el concreto, después de su colocación; sin embargo el acabado con llana metálica, deberá retrasarse hasta que la humedad de la superficie desaparezca.

La pérdida rápida de humedad puede ser resultado de una absorción importante del agua, debido a una base muy seca, a la utilización de agregados muy secos o puede ser el resultado de un alto grado de evaporación de la superficie del concreto.

La pérdida de humedad debida a agregados muy absorbentes podrá llevarse a un mínimo si los agregados, cuando se dosifican, se llevan a una condición húmeda. Las bases de suelo deberán también estar humedecidas, pero sin encharcamiento, cuando se coloca el concreto, para corregir el alto grado de evaporación y prevenir en esta forma las grietas, principalmente durante el tiempo caliente, seco y con mucho viento, aunque ocurre también en tiempo húmedo y frío, especialmente si la temperatura del concreto es superior a la temperatura del aire.

Deberán seguirse las siguientes recomendaciones para disminuir el agrietamiento: Deberá proteger el área de colocación del concreto y al concreto de los rayos solares directos y del viento; organizar el trabajo para prevenir retrasos innecesarios, teniendo suficiente personal y suficiente herramienta; iniciar el curado tan pronto como sea posible, aplicando cubiertas de papel o de plástico, costales húmedos, arena o cualquier otro método apropiado de curado que se pueda colocar pronto en la superficie, y si el curado normal se ha retrasado, deberá usarse una niebla fina inmediatamente después del terminado, teniéndose cuidado de no tener exceso de agua que pueda lavar la superficie y no tener esa niebla después de que las grietas ya se hayan formado. De ser posible se debe evitar la colocación del concreto bajo el sol caliente, especialmente en áreas desiertas.

En lugares muy fríos, cuando se utilizan calefactores dentro de algunas cámaras, se deberá proteger el concreto de estos calentadores para evitar esfuerzos por temperaturas. Al regar con agua fría la superficie caliente del concreto, la diferencia de temperatura entre el concreto y el agua de curado, no deberá exceder de 10° C.

### **Grietas en el concreto endurecido**

En general, existen muchas causas para el agrietamiento del concreto endurecido, ya que éste está sujeto a muchas fuerzas y al no resistir tensiones el concreto se produce el agrietamiento. Algunas de las fuerzas que se producen, pueden deberse a cambios de temperatura, otras pueden ser por reacción química de algunos aditivos o entre los agregados y el cemento, la descomposición de algunos agregados deletéreos, mecánicamente por la expansión de los agregados debido a la absorción de humedad, por congelamiento del agua que se encuentra en los poros del agregado; también puede suceder que las cargas se excedan de los valores de diseño o que estos diseños hayan tenido errores, a las juntas de contracción o de expansión que se hayan omitido o que se hayan colocado en lugares inadecuados a la concentración de esfuerzos de esquinas; por cambios de

sección; alrededor de aberturas; debido a impactos por algún accidente; los movimientos de una parte del edificio debido a asentamientos producen grietas en losas, muros y en columnas exteriores, muchas de estas grietas pueden deberse a diferencias de rigidez con respecto a lo previsto.

En concretos masivos, las grietas ocurren principalmente debido a la generación de calor, a medida que el cemento se hidrata, mientras que algunas superficies están frías, el interior se mantiene caliente creándose un gradiente de temperaturas que introduce esfuerzos en el material y las grietas se forman.

Aunque estas recomendaciones se indicaron en el capítulo de precauciones en tiempo caluroso, aquí se indicarán algunos de los métodos o la combinación de ellos, para reducir el incremento de temperatura en el concreto masivo, como son: el uso de cemento de bajo calor, un contenido mínimo de cemento, el uso de material puzolánico, limitar la velocidad de colocación para que parte del calor de hidratación se pueda perder en la superficie donde se está colocando el concreto, colocación del concreto durante tiempo frío, enfriamiento de los ingredientes del concreto, introducir hielo fino en la mezcla, descimbrado temprano, uso de cimbras de acero para facilitar la pérdida del exceso de calor en la superficie de contacto y un enfriamiento artificial, iniciándolo lo más pronto posible.

