ICPA
INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

75° Aniversario
1940 - 2015

Vialidad Nacional

División Capacitación
Subgerencia de RR.HH | Gerencia de Administración

Construcción de Pavimentos Rígidos con Tecnología de Alto Rendimiento

GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

DNV 24° Distrito – Ushuaia, República Argentina

1 y 2 de Julio de 2015

Temario

Parte I

1. Gestión y Aseguramiento de la Calidad
2. Controles de recepción vs controles de producción
3. Parámetros de control de materiales componentes
4. Control del hormigón en estado fresco y endurecido
5. Esquema de decisión para casos no conformes en la resistencia

Parte II

1. Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

PARTE I

Control de calidad

¿Qué es la Gestión de la Calidad?

ACTIVIDADES COORDINADAS PARA DIRIGIR Y CONTROLAR UNA ORGANIZACIÓN EN LO RELATIVO A LA CALIDAD

- Conjunto de **actividades** de la función general de la Dirección que determinan la **política de la calidad, los objetivos y las responsabilidades**

- Su objetivo es la **eliminación** de las **no conformidades** y la **optimización de la producción**

- Se implanta a iniciativa de la gerencia

Sistema de Gestión de la Calidad
¿Cómo desarrollarlo?

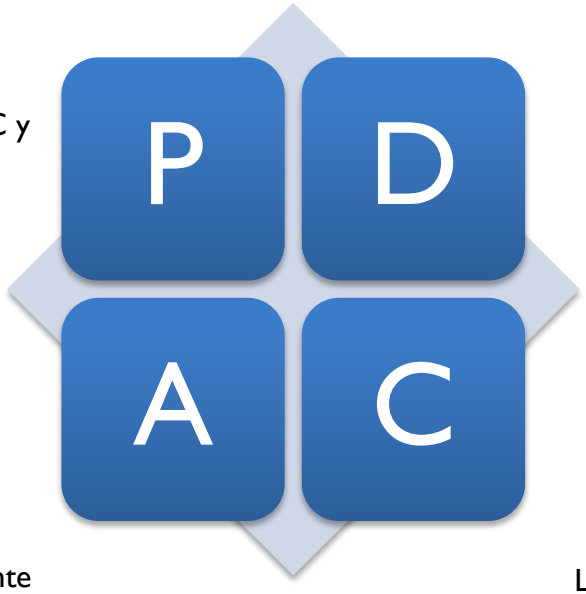
- **Acciones sistemáticas, planificadas** y **demostrables** para proporcionar seguridad en el cumplimiento de requisitos

- Busca **evitar no conformidades**

Decir lo que hacen
Las actividades estarán documentadas en procedimientos e instrucciones

Hacer lo que dicen
Deben seguir lo que los documentos dicen

Actuar sobre las discrepancias
Analizar las causas de las NC y actuar en consecuencia



Evaluar lo hecho
Evaluar lo hecho mediante auditorías internas y/o externas

Registrar lo que hacen
Los resultados de lo que se hace debe ser registrado en formatos y planillas adecuadas

Aseguramiento de la Calidad

Sistema de gestión

Líneas generales del Sistema de Calidad

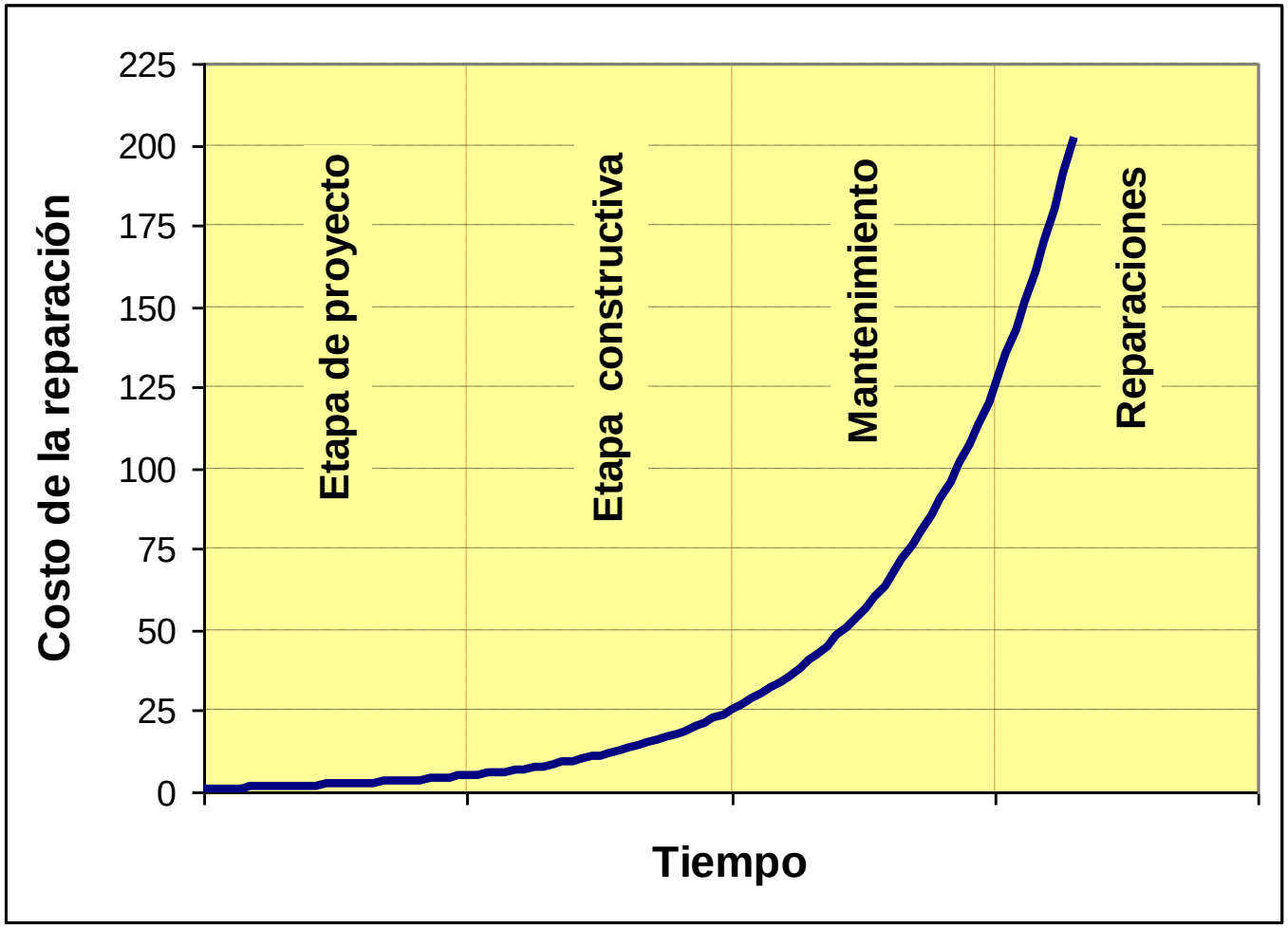
Describen los procesos y actividades generales (Cómo, cuándo, dónde, quién)

Describen las operaciones técnicas de cada actividad, de cierto sector específico

Plantillas, formularios, asiento de información

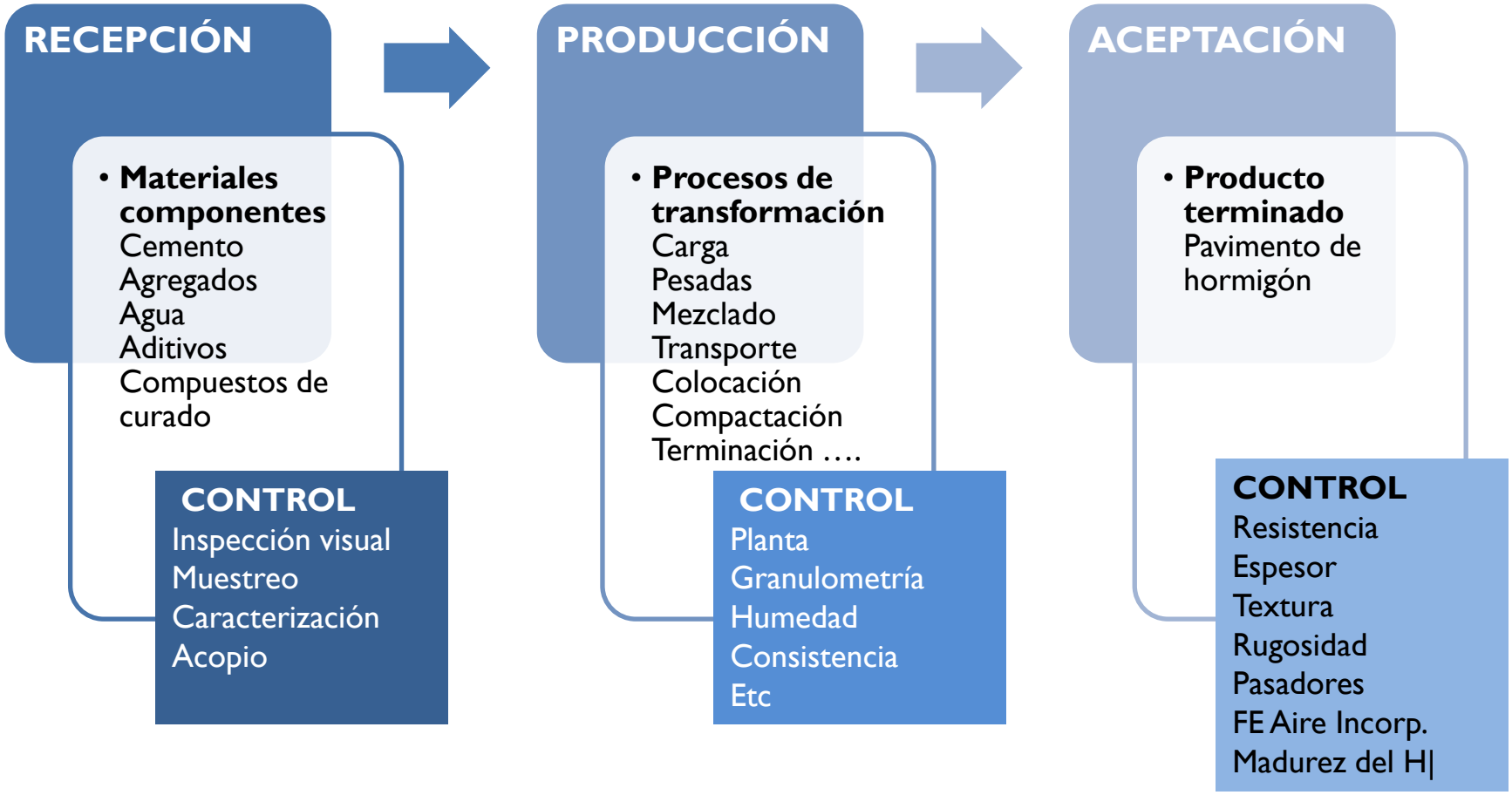
Control de Calidad

Ley de Sitter



Control de Calidad

Procesos



Control de Calidad

C. Producción + C. Recepción

Controles de producción

-A cargo de quien **produce (autocontrol)**
-Promueven alcanzar el **nivel de Calidad requerido**, dentro de un esquema de costos razonables
-Utilizan **herramientas de control estadístico** de procesos
-Rutinarios. Sirven para la detección temprana de desvíos