### **Grietas de Intemperización**

La acción de las heladas o los ciclos de congelamiento y deshielo, se manifiestan por grietas de intemperización, las cuales, se desarrollan en pavimentos, muros o cualquier concreto expuesto. Son grietas muy finas separadas muy poco y más o menos paralelas a los lados de los miembros afectados, apenas se desarrollan éstas, se llenan de depósitos oscuros de carbonato de calcio. Este tipo de agrietamiento es progresivo y, a menos que se corrijan, se tendrá la desintegración completa del miembro.

### **Oxidación del acero**

La humedad que entra al concreto a través de pequeñas grietas, bolsas de grava o juntas de construcción no sanas, causa la oxidación del acero de refuerzo lo cual lo expande y se produce una grieta en el concreto. Esto es especialmente serio, cuando el agua contiene sales o el ambiente es una atmósfera contaminada. Para prevenir esto, el diseñador deberá tomar en cuenta, en este caso, evitar grietas estructurales y dar suficiente recubrimiento al acero, principalmente cuando está en contacto con agua de mar o aguas sulfatadas. En general, deberán evitarse bolsas de grava mediante proporciones adecuadas de las mezclas y una consolidación adecuada por medio de la vibración; las juntas de construcción deberán ser debidamente limpiadas.

Cuando se presenten bolsas de grava, deberán repararse con cuidado y en algunos, se recomienda una impermeabilización de la superficie. En aquellos concretos que contienen agregados de acero, éste estará sujeto a una expansión bastante seria y al agrietamiento consecuente, si el agua llega y queda en

contacto con el agregado metálico, por lo que se recomienda en estos casos, la impermeabilización.

### **Reacciones álcali-agregados**

Algunos minerales reaccionan con los álcalis del cemento produciendo una expansión interna en el concreto que lleva por consecuencia agrietamiento y deterioro. Los minerales que normalmente reaccionan son: el ópalo, la calcedonia, la trimita y algunas cionitas; entre las rocas tenemos la riolita y algunas andecitas. Los análisis petrográficos de estas rocas, así como el conocimiento del contenido de álcalis que tenga el cemento, son recomendables para evitar este problema.

La configuración de este agrietamiento es de grietas anchas del orden de 1 cm y bastante profunda, hasta de 50 cm; estas grietas quedan llenas de un depósito gelatinoso y amorfo. No deben confundirse con las grietas en donde se presenta la exudación por el interperismo, ya que el deterioro por estas causas es progresivo, principalmente cuando el material está en contacto con la humedad. Se recomienda el uso de puzolana mezclada con el cemento, con el objeto de utilizar menor cantidad de cemento y disminuir la potencialidad de la reacción por los agregados.

### **Grietas en pavimentos**

En los pavimentos, además de las grietas que se producen durante la construcción, se tienen algunas otras que generalmente se deben a prácticas de construcción inadecuadas o falta de mantenimiento. Estas grietas pueden producirse en algunos casos porque los soportes de los elementos que sirven para formar las dovelas no están colocadas debidamente, o porque no está debidamente lubricada la dovela. Si las juntas de construcción en los pavimentos no se dejan a los intervalos debidos, es probable la aparición de grietas longitudinales y transversales. Las especificaciones al respecto en lo que se refiere a la separación de las juntas, son muy variables y difieren de una región a otra. La recomendación importante es utilizar los resultados que la práctica en esa zona han proporcionado.

Las grietas longitudinales resultan por los asentamientos diferenciales de las losas, y estas pueden ocurrir debido a que la base se reblandece por la filtración de agua a través de los lados de la losa. La causa básica es un drenaje pobre.

Otra causa de grietas en pavimentos puede ser que materiales sólidos entren en la junta o que ésta se llene con hielo. Las grietas en las esquinas que se extienden de una junta transversal a una longitudinal en los lados del pavimento, son causadas por material sólido que haya penetrado en la junta transversal, por una falla de la base o por debilidad del concreto. La aparición de grietas en el concreto indica que existen condiciones adversas que lo afectan, por esto, la reparación de las grietas deberá realizarse hasta en tanto la causa de la aparición de las grietas haya sido corregida.