Controles de recepción

- A cargo del **comitente** (o quien actúe en su representación)
- Buscan contrastar el **nivel de Calidad alcanzado** con lo especificado / requerido
- Emplean **planes de muestreo mínimo + criterios para aceptación o rechazo**

La Calidad del hormigón

Premisas esenciales

- Cada proyecto define condiciones de **control mínimo** necesario
- Afectada por **múltiples aspectos** incidentes
- **Dos estados** de control del hormigón
- **Influencia** de: la edad del hormigón, condiciones de producción, construcción, ambiente, procesos de control, entre otros
- El control puede involucrar conceptos de **análisis estadístico** y valoraciones del **riesgo del productor** y **del consumidor**
- Uso de **estimadores** para valorar una **característica,** cuando el plan de muestreo no es al 100%
- **Control preventivo** se orienta al cumplimiento de especificaciones y al control de uniformidad

Control de Calidad
¿Qué comprende?

- Entrenamiento del personal involucrado
- Ensayos previos de aptitud de materiales
- Verificación de equipos y procesos
- Inspección de materiales y trabajos de obra
- Ensayos sobre hormigones y materiales empleados durante la producción
- Cartas de control: uso y análisis
- Evaluación de resultados
- Ajuste y optimización

Control de Calidad

Aptitud vs Caracterización

	ENSAYOS DE APTITUD	ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN
Objetivo	Determinan la aprobación o conveniencia del uso de un determinado material componente	Indican la evolución de propiedades de los materiales componentes relevantes, para mantener la producción del hormigón y del pavimento bajo control
Frecuencia	Baja	Alta
Oportunidad	Antes del inicio de la obra	Antes y durante toda la obra
Resultados	En general, que demandan mucho tiempo, algunos días, semanas o meses, según el caso	En general, son rápidos (desde pocos minutos hasta algunos días), y sus resultados se emplean en forma inmediata para efectuar correcciones que permitan mantener uniforme la calidad final
Ejemplos	Desgaste L-A Reactividad alcalina potencial de agregados Estabilidad en Na_2SO_4 Inmersión en etilenglicol Aptitud agua de amasado CET hormigón Compatibilidad aditivos Contenido de polvo (agreg)	Análisis Granulométrico Humedad Asentamiento Aire Incorporado Temperatura HF (podría ser de aptitud tmb) Evolución temperatura Tiempo fraguado Pérdida de As Resistencia

Control de Calidad

Control de vigilancia de materiales componentes

→ CEMENTO

¿Qué verificar?	Evaluación a realizar	¿Con qué frecuencia?
Calidad	Verificar que el cemento solicitado sea el material recibido. Estado de conservación.	Cada remesa
Contaminación por humedecimiento	Observación visual de grumos en el cemento	Cuando se sospeche que el cemento ha estado expuesto a condiciones de humedad inapropiadas
Edad del cemento al momento de su uso	Comparar fechas de recepción del material y fecha de uso. Verificar estado de conservación del material; evaluar pérdida de resistencia en el cemento por transcurso del tiempo.	Evaluar estado del cemento cuando la edad supere los 90 días.

-Certificación obligatoria

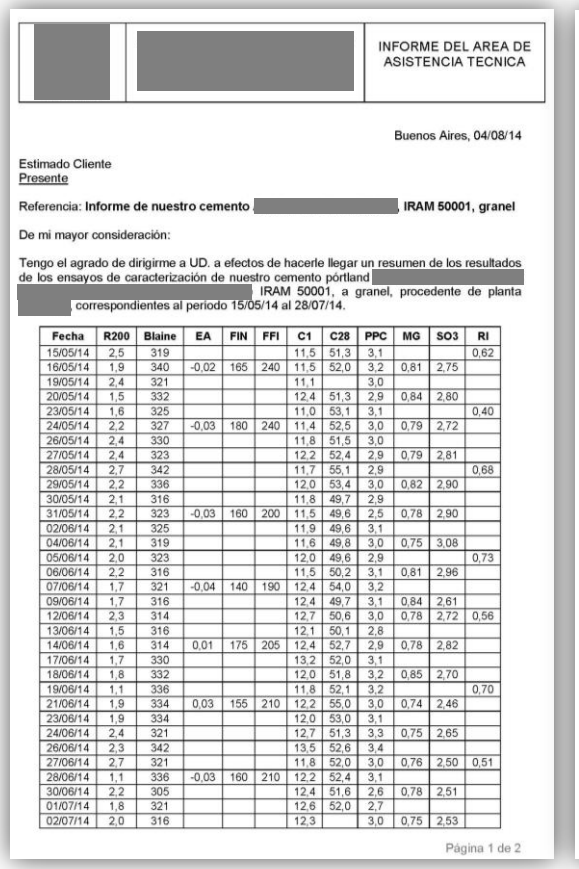
-Ensayos de control en laboratorios especializados, por no disponerse, usualmente, de equipamiento adecuado para su ejecución

Control de Calidad

Información de autocontrol del fabricante

REMESAS DE CEMENTO

Protocolos de autocontrol de fábrica



[redacted] | INFORME DEL AREA DE ASISTENCIA TECNICA

Buenos Aires, 04/08/14

Estimado Cliente
Presente

Referencia: **Informe de nuestro cemento [redacted] IRAM 50001, granel**

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a UD. a efectos de hacerle llegar un resumen de los resultados de los ensayos de caracterización de nuestro cemento pórtland [redacted] IRAM 50001, a granel, procedente de planta [redacted] correspondientes al periodo 15/05/14 al 28/07/14.

Fecha	R200	Blaine	EA	FIN	FFI	C1	C28	PPC	MG	SO3	RI
15/05/14	2,5	319				11,5	51,3	3,1			0,62
16/05/14	1,9	340	-0,02	165	240	11,5	52,0	3,2	0,81	2,75	
19/05/14	2,4	321				11,1		3,0			
20/05/14	1,5	332				12,4	51,3	2,9	0,84	2,80	
23/05/14	1,6	325				11,0	53,1	3,1			0,40
24/05/14	2,2	327	-0,03	180	240	11,4	52,5	3,0	0,79	2,72	
26/05/14	2,4	330				11,8	51,5	3,0			
27/05/14	2,4	323				12,2	52,4	2,9	0,79	2,81	
28/05/14	2,7	342				11,7	55,1	2,9			0,68
29/05/14	2,2	336				12,0	53,4	3,0	0,82	2,90	
30/05/14	2,1	316				11,8	49,7	2,9			
31/05/14	2,2	323	-0,03	160	200	11,5	49,6	2,5	0,78	2,90	
02/06/14	2,1	325				11,9	49,6	3,1			
04/06/14	2,1	319				11,6	49,8	3,0	0,75	3,08	
05/06/14	2,0	323				12,0	49,6	2,9			0,73
06/06/14	2,2	316				11,5	50,2	3,1	0,81	2,96	
07/06/14	1,7	321	-0,04	140	190	12,4	54,0	3,2			
09/06/14	1,7	316				12,4	49,7	3,1	0,84	2,61	
12/06/14	2,3	314				12,7	50,6	3,0	0,78	2,72	0,56
13/06/14	1,5	316				12,1	50,1	2,8			
14/06/14	1,6	314	0,01	175	205	12,4	52,7	2,9	0,78	2,82	
17/06/14	1,7	330				13,2	52,0	3,1			
18/06/14	1,8	332				12,0	51,8	3,2	0,85	2,70	
19/06/14	1,1	336				11,8	52,1	3,2			0,70
21/06/14	1,9	334	0,03	155	210	12,2	55,0	3,0	0,74	2,46	
23/06/14	1,9	334				12,0	53,0	3,1			
24/06/14	2,4	321				12,7	51,3	3,3	0,75	2,65	
26/06/14	2,3	342				13,5	52,6	3,4			
27/06/14	2,7	321				11,8	52,0	3,0	0,76	2,50	0,51
28/06/14	1,1	336	-0,03	160	210	12,2	52,4	3,1			
30/06/14	2,2	305				12,4	51,6	2,6	0,78	2,51	
01/07/14	1,8	321				12,6	52,0	2,7			
02/07/14	2,0	316				12,3		3,0	0,75	2,53	

Página 1 de 2

[redacted] | INFORME DEL AREA DE ASISTENCIA TECNICA

03/07/14	2,7	314				12,9		3,2			
04/07/14	2,5	336				13,6		3,1	0,74	2,87	0,42
05/07/14	2,7	332	-0,02	170	220	12,4		3,4			
07/07/14	2,5	321				12,1		3,4	0,75	2,89	
08/07/14	2,6	319				11,1		3,4			
10/07/14	2,1	321				11,3		3,4	0,81	2,93	0,47
11/07/14	2,4	325				11,2		3,4			
12/07/14	2,2	323	-0,04	180	235	12,2		3,4	0,77	2,57	
14/07/14	2,1	330				11,7		3,0			
16/07/14	0,3	323				12,7		3,0	0,71	2,65	0,68
17/07/14	3,1	327				14,9		2,5			
18/07/14	3,5	320				13,9		2,9	1,07	2,70	
19/07/14	3,2	329	-0,03	165	215	12,8		3,0			
21/07/14	3,0	334				14,7		3,0	1,00	2,71	
22/07/14	3,6	336				14,9		2,9			
23/07/14	2,4	334				12,1		3,4	0,85	2,87	
24/07/14	2,6	316				12,0		3,1			0,71
25/07/14	2,1	327				12,9		3,2	0,94	2,80	
26/07/14	2,6	325		150	210	12,4		2,1			
28/07/14	2,7	327				14,1		3,1	1,04	2,64	

R200: Residuo sobre tamiz 75 µm (%); Blaine: Superficie especifica por permeametria Blaine (m²/kg); SO3: Oxido de azufre (%); PPC: Perdida por calcinación (%); RI: Residuo insoluble (%); FIN y FFI: Tiempos de fraguado inicial y final (minutos); EA: Expansión en autoclave (%); MG: Oxido de magnesio (%); C1 y C28: Resistencia a 1 y 28 dias (MPa).

NOTA: El presente protocolo constituye una certificación de cumplimiento de la norma IRAM 50001 correspondiente al cemento CPN40 (ARS). Los resultados de resistencia a compresión del cemento, que se informan en el protocolo adjunto, son obtenidos a partir del ensayo IRAM 1622, empleando para ello arena normalizada (DIN EN 196-1), de procedencia Alemana, agregado que también es utilizado por el Organismo de Certificación del INTI-Construcciones para el control del producto y la entrega de la licencia de uso de los certificados de conformidad.

En la tabla que sigue se informa la composición potencial del clinker empleado en la fabricación del cemento [redacted], correspondiente a las moliendas realizadas durante el periodo que va del 07/05/14 al 23/07/14.

Componente del clinker	Mínimo	Promedio	Máximo
C3A (%)	2,5	2,9	3,3
C4AF (%)	11,9	12,9	13,4
C3A (%) + C4AF (%)	15,2	15,8	16,4

C3A: Aluminato tricálcico (%); C4AF: Ferroaluminatotetracálcico (%)

Sin más, quedando desde ya a vuestra entera disposición, lo saluda atte.

[redacted]

Página 2 de 2

Control de Calidad

Control de vigilancia de materiales componentes

→ AGREGADOS

¿Qué verificar?	Evaluación a realizar	¿Con qué frecuencia?
Que la calidad del material recibido se ajuste a lo solicitado al proveedor	•Observaciones visuales •Ensayo granulométrico, + MF y TM •Contenido de partículas pasa tamiz 75 µm (# 200) •Contenido de humedad •Contenido de materia orgánica y terrones de arcilla • Densidad •Lajosidad y Elongación	• Diario (control de acopios) •Según Plan de control de Calidad, por lotes de material recibido

Caracterización completa cuando:

- •Cuando se modifique el origen de los materiales provistos.
- • Cuando se sospeche una alteración en sus características

Control de Calidad

Control de vigilancia de materiales componentes

Muestreo de agregados

•La muestra deberá ser verdaderamente representativa del material a evaluar.

• Las muestras pueden extraerse desde: tolvas, carros de transporte, pilas de acopio, silos, cintas transportadoras….

• Se recomienda extraer porciones de material de de lugares diferentes; no tomar de las regiones en las que el material esté particularmente alterado.

• Siempre que sea posible, es conveniente tomar las muestras de agregado en estado húmedo para evitar la segregación.

Control de Calidad

Control de vigilancia de materiales componentes

CARACTERIZACIÓN Y APTITUD

- Análisis granulométrico de fracciones finas y gruesas de agregados (IRAM 1505)
- Densidad y absorción (IRAM 1533)
- Material fino para tamiz IRAM 75 µm (#200)
- Equivalente arena (VN E 10-82)
- Desgaste Los Ángeles, AG (IRAM 1532)
- Inmersión en etilenglicol (IRAM 1519)
- Estabilidad en Na_2SO_4 (IRAM 1525)
- Reactividad alcalina potencial
  - IRAM 1649: análisis petrográfico
  - IRAM 1674: método acelerado en barra de mortero
  - IRAM 1700: método del prisma de hormigón

Control de Calidad

Control de vigilancia de materiales componentes

IMPUREZAS Y SUSTANCIAS NOCIVAS

- Material pulverulento: pasa tamiz #75µm
- Terrones de arcilla (ag. débiles, polvo)
- Partículas livianas: trozos de madera, vegetales
- Materia orgánica (modifica el tiempo de fraguado)
- Cloruros, sales solubles, sulfatos (corrosión, expansiones, eflorescencias)
- Materias carbonosas (manchado)
- Azúcares (retarda el fraguado)
- Cloruros

Control de Calidad

Control de vigilancia de materiales componentes

→ ADITIVOS

¿Qué verificar?	Evaluación a realizar	¿Con qué frecuencia?
Estado de calidad y preservación del producto	Solicitar resultados de ensayos sobre dichos materiales al proveedor. Certificados de calidad del producto.	En el inicio de la producción y cuando se sospechen variaciones en la calidad del producto

-Control indirecto a través del desempeño en hormigones
-Control especializado en laboratorios de ensayo

→ AGUA DE AMASADO

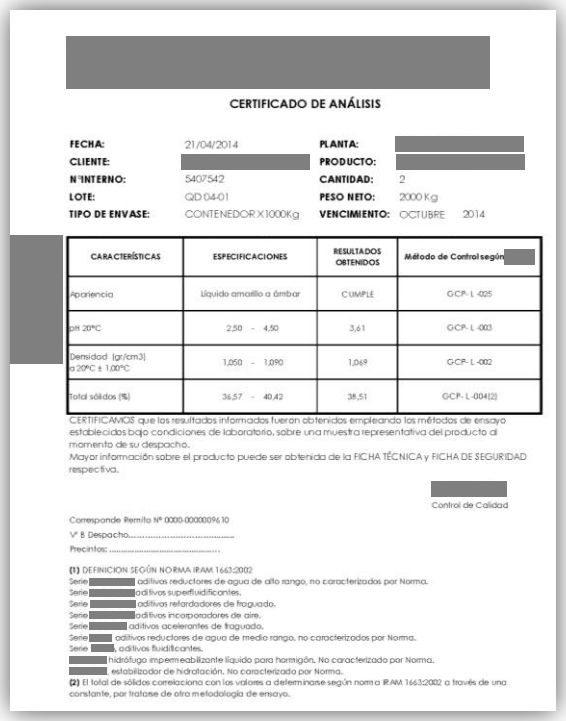
¿Qué verificar?	Evaluación a realizar	¿Con qué frecuencia?
Presencia de componentes contaminantes que afecten la resistencia o durabilidad del hormigón	Según IRAM 1601	Semestralmente o anualmente, o bien, cuando se sospeche una variación en la calidad del agua recibida

Control de Calidad

Relevamiento de información de autocontrol del fabricante

REMESAS DE ADITIVOS

Protocolos de autocontrol de fábrica



[redacted]

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

FECHA:	21/04/2014	**PLANTA:**	[redacted]
CLIENTE:	[redacted]	**PRODUCTO:**	[redacted]
N°INTERNO:	5407542	**CANTIDAD:**	2
LOTE:	QD 04-01	**PESO NETO:**	2000 Kg
TIPO DE ENVASE:	CONTENEDOR X1000Kg	**VENCIMIENTO:**	OCTUBRE 2014

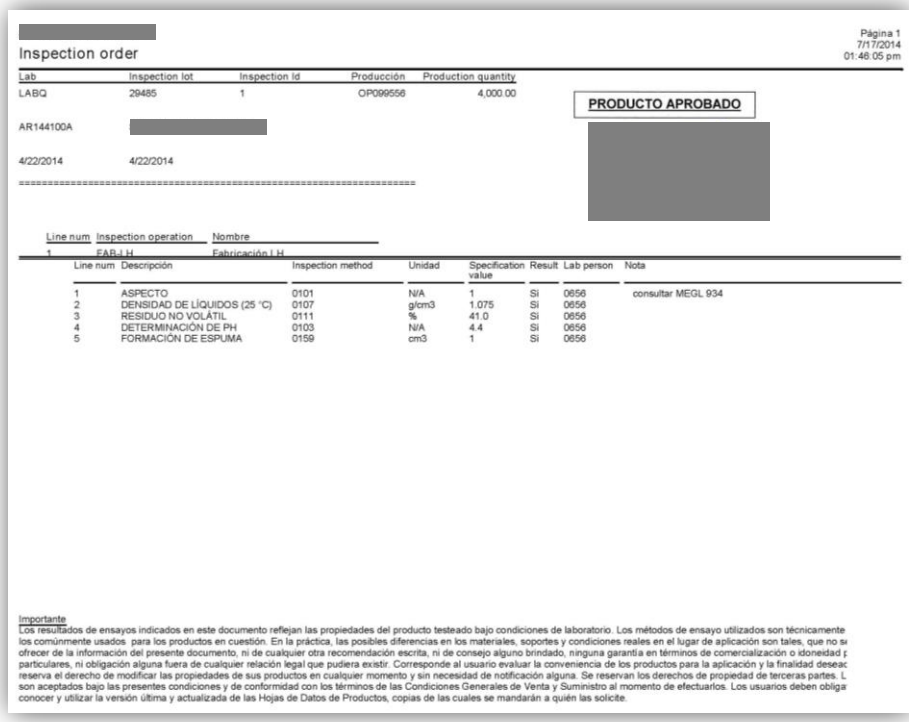
CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS OBTENIDOS	Método de Control según [redacted]
Apariencia	Líquido amarillo a ámbar	CUMPLE	GCP- L -025
pH 20°C	2,50 - 4,50	3,61	GCP- L -003
Densidad (gr/cm3) a 20°C ± 1,00°C	1,050 - 1,090	1,069	GCP- L -002
Total sólidos (%)	36,57 - 40,42	38,51	GCP- L -004(2)

CERTIFICAMOS que los resultados informados fueron obtenidos empleando los métodos de ensayo establecidos bajo condiciones de laboratorio, sobre una muestra representativa del producto al momento de su despacho.
Mayor información sobre el producto puede ser obtenida de la FICHA TÉCNICA y FICHA DE SEGURIDAD respectiva.