Cualquier aparición de grieta, requiere que ésta sea limpiada perfectamente por medio de aire, removiendo cualquier partícula de concreto suelta u otros materiales, y normalmente, la junta deberá quedar seca cuando se usa mortero para relleno o cuando se usa material basado en epoxis en su reparación.

### **Defectos en el concreto**

1. Algunos defectos que se observan en la superficie del concreto pueden ser:
2. Superficies suaves que provocan mucho polvo
3. Las erupciones (popouts).
4. La eflorecencia o salida de salitre
5. La aparición de una nata en la superficie
6. Manchas debidas a los materiales del concreto o en contacto con él.
7. En algunas superficies cimbradas se puede formar bolsas de grava o burbujas

### **Superficies suaves**

Normalmente la suavidad del concreto marca zonas localizadas, donde el concreto no endureció adecuadamente. En estas zonas se producirá mucho polvo en la superficie, debido al desgaste por el paso de personas o vehículos.

Las principales causas que se han descubierto de zonas suaves en el concreto son los materiales orgánicos que se hayan mezclado con él, que impiden el fraguado adecuado el concreto; también puede ser el fraguado prematuro del cemento; otra causa es referente a los materiales que se utilizan para el curado, ya que si la superficie del concreto está bastante seca antes de la aplicación del compuesto, la superficie que se tendrá será bastante suave.

### **Erupciones**

Las erupciones o popouts ocurren tiempo después de que el concreto ha endurecido; a veces se presentan hasta varios años después debido a que algunos de los materiales de que está compuesto el concreto y bajo ciertas condiciones, principalmente por humedad, se expanden causando que una pieza superficial del concreto, generalmente de forma cónica, se rompa y emerja violentamente. Generalmente estos materiales están formados por partículas muy suaves y absorbentes, como puede ser el lignito, las arcillas compactadas, etc.

### **Eflorecencia**

La eflorecencia o salitre es el depósito de sales cristalinas en la superficie del concreto endurecido. Estas sales son traídas del interior de la masa por el agua y depositadas en la superficie por la evaporación de esta agua. Cuando el agua se mueve a través de las grietas y porosidades del concreto, ésta atrae a la superficie hidróxido de calcio soluble, que resulta de la reacción entre el cemento y el agua; después de que la evaporación del agua tiene lugar, el hidróxido de calcio que permanece en la superficie reacciona con el bióxido de carbono del aire formando el carbonato de calcio cuyo color es blanco y cristalino. Otras causas menos comunes de la eflorecencia son la existencia en el

agua de mezclado de cloruro de sodio, alguna materia orgánica, altos contenidos de limo o de yeso en el cemento, etc.

La mejor manera de prevenir esta eflorescencia es evitar la humedad cuando sea posible, usar una puzolana para que reacciones con el hidróxido de calcio soluble, utilizar mezclas debidamente proporcionadas, consolidadas y curadas que producirán un concreto impermeable y evitarán las grietas, para que el agua no pueda pasar a través.

### **Natas (lechadas)**

Otro defecto de las superficies es la nata, que se presenta como una sustancia gris o blanca, que consiste en partículas de cemento, agua y partículas finas de limo o arcilla en los agregados, la cual aparece en la parte superior del concreto durante o inmediatamente después de su consolidación.

Esta nata no tiene prácticamente resistencia y es indeseable para las juntas de construcción, pues evita la adherencia entre el concreto endurecido y concreto fresco. El remedio para estos casos será limitar el contenido de limo, arcilla, etc. en los agregados; para evitar esta nata se debe evitar también las mezclas fluidas que puedan segregarse bajo la vibración, deberá evitarse el sobrevibrado y trabajar excesivamente la superficie con el objeto de no traer a ésta cantidades importantes de agua, y con ella los finos que producen esta nata.