[redacted]
Control de Calidad

Corresponde Remito Nº 0000-00000096 10
Vº B Despacho.....
Precintos: .....

(1) DEFINICION SEGÚN NORMA IRAM 1663:2002
Serie [redacted] aditivos reductores de agua de alto rango, no caracterizados por Norma.
Serie [redacted] aditivos superfluidificantes.
Serie [redacted] aditivos retardadores de fraguado.
Serie [redacted] aditivos incorporadores de aire.
Serie [redacted] aditivos aceleRantes de fraguado.
Serie [redacted] aditivos reductores de agua de medio rango, no caracterizados por Norma.
Serie [redacted] aditivos fluidificantes.
[redacted] hidrófugo impermeabilizante líquido para hormigón. No caracterizado por Norma.
[redacted] estabilizador de hidratación. No caracterizado por Norma.
(2) El total de sólidos correlaciona con los valores a determinase según norma IRAM 1663:2002 a través de una constante, por tratase de otra metodología de ensayo.



[redacted]

Página 1
7/17/2014
01:46:05 pm

Inspection order

Lab	Inspection lot	Inspection Id	Producción	Production quantity
LABQ	29485	1	OP099556	4,000.00

PRODUCTO APROBADO

AR144100A [redacted]

4/22/2014 4/22/2014

Line num	Inspection operation	Nombre
1	FAB-L.H.	Fabricación L.H.

Line num	Descripción	Inspection method	Unidad	Specification value	Result	Lab person	Nota
1	ASPECTO	0101	N/A	1	Si	0656	consultar MEGL 934
2	DENSIDAD DE LÍQUIDOS (25 °C)	0107	g/cm3	1.075	Si	0656	
3	RESIDUO NO VOLÁTIL	0111	%	41.0	Si	0656	
4	DETERMINACIÓN DE PH	0103	N/A	4.4	Si	0656	
5	FORMACIÓN DE ESPUMA	0159	cm3	1	Si	0656	

Importante
Los resultados de ensayos indicados en este documento reflejan las propiedades del producto testeado bajo condiciones de laboratorio. Los métodos de ensayo utilizados son técnicamente los comúnmente usados para los productos en cuestión. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se ofrecer de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno brindado, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad p particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. Corresponde al usuario evaluar la conveniencia de los productos para la aplicación y la finalidad deseac reserva el derecho de modificar las propiedades de sus productos en cualquier momento y sin necesidad de notificación alguna. Se reservan los derechos de propiedad de terceras partes. L son aceptados bajo las presentes condiciones y de conformidad con los términos de las Condiciones Generales de Venta y Suministro al momento de efectuarlos. Los usuarios deben obliga conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copias de las cuales se mandarán a quién las solicite.

Control de Producción
Premisas

El sistema debe permitir:

- Cumplir las **especificaciones técnicas PET**
- Mantener en el tiempo la **uniformidad** de las propiedades y la **calidad** del pavimento, dentro de un **proceso controlado**

    i. Control preventivo para la toma de decisiones
    ii. Control intensivo sobre la calidad y uniformidad de los materiales componentes
    iii. Verificar frecuentemente los procedimientos de dosaje, medición y mezclado en la planta de H°

La **frecuencia de muestreo** debe ser máxima en H° fresco, de modo de reducir el esfuerzo en los controles en el estado endurecido. **Carácter Preventivo**

TAR no nos permite esperar 7 días para detectar tendencias

Control de Calidad

Hormigón fresco

- Procedimientos para la toma de la muestra
- Disponer en obra de equipamiento mínimo para ensayos de caracterización y control, y preparación de muestras para ensayos en estado endurecido
    - **Consistencia**
    - **Temperatura**
    - **Contenido de aire**
    - PUV
    - CUC y relación a/c
    - Material pulverulento IRAM 300 µm
    - Exudación
    - Homogeneidad (IRAM 1876)

Aportan información temprana para inferir el comportamiento futuro del hormigón. Aún puede decidirse respecto a la colocación o no del hormigón

Control de Producción

Muestreo

- **No** deberá estar **alterada** ni **contaminada**
- Se toman al momento de la descarga
- Se evitará la primera y última porción del pastón
- **Cantidad:** 40 % mayor que la necesaria, y como mínimo 30 litros
- Al menos, 2 fracciones de menor tamaño, que provengan del mismo pastón
- Siempre se remezclará manualmente
- Aplicación Norma **IRAM 1541**

Control de Calidad
Hormigón fresco

→ **Asentamiento (IRAM 1536)**

Ajuste de la consistencia a las condiciones de hormigonado (humedad de los áridos, distancias de transporte, temp. amb., etc.) para tener la trabajabilidad adecuada.

→ Uniformidad del asentamiento en el tiempo
→ Tendencia a la segregación y disponibilidad de mortero
→ Terminación, aspecto, trabajabilidad

• **En los primeros 3 a 5 camiones,** a la salida de planta y a la descarga, determinado sobre el mismo camión.
• Luego **cada ≈ 100 m³**

Control de Calidad
Hormigón fresco

→ **Asentamiento (IRAM 1536)**

UKY (US)

Control de Calidad

Estado fresco

- Es una práctica habitual que la **consistencia del hormigón se evalúe exclusivamente en forma visual,** por lo se introduce una gran variabilidad. **Desconocemos la cantidad de agua que tiene la mezcla**.
- Recordemos que la resistencia y la durabilidad son fuertemente dependientes de la a/c.

Por ello es imprescindible determinar el asentamiento, y las propiedades en estado fresco.

- Posteriormente, se deberán moldear además probetas para verificar el cumplimiento de la resistencia especificada.

Control de Calidad

Hormigón fresco

→ Peso Unitario y Contenido de aire incorporado (IRAM 1562 y 1602-2)

Se determina el contenido de aire y se controla el rendimiento de la fórmula de hormigón.

→ Temperatura del hormigón fresco

Controlar la temperatura y llevar un registro, complementarlo con la temperatura ambiente.

(Entre 13 ° C y 32 °C)

- Dos primeros camiones, luego **cada 300 m³**, y/o tres (3) veces al día.

Controlar periódicamente la terminación superficial y bordes de calzada

Control de Calidad
Hormigón fresco

→Contenido de aire incorporado (IRAM 1602-2)

UKY (US)

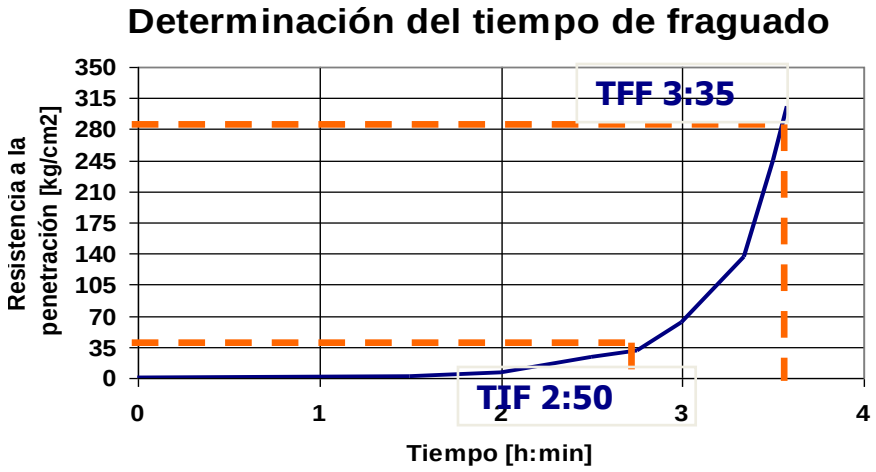
Control de Calidad
Hormigón fresco

→ Tiempo de Fraguado (IRAM 1662)

Se determina, en forma convencional, el tiempo inicial y final de fraguado mediante la resistencia a la penetración de las agujas de Proctor en el mortero equivalente (H° tamizado por la malla N° 4 -4,75 mm-)

Procedimiento de ensayo

- Tamizado sobre malla IRAM 4,75 mm
- Llenado y compactación
- Enrasado
- Retirar agua de exudación
- Determinar la resistencia a la penetración, según intervalos
- Cálculos



Debe ser compatible con tiempos de transporte, colocación, compactación y terminación; temperatura de exposición

- Antes del inicio de producción
- Control periódico, no rutinario, cuando se modifiquen las características de los materiales, la dosificación, o la temperatura de trabajo

Control de Calidad

Hormigón fresco

→ Exudación (IRAM 1604)

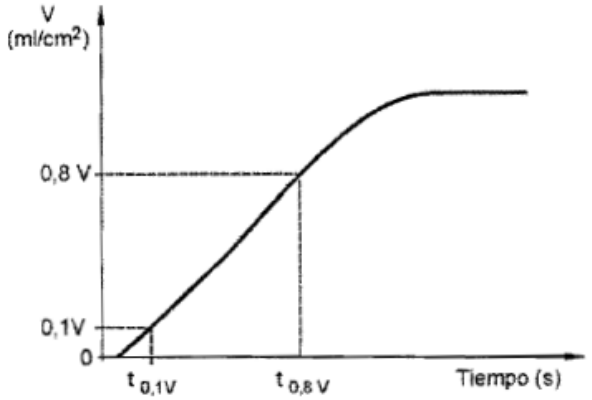
Debe ser la necesaria para prevenir fisuración por contracción plástica, aunque no excesiva

Frecuencia de control

- Al diseño de la mezcla, antes de su uso por 1ra vez
- Cuando se modifique alguno de los componentes, fuente de provisión o características
- Cuando se observe visualmente una modificación

Procedimiento de ensayo

- Tamizado del HF sobre malla IRAM 4,75 mm
- Llenado y compactación
- Superficie expuesta
- Masa de hormigón
- Mantenimiento de la muestra
- Cálculos



FIUBA

Control de Calidad
Hormigón fresco

→ Homogeneidad del pastón (IRAM 1876)

Se evalúa comparativamente la **densidad del mortero libre de aire** y el **contenido de AG** entre 2 fracciones del mismo pastón

Diferencias máximas
- Densidad del mortero libre de aire: **1,6 %**
- Contenido de AG: 6,0 %

- PUV (IRAM 1562)
- Tamizado en vía húmeda del HF sobre malla IRAM 4,75 mm
- Masa de material retenido en las mallas y secado hasta sss
- % Aire incorporado en el HF
- Densidad del AG
- Cálculos

Control de Calidad

Moldeo y ensayo de probetas cilíndricas para determinar resistencia a la compresión

Objetivos

- Conocer la resistencia potencial del hormigón y verificar el cumplimiento de la condición establecida en el PET.
- Contar con datos a edad temprana, con el fin de llevar un autocontrol preventivo.
- Conocer la evolución de las resistencias a larga edad.

Frecuencias

- Un moldeo por cada 500 m^3 (mínimo 2 al día: uno por la mañana y otro por la tarde), con 6 probetas cilíndricas (150 x 300 mm) y cuatro probetas prismáticas (150 x 150 x 600 mm) por moldeo. Siempre dos probetas por ensayo y por edad.
- Moldeos adicionales para la evaluación de la resistencia a la edad de 56 días

Resistencia mecánica

Factores de aporte a su variabilidad

Componentes

Material cementante

Agua de amasado

Agregados finos y gruesos

Aditivos

Fibras

Partidas, tipos, medición, acopios y suministros

Elaboración

Relación a/c

Proporcionamiento de agregados (esp. finos)

Relación mat. cementante / agregado

Dosif. aditivos

Tiempo de amasado, secuencia y eficiencia de mezclado

Temperatura del hormigón

Grado de compactación

Condiciones ambientales

Transporte del h°

Procesos de control

Muestreo

Preparación de probetas

Procedimientos de ensayo

Incertidumbre del equipamiento en la medida

Control de resistencia del hormigón

¿Qué resistencia buscamos?

- **Resistencia especificada**
  - Indicada por el responsable a cargo del proyecto técnico
  - Caracteriza al hormigón endurecido
  - Involucra concepción probabilística

- **Resistencia de diseño**
  - Empleada para diseñar la mezcla de hormigón
  - Considera aportes de variabilidad de los materiales, procesos productivos y control de Calidad
  - Se establece en base a la resistencia especificada, los índices de variabilidad del proceso y criterios para la recepción del hormigón
  - Se verifica con ensayos de control de calidad del hormigón, según normas de ensayo tipificadas

Control de resistencia del hormigón

¿Qué resistencia medimos?

- **Resistencia potencial**
  - Es un indicador de la calidad del material, determinada con probetas
  - Control rutinario y directo, de gran interés para el **productor del h°**
  - Admite análisis estadístico

- **Resistencia efectiva**
  - Se determina mediante testigos calados
  - Control de aceptación, con gran interés para el **comitente del proyecto**
  - No siempre admite análisis estadístico

- **Valor de un ensayo:** promedio de, al menos, 2 resultados **SIEMPRE!**

- **Resistencia media (f'_{cm}):** es la media aritmética de los valores de ensayo

- **Resistencia característica** $f'_{ck} = f'_{cm} - 1{,}28 \cdot S_n$ (fractil 10%)

Control de calidad

Resistencia a la compresión

- Es un parámetro importante, ya que es un material estructural y define, junto con el espesor, la capacidad de carga del pavimento.
- Se debe cumplir con los requisitos y supuestos establecidos en el cálculo estructural, y en el Pliego de Especificaciones

IRAM 1524 o 1534

- Preparación de moldes
- Llenado
- Compactación
- Terminación y protección
- Desmolde

IRAM 1546
(+ IRAM 1553 o 1709)

- Ensayo

Control de Calidad
Hormigón endurecido

Ensayos para verificar la resistencia especificada

→ Influencia del **TM del agregado** en el diámetro nominal de la probeta a emplear

El resultado de un ensayo (f'_{ci}) será el promedio de, como mínimo, dos (2) probetas, moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad.

→ Tratamiento y descarte de valores individuales de series de ensayo: diferencias máximas, criterios de descarte de resultados

Control de calidad
Resistencia a la compresión

IRAM 1553

- Control de imperfecciones superficiales
- 3 alternativas de preparación de bases adheridas: pasta de cemento, mortero de cemento o mortero de azufre, grafito y arena
- Preparación diferida de bases, antes del ensayo
- Demanda de trabajo
- Verificación de instrumental y material para preparación de bases (según nivel de resistencia esperada)
- Aplicable a probetas y testigos cilíndricos

Control de calidad

Resistencia a la compresión

IRAM 1709

- Dureza del elastómero
- Composición y calificación del material
- Número de reusos
- Condiciones geométricas de aros de retención
- **NO** aplicable a testigos

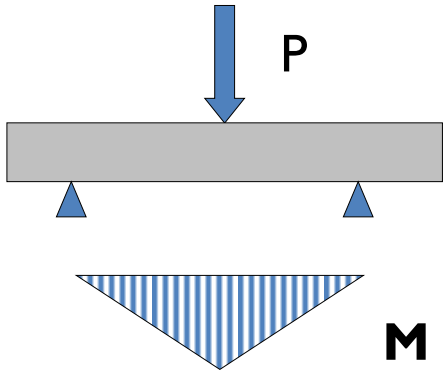
Control de calidad

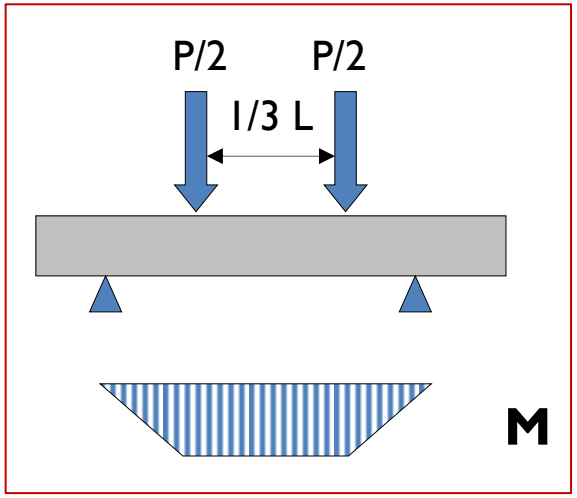
Resistencia a la tracción por flexión

- Es un parámetro relevante, pues la mayoría de las cargas generan esfuerzos de flexión, introduciendo tensiones de tracción y compresión en distintas caras del sustrato.
- **MR** ~ 12-14% Resistencia a la compresión

IRAM 1547

- Preparación de moldes
- Llenado
- Compactación
- Terminación y protección
- Desmolde
- Ensayo





Control de Calidad

¿En qué difiere el pavimento de las probetas moldeadas?

- **Condiciones de compactación**
- **Condiciones de curado**
- **Régimen de temperatura**

RECORDEMOS QUE...

• Hº empleado	• Evaluado en probetas
• Compactación	• Evitar defectos de compactación en todo el espesor
• Curado	• Uniformidad y tiempo de protección.
• Temperatura	• Controla la velocidad de evolución de resistencia

Control de Recepción
Calzada

- **Extracción de testigos calados del Pavimento para la determinación de:**
  - Resistencia a la Compresión
  - Espesores
- El PETG ´98 establece tomar dos testigos cada 300 m^2 de pavimento. Se debería revisar esta exigencia en virtud de las elevadas producciones y los bajos C.V. obtenidos.
- **Se considera razonable extraer 6 muestras por jornada de producción y/o por cada 1000 m^3.**

Control de Calidad
Resistencia efectiva

Determinación de la Resistencia a la Compresión
Dimensiones de los Testigos:

- Diámetro Mínimo ϕ_{min} =3* TM (Tamaño Nominal del Agregado Grueso contenido en el Hormigón)
- Esbeltez h/d ≥ 0.95

Preparación de las Bases de los testigos

Las caras deben ser planas, lisas y perpendiculares al eje longitudinal, de ser necesario las mismas se asierran hasta cumplir con las siguientes condiciones:

- Salientes: no deben exceder en más de 5 mm
- Recta perpendicular a la base: debe tener una inclinación menor a 5° con eje longitudinal del testigo
- Diámetro de la base: no debe exceder más de 2.5 mm respecto del diámetro medio

Hormigón endurecido

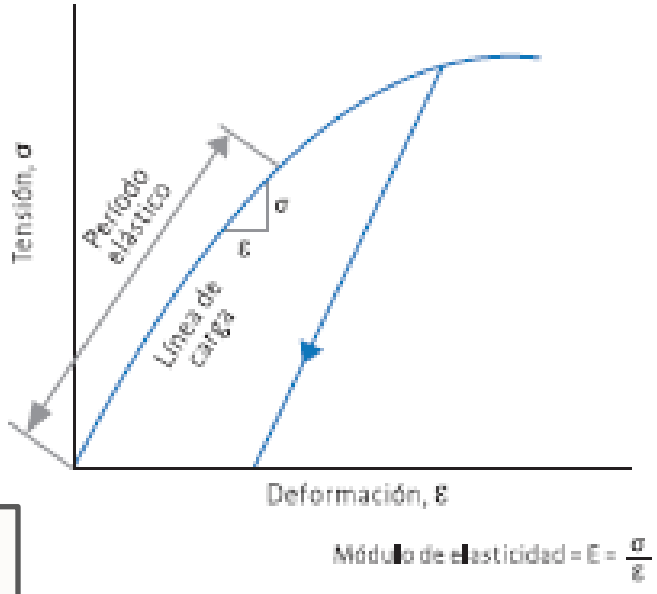
Rigidez – Módulo de elasticidad

Alta rigidez → Menor deformabilidad

Baja rigidez → Riesgo de fisuración

IRAM 1865

- Preparación de probetas
- Curado y acondicionamiento
- Ensayo
- Cálculos



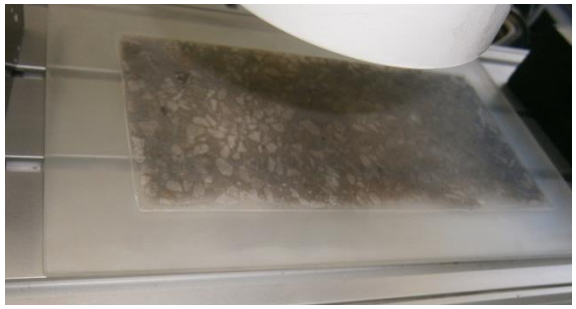
$$E = \frac{0{,}4.\ \sigma_{max}\ [MPa] - \sigma_{e\,=\,0{,}05‰}}{e_{\sigma\,=\,0{,}4.\sigma máx} - 50 \cdot 10^{-6}}$$