### **Bolsas de grava**

En lo que se refiere a superficies cimbradas, la falla más común e inadecuada es las bolsas de grava, cuya causa es la pérdida de lechada o de cemento del concreto al filtrarse ésta a través de la cimbra. Esta filtración ocurre cuando hay aberturas entre las paredes de la cimbra o en la unión del concreto nuevo y el concreto viejo. Otra causa no muy común es la falta de consolidación del concreto por medio de vibración sistemática. Normalmente la causa principal es la primera y se agrava cuando se usan mezclas muy fluidas, mezclas débiles o mezclas que contienen arenas deficientes de finos. Una vez ocurrido este problema, el único remedio es remover toda la parte del concreto afectado hasta llegar al concreto sano y reponer este con nuevo concreto o mortero, debidamente unido, al que deberá añadirse un aditivo estabilizador de volumen.

### **Desprendimientos**

Otro defecto de las superficies es el hecho de que el concreto se pegue a las cimbras y que al descimbrar los elementos se vengán las cimbras con pedazos de concreto. Afortunadamente esto no ocurre muy a menudo y su prevención es realmente simple, ya que la cimbra deberá cubrirse con algún material que prevenga la adherencia entre la cimbra y el concreto. Los aceites para cimbra, como normalmente se les llama, deberán ser compuestos minerales.

### **Burbujas de aire**

Ortos defectos en las superficies cimbradas son las burbujas de aire. Estas son de

un centímetro de diámetro aproximadamente, y normalmente cubiertas de una película muy fina de pasta seca que se rompe bajo cualquier carga pequeña que se aplique con los dedos, exponiendo de esa forma un agujero que previamente era invisible. Estos pequeños vacíos de aire o concentraciones de agua libre son en general imposible de prevenir en superficies verticales cimbradas y seguramente ocurrirán en superficies que se colocan con algún ángulo y que están cubiertas con cimbra. Este tipo de burbujas en general no causan problemas y solamente podrá ser peligroso cuando los elementos quedas expuestos a condiciones de exposición importantes.

Para prevenir estas burbujas, deberán usarse mezclas que no contengas exceso de arena, deberán estar bien graduadas y la arena no deberá tener exceso de finos; las mezclas deberán ser plásticas y con una consistencia trabajable, ni muy fluidas ni muy secas.

En lo que se refiere a la colocación, se recomienda no colocar el concreto rápidamente y en espesores grandes, sino que en espesores pequeños de unos pocos centímetros y vibrar cada una de las capas. Cuando se coloca el concreto contra una superficie inclinada, deberá vibrarse cada capa solamente lo suficiente para lograr su consolidación, mientras que cuando se coloca contra una pared vertical, deberá darse más vibración de la que normalmente se necesita y vibrar la cimbra, operando principalmente en las zonas recientemente llenadas. Si se tiene espacio conviene mover una varilla de 9 mm junto a la superficie mientras se está vibrando.

#### **8.9.4. Agrietamiento en materiales cerámicos, basados en arcilla.**

En las arcillas el fenómeno de la plasticidad y la contracción, por presencia ( o ausencia) del agua, produce agrietamientos en las arcillas naturales. Este fenómeno se estabiliza con la cocción, al formarse los productos cerámicos, ladrillos, porcelana o gres.

Sin embargo, el material mantiene una alta fragilidad que lo hace propenso a agrietamientos por esfuerzos tensionantes.

#### **8.9.5. Agrietamiento en la madera.**

<http://www.arquitectura-tecnica.com/CONOCER%20LA%20MADERA.htm>  
(junio 2006)

Después del corte de los troncos en los aserraderos, la madera es secada adecuadamente antes de continuar su tratamiento. El aserrado de los troncos es una operación que requiere conocimientos profesionales así como experiencia, ya que un corte experto nos permitirá obtener un rendimiento óptimo del tronco que va a ser procesado. En lo referente al secado diremos que se realiza en dos fases: una primera de forma natural expuesta a la intemperie en grandes pilas y una segunda fase final en almacenes. La parte de la madera que presenta una mayor calidad para ser utilizada industrialmente es siempre la interior, nunca la exterior, incluso aunque este bien seca.



Cuando el secado de la madera no se ha realizado de manera correcta, la materia prima puede presentar tensiones que, con el tiempo, llegan a estropearla, produciendo contracciones de las partes previamente medidas, así como el agrietamiento o grano irregular. Una inspección previa a la compra de la madera posibilita detectar curvamientos o alabeos, evitando fenómenos indeseables en el proceso de fabricación del material o en su vida ya montado.