Hormigón endurecido

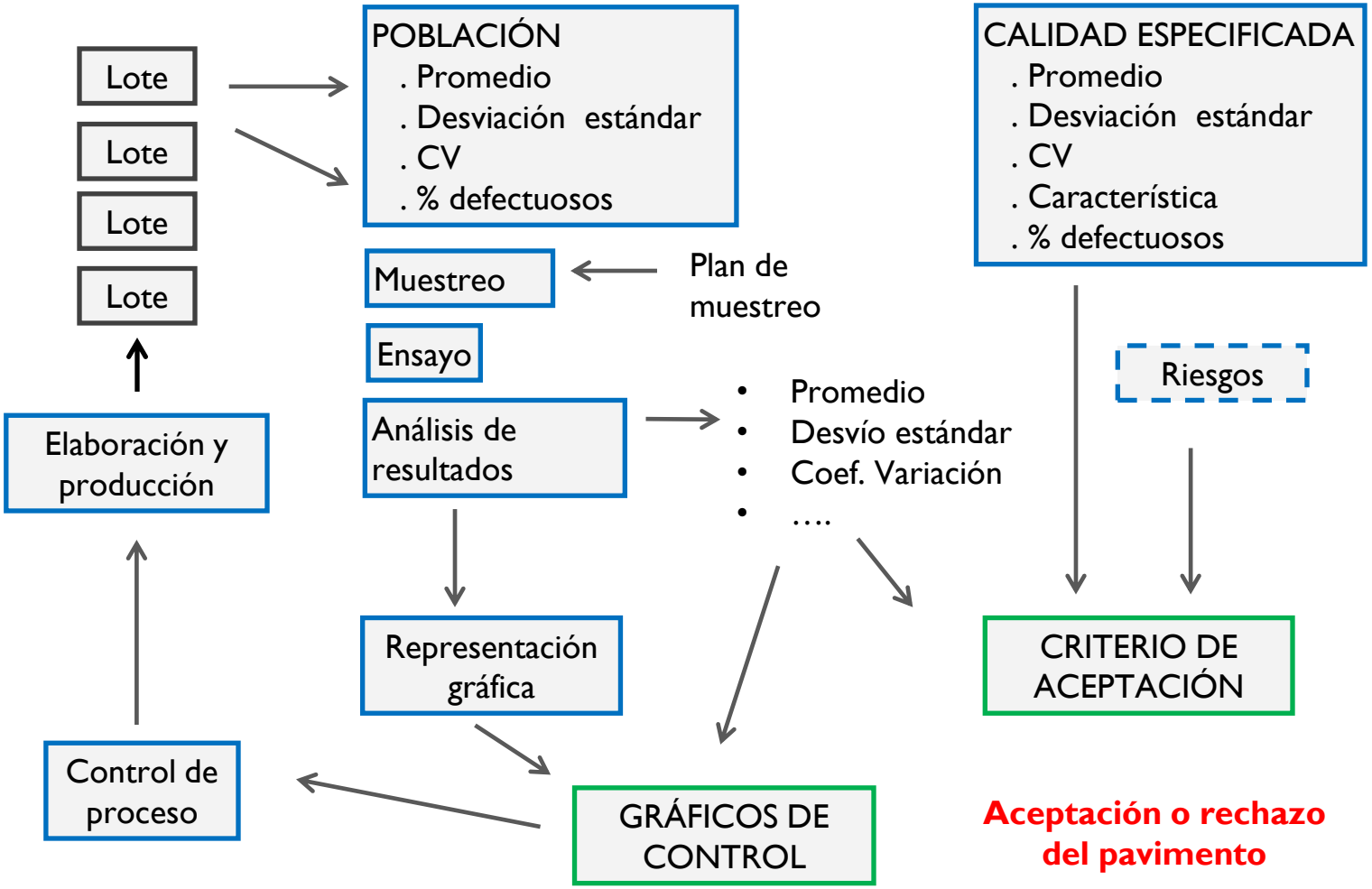
C-D. Ensayos de control

← Ensayo de **ciclos de congelamientoy deshielo** en el hormigón, y evaluación del **módulo dinámico**
IRAM 1661

→ **Parámetros del sistema de aire**
ASTM C457 /
Proy. IRAM 1733

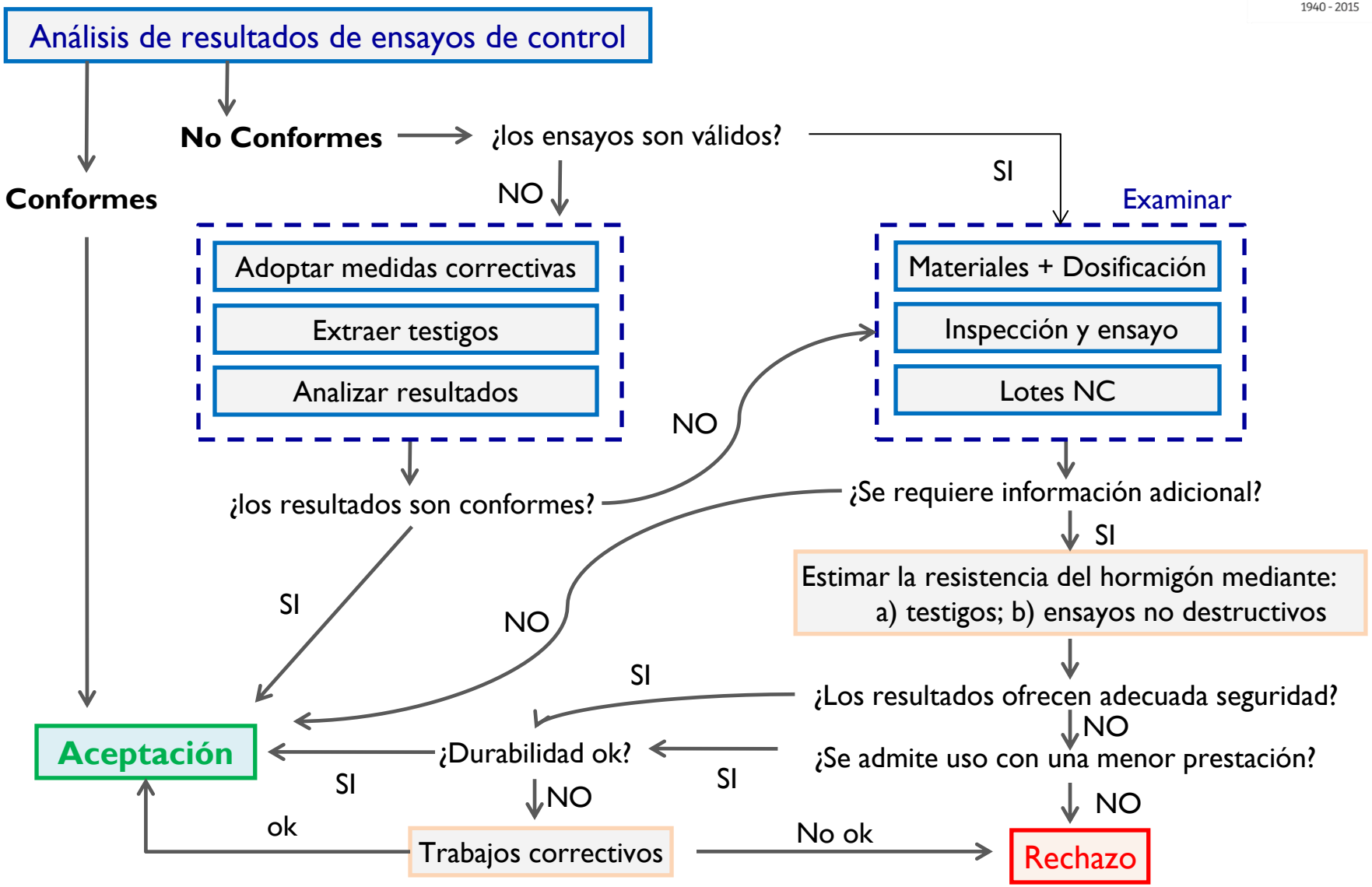


Sistema de control de Calidad



Adaptado de
"Cátedra Tecnología del Hormigón", FIUBA

Esquema de decisión para casos no conformes



Control de Calidad

Construcción de tramo de prueba

- Condición de la base
- Sistemas de control de la rasante: hilos guía
- Carriles de apoyo de la pavimentadora
- Ubicación de las juntas
- Canastos de pasadores, barras de unión y A°
- H% de agregados y granulometría
- Equipos de transporte, colocación, compactación, terminación, texturizado y curado
- Operación de vibradores
- Dosificación y amasado de mezclas
  - Tasa de producción
  - Velocidad de carga de materiales
  - Tiempo de mezclado
  - Uniformidad de la mezcla
- Despacho del hormigón
  - Tiempos de traslado desde contacto cto-agua
  - Pérdida de As en el traslado
  - Demoras en el frente de trabajo
  - Cantidad de vehículos necesarios

PARTE II

Reglamento CIRSOC 201:2005

Reglamentos para construcción civil

Fundamentos

"(…) **Reglamento de seguridad estructural, como acuerdo social sobre el nivel o grado de seguridad que la sociedad está dispuesta a aceptar y exigir** (…)"

REGLAMENTO CIRSOC 201.2005

Estructuras civiles de edificios y prefabricado, de hormigón simple, armado y/o pretensado, no masivo, con agregados de peso normal

Reglamentos para construcción civil

Actualización y Aprobación

Resolución 247/2012

- **Aprobación de los reglamentos nacionales** de seguridad para las Obras Civiles. Vigencia legal nacional
- Vigencia a partir del **1 de enero de 2013**
- Expediente N° S01:0217486/2007 del Registro del Ministerio de Planificación Federal, Inversión pública y Servicios

Motivos para la actualización

- **Obsolescencia** en relación a los avances técnicos de otros reglamentos y códigos modernos, internacionales y regionales.
- Que los profesionales relacionados con la industria de la construcción dispongan de Reglamentos Nacionales adaptados al estado del arte para el **mejor ejercicio de la profesión**.
- Que la aprobación de la reglamentación técnica esté relacionada con la **seguridad pública de las personas y los bienes**

Objetivos de la difusión

- Invitar a las **provincias** argentinas, C.A.B.A. y **municipios** a adherir a esta Reglamentación Nacional, y a **actualizar** sus reglamentos técnicos, tanto para **obras públicas** como para sus **obras particulares**
- **Hoy vigente en**: Obras Públicas Nacionales, Obras Públicas Provinciales (Catamarca, Jujuy, Mendoza, San Juan, Salta, Tucumán, Santa Fe), Obras Públicas Municipales (Rosario), y obras privadas (según adopción)

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

✓ **Durabilidad: concepto preeminente**

Vida útil en servicio de las estructuras

Genéricamente, especificaciones con carácter prescriptivo (≠ prestacional)

Agregados y RAS: predomina criterio de aptitud basado en comportamiento en servicio

Admite aplicación de modelos prestacionales (> Vida útil)

✓ **Resistencia a la compresión**

Modificación del cuantil para admisión de 'outliers' (5% → 10%)

Admite distintas edades de diseño

Diferente categorización de clases resistentes de hormigón

Modos de producción de hormigón: Modo 1 y 2 **CERTIFICACIÓN**

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

✓ **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. Modificación de clases resistentes**

CIRSOC 201:1982

Clase del hormigón		Resistencia especificada σ'_{bk} (28 días)	Aplicación
H-I	H-4	4	H°S°
	H-8	8	
	H-13	13	H°S° y H°A°
	H-17	17	
H-II	H-21	21	H°S°, H°A° y H°P°
	H-30	30	
	H-38	38	
	H-47	47	

CIRSOC 201:2005

Clase del hormigón	Resistencia especificada f'_c (e.diseño)	Aplicación
H-15	15	H°S°
H-20	20	H°S° y H°A°
H-25	25	H°S°, H°A° y H°P°
H-30	30	
H-35	35	
H-40	40	
H-45	45	
H-50	50	
H-60	60	

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

- ✓ **Criterios de conformidad**, adicionales a criterios de producción
- ✓ **Madurez**: incorporación como criterio válido
- ✓ Actualización del marco normativo de referencia para la aplicación de controles de aptitud y caracterización de materias primas y hormigones
- ✓ **Nuevo enfoque en el cálculo estructural, basado en ACI 318**

MATERIALES

AGUA

✓ Según IRAM 1601. Modificaciones 2012

CEMENTOS Y ADICIONES

✓ Según IRAM 50000/50001 (Cemento) + IRAM 1593, 1667, 1668 (Adiciones)

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

AGREGADOS

- Comprende agregados de peso normal (No: agregados pesados, livianos, subproductos industriales)
- Se admite uso de agregados que no cumplan con prescripciones, si existen evidencias que demuestren, en condiciones reales de servicio, su adecuado desempeño
- Arenas de trituración: hasta 30%. Excepciones
- Límites granulométricos para mezclas de agregados
- TMA: limitaciones. Excepciones
- Sustancias de acción perjudicial

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

DURABILIDAD

- Diseño por **durabilidad** predomina frente al diseño por **resistencia**
- Actualización de requisitos respecto a la versión anterior del Reglamento
- **Criterios prescriptivos** a partir de **ambientes agresivos tipificados** en CIRSOC 201:2005
- **Prescinde** de fijar **CUC mínimos por cada caso de exposición**, sino a/c máxima y $f'_{c.mín}$.
- Genérico, para todos los casos: HS: 200 kg/m^3; HA: 280 kg/m^3 (Excepción, ASR)
- Aire intencionalmente incorporado: sólo es prescriptivo para ciclos de **congelamiento y deshielo**
- Absorción capilar (IRAM 1871) y penetración de agua a presión (IRAM 1554): aplicables en casos de condiciones de servicio previstas

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

DURABILIDAD. **Designación de grados de ataque tipificados**

1	2	3	4	5	6
				EXPOSICIÓN	
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde se pueden dar las clases de exposición
A 1	No agresiva		Ninguno	• Interiores de edificios no sometidos a condensaciones • Elementos exteriores de edificios, revestidos • Hormigón masivo interior • Estructuras en ambientes rurales y climas desérticos, con precipitación media anual < 250 mm.	• Interiores de edificios protegidos de la intemperie • Columnas y vigas exteriores revestidas con materiales cerámicos o materiales que demoran la difusión del CO_2. • Elementos estructurales de hormigón masivo que no están en contacto con el medio ambiente. Parte interior de los mismos.
A 2	Ambiente Normal	Temperatura moderada y fría, sin congelación. Humedad alta y media o con ciclos de mojado y secado	Corrosión por carbonatación	• Interiores de edificios expuestos al aire con HR ≥ 65 % o a condensaciones • Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual < 1.000 mm. • Elementos enterrados en suelos húmedos o sumergidos	• Sótanos no ventilados • Fundaciones • Tableros y pilas de puentes • Elementos de hormigón en cubiertas de edificios • Exteriores de edificios. • Interiores de edificios con humedad del aire alta o media • Pavimentos • Losas para estacionamientos
A 3	Clima cálido y húmedo		Corrosión por carbonatación	• Exteriores expuestos a lluvias con precipitación media anual ≥ 1.000 mm • Temperatura media mensual durante más de 3 meses al año ≥ 25° C.	

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

DURABILIDAD. Designación de grados de ataque tipificados (2)

1	2	3	4	5	6
				EXPOSICIÓN	
Desig.	Clase	Subclase	Tipo de proceso	Descripción del medio ambiente	Ejemplos ilustrativos de estructuras donde se pueden dar las clases de exposición
C L	Húmedo o sumergido, con cloruros de origen diferente del medio marino		Corrosión por cloruros	• Superficies de hormigón expuestas al rociado o la fluctuación del nivel de agua con cloruros • Hormigón expuesto a aguas naturales contaminadas por desagües industriales	• Piletas de natación sin revestir. • Fundaciones en contacto con aguas subterráneas • Cisternas en plantas potabilizadoras • Elementos de puentes
M 1	Marino	Al aire	Corrosión por cloruros	• A más de 1 km. de la línea de marea alta y contacto eventual con aire saturado de sales.	• Construcciones alejadas de la costa pero en la zona de influencia de los vientos cargados de sales marinas (*).
M 2		Al aire	Corrosión por cloruros	• A menos de 1 km. de la línea de marea alta y contacto permanente o frecuente con aire saturado con sales	• Construcciones próximas a la costa.
		Sumergidos	Corrosión por cloruros	• Sumergidos en agua de mar, por debajo del nivel mínimo de mareas.	• Estructuras de defensas costeras • Fundaciones y elementos sumergidos de puentes y edificios en el mar
M 3		Sumergidos	Corrosión por cloruros	• En la zona de fluctuación de mareas o expuesto a salpicaduras del mar	• Estructuras de defensas costeras, fundaciones y elementos de puentes y edificios

(*) La distancia máxima depende de la dirección de los vientos predominantes. Cuando ellos provengan del mar, como ocurre en la mayor parte del litoral de la Provincia de Buenos Aires, esta zona está entre 1 km y 10 km. En la mayor parte de la Patagonia esta zona es inexistente. El Director del Proyecto deberá acotar los límites de aplicación de esta zona de agresividad.

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

DURABILIDAD. Grados de ataque por contacto de agua agresivas

Grado de ataque	Sulfatos solubles (SO_4^{2-}) (1)	Magnesio (Mg^{2+}) (2)	pH (3)	Disolución de cal por ataque con ácido carbónico (CO_2^{2-}) (4)	Amonio (NH_4^+) (5)
	mg/litro	mg/litro	-----	mg/litro	mg/litro
Moderado	150 a 1.500	300 a 1.000	6,5 a 5,5	15 a 40	15 a 30
Fuerte	1.500 a 10.000	1.000 a 3.000	5,5 a 4,5	40 a 100	30 a 60
Muy fuerte	Mayor de 10.000	Mayor de 3.000	Menor de 4,5	Mayor de 100	Mayor de 60
(1); (2) ;(3)y (5)	Se determinarán con el método especificado en la norma IRAM 1872:2004.				
(4)	Se determinarán con el método especificado en la norma IRAM 1708:1998.				

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

DURABILIDAD. Grados de ataque por contacto de suelos agresivos

Grado de ataque	Sulfatos solubles (SO_4^{2-}) (1)	Grado de acidez Baumann – Gully Modificado (2)
	% en masa	N°
Moderado	0,10 a 0,20	Mayor de 20
Fuerte	0,20 a 2,00	-----
Muy fuerte	Mayor de 2,00	------

(1) Se determinará con el método especificado en la norma IRAM 1873:2004.

(2) Se determinará con el método especificado en la norma IRAM 1707-1:1998

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

DURABILIDAD. Requisitos según grado de ataque

Requisitos	Tipos de exposición de las estructuras, de acuerdo con la clasificación de las Tablas 2.1. y 2.2. y sus complementarias 2.3. y 2.4.									
	A 1	A 2	A 3 y M 1	C L y M 2	M 3	C 1 (2)	C 2 (2)	Q 1	Q 2	Q 3 (3)
a) Razón **a/c** máxima (1)										
Hormigón simple	----	----	----	0,45	0,45	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
Hormigón armado	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	0,45	0,40	0,50	0, 45	0,40
Hormigón pretensado	0,60	0,50	0,50	0,45	0,40	0,45	0,40	0,50	0,45	0,40
b) $f'_{c\,mín}$ (MPa)										
Hormigón simple	----	----	----	30	35	30	35	30	35	40
Hormigón armado	20	25	30	35	40	30	35	30	35	40
Hormigón pretensado	25	30	35	40	45	30	35	35	40	45
Penetración de agua o succión capilar según 2.2.11.	no	si	si	si	si	si	si	si	si	si

(1) Cuando se use cemento pórtland más una o varias adiciones minerales activas incorporadas directamente en planta elaboradora, se podrá reemplazar la **razón agua/cemento (a/c)**, por la **razón agua/ material cementicio [a/(c+x)]**, que tenga en cuenta la suma del cemento pórtland **(c)** y la cantidad de la adición mineral **(x)**, cuando se trate de puzolanas según norma IRAM 1668:1968 o de escorias según norma IRAM 1667:1990.

(2) Debe incorporarse intencionalmente aire, en la cantidad requerida en la Tabla 5.3..

(3) Cuando corresponda se debe proteger a la estructura según 2.2.5.2.c3 ó 2.2.10.3.

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

DURABILIDAD. Requisitos al contenido Cl^- según tipo de hormigón

Hormigón	Condición de exposición en servicio	Contenidos máximos de ión cloruro (Cl^-) en el hormigón endurecido (IRAM 1857) % en masa del cemento
Sin armar	Cualquier condición	1,20
Armado, con curado normal	Medio ambiente con cloruros	0,15
	Medio ambiente sin cloruros	0,30
Armado, con curado a vapor	Cualquier condición	0,10
Pretensado	Cualquier condición	0,06

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Cambios de enfoque

CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN

↓

✓ Conjunto de prácticas llevadas a cabo con el objeto de **establecer la conformidad del producto**, de acuerdo con criterios técnicos de aceptación o rechazo del mismo.

✓ Control sobre los hormigones colados en obra, en base al establecimiento de **unidades de control** o **lotes**.

✓ A cargo del **productor** del hormigón (CONTROL DE PRODUCCIÓN) y su **consumidor** (CONTROL DE RECEPCIÓN)

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

¿Qué aspectos resultan relevantes para la evaluación del hormigón ?

ESTADO FRESCO

- ✓ Trabajabilidad – **Consistencia**
- ✓ Segregación
- ✓ Exudación
- ✓ Contenido de aire
- ✓ Tiempo de fraguado
- ✓ Peso de unidad de volumen

ESTADO ENDURECIDO

- ✓ Capacidad resistente (**Compresión**, flexión, tracción, E,…)
- ✓ Durabilidad
- ✓ Impermeabilidad
- ✓ Deformabilidad bajo cargas
- ✓ Estabilidad volumétrica

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

CONTROL DE CONFORMIDAD DEL HORMIGÓN FRESCO

Se establecen en base a características o parámetros indicativos de la aptitud y/o desempeño del hormigón bajo ciertas condiciones

CIRSOC 201:1982

- ✓ Consistencia (4 intervalos)
- ✓ Temperatura
- ✓ Contenido de aire

CIRSOC 201:2005

- ✓ Consistencia (6 intervalos)
- ✓ Temperatura
- ✓ Contenido de aire
- ✓ PUV
- ✓ CUC y relación a/c
- ✓ Material pulverulento IRAM 300 µm
- ✓ Exudación
- ✓ Homogeneidad (IRAM 1876)

- ✓ Información referente a materiales componentes (Agregados, aditivos, adiciones, cemento,

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

CONTROL DE CONFORMIDAD DEL HORMIGÓN FRESCO. Frecuencias de control

CIRSOC 201:1982 → **CIRSOC 201:2005**

- ✓ Al iniciar al operaciones de hormigonado
- ✓ Luego, al menos, 2 veces por día
- ✓ Cada vez que se moldeen probetas para control de recepción del H°

+ Observaciones visuales en la continuidad del proceso de hormigonado

- ✓ Al iniciar al operaciones de hormigonado
- ✓ En los 5 primeros pastones del día
- ✓ Cada 2 h, luego de la última determinación
- ✓ Cada vez que se moldeen probetas para control de recepción del H°
- ✓ Después de un resultado no conforme, en los 3 pastones consecutivos siguientes

+ Observaciones visuales en la continuidad del proceso de hormigonado

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

CONTROL DE CONFORMIDAD DEL HORMIGÓN ENDURECIDO.
Resistencia

Lotes **Modo 1**

- **Dimensión de lotes** ≤ 2 veces el indicado en la tabla siguiente, si el número de lotes es ≥ 3 y todos los lotes son conformes

- Si algún lote no resulta conforme, se aplican volúmenes de la tabla. Se aumenta el tamaño del lote sólo si 4 consecutivos resultan conformes.

- Si las dimensiones de los elementos estructurales ≥ 2 veces los límites de la tabla siguiente, se puede considerar un único lote si:

  * Son hormigonados en una jornada continua (con interrupciones < 3 horas)
  * Si se utiliza un mismo hormigón con los mismos materiales

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

Dimensiones máximas de lotes, en MODO 2 de producción

Elementos a compresión	Elementos a flexión	Estructuras macizas	Límite superior
Volumen de H°	100 m^3	100 m^3	100 m^3
N° Pastones	50	50	100
Superficie construida	500 m^2	1000 m^2	---
N° Plantas	2	2	---

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

NRO DE MUESTRAS A EXTRAER. Comparación entre versiones del Reglamento 1982 y 2005

CIRSOC 201:1982 → **CIRSOC 201:2005**

El **mayor** entre los siguientes:

✓ 3 muestras por planta en elevación o subsuelo

✓ *Hº in situ*: 1 muestra cada 100 m^3 (H-I), 200 m^3 (H-I, masivo) o 75 m^3 (H-II, c/caract especiales)

✓ HºEº: según IRAM 1666, por nro de pastones

Fija control sobre probetas de 150 x 300 mm

El **mayor** entre los siguientes:

✓ 5 muestras por lote

✓ 3 muestras por planta

✓ Dentro de un lote de > tamaño, 1 muestra c/100 m^3 y no menos de 5

Probetas de 150 x 300 mm o 100 x 200 mm (sin aplicación de factores de corrección)

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Certificación

CERTIFICACIÓN

Procedimiento por el cual una tercera parte asegura, por escrito, que un producto, proceso y servicio cumple con los requisitos especificados

CALIDAD

Grado en el que un conjunto de características inherentes a un producto cumplen con los requisitos establecidos en forma implícita u obligatoria, con orientación a la satisfacción del cliente.

Control de recepción del hormigón
CIRSOC 201:2005

Se establecen **dos modos de control de conformidad** a ser aplicados a diferentes modos de producción y puesta en obra del hormigón.

Modo 1. El hormigón es producido en una planta, dentro o fuera de la obra, que opera con un **sistema de calidad certificado por un organismo acreditado por el OAA** quien acredita que el sistema de calidad, sus actividades y los hormigones producidos cumplen con los requisitos establecidos en el Reglamento CIRSOC 201.

El Director de Obra tiene acceso al control de producción y sus registros.

Modo 2. El hormigón es producido en condiciones que no satisfacen los requisitos establecidos para el Modo 1.

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Certificación de plantas. Su importancia

- El hormigón es una **manufactura**, con propiedades diferenciadas inherentes a su **estado**
- Material de **características variables** altamente incidentes en el desempeño final de la estructura
- Dependencia en la calidad y uniformidad del producto respecto a los procesos productivos y control
- Los materiales adecuados…. en las proporciones correctas
- El **mantenimiento y buen uso del equipamiento** condicionan el éxito del proceso y el producto obtenido a través de él
- **Puede ser exigible** por condiciones del mercado, legales/normativas, y/o reglamentarias

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Certificación de plantas en MODO 1

- ✓ **Certificación de proceso** (≠ producto)
- ✓ Certificación **por planta**, **intransferible**
- ✓ Certificación **no sustituye responsabilidades de la legislación** nacional, provincial o municipal aplicables

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Certificación de plantas en MODO 1

Condiciones en que opera la Planta elaboradora bajo MODO 1

El **control de recepción de los materiales** y su verificación, periódicos

Elaboración continua del hormigón

Acopio de materiales para una producción mínima de **2 días**

Medición en masa. Registro continuo de pesadas y verificación periódica de los equipos de pesado y de las mezcladoras

Dosificación racional con corrección por humedad

Registros del control de producción del hormigón suministrado disponibles por la Dirección, con acceso a la planta y a todos los registros de calidad

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Certificación de plantas en MODO 1

Condiciones en que opera la Planta elaboradora bajo MODO 1 (2)

Muestreo periódico del hormigón y **seguimiento de las propiedades** en estado fresco y endurecido a la edad de diseño y a una edad anterior para correlacionar

Utilización de **tablas y gráficos de control** para detección de variación de tendencias

Cálculo periódico de la $\mathbf{f'_{ck}}$ y $\mathbf{s_n}$

Control de producción **estadístico**

Determinación de la **resistencia media, desviación y** $\mathbf{f'_{ck}}$ con un mínimo de 30 resultados

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Certificación de plantas en MODO 1

CONTROL DE PRODUCCIÓN en Modo 1

Importante: cuando la planta esté instalada en el recinto de la obra, la supervisión del Director de Obra es equivalente a la certificación del sistema

Resultados del **control de producción** de la planta**:** deben demostrar que la media aritmética de los resultados de ensayos del tipo de H° del lote sea:

$$f'_{cm} \geq f'_{ck} + 