### 8.9.6. Deformación y falla en materiales poliméricos

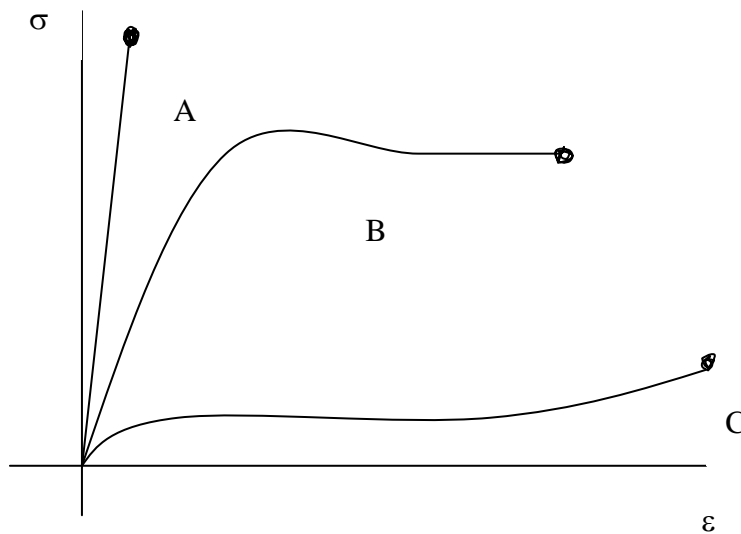
En los polímeros la mayoría de sus propiedades mecánicas son sensibles a lo siguiente:

La rapidez de deformación(strain rate)

La temperatura.

La naturaleza química del ambiente que los rodea (presencia de agua, oxígeno, solventes orgánicos, etc.)

Existen tres tipos tendencias típicas de curvas de esfuerzo-deformación unitaria en los materiales polímeros.



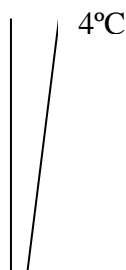
A: polímeros frágiles

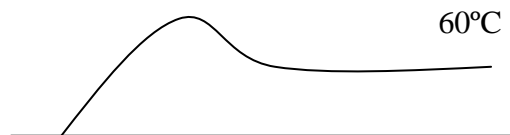
B: materiales plásticos (similar a los metales)

C: Elastómeros

Las propiedades mecánicas de los polímeros son mucho más sensibles a los cambios de temperatura en los alrededores de la temperatura ambiente.

Por ejemplo, consideraremos la curva  $\sigma$ - $\epsilon$  para el plexiglás (PMMA)





Existen tres temperaturas importantes en los materiales polímeros:

Temperatura de degradación (Td)

A esta temperatura se rompen los enlaces covalentes de la cadena. El efecto es disminuir el peso molecular del material, haciéndolo frágil.

Temperatura de transición vítrea (Tg)

Es la temperatura a la cual las zonas amorfas de polímero se comportan como un líquido muy viscoso.

Temperatura de fusión (Tm)

Es la temperatura a la cual los cristales que pueden existir en el material desaparecen y la fuerza de atracción entre las cadenas disminuye, haciendo que las cadenas puedan fluir.

### 8.10. Intemperismo

El intemperismo es el proceso de degradación natural que sufren los materiales por el contacto con el medio ambiente: aire, agua y los movimientos de la corteza terrestre.

Por ejemplo: si el agua se introduce en las grietas del concreto, cuando la temperatura baja el agua se congela expandiéndose, como consecuencia habrá un agrietamiento hasta llegar a la fractura.

El ambiente es el conjunto de factores extrínsecos, que influyen sobre la existencia, la exposición y la susceptibilidad de los materiales. Estos factores extrínsecos son:

- Ambiente físico: Geografía Física, Geología, clima, contaminación.
- Ambiente biológico
- Población humana
- Flora
- Fauna
- Agua.
- Exposición a agentes químicos, físicos.
- Urbanización o entorno urbano y desarrollo económico.
- Desastres: terremotos, guerras, huracanes, inundaciones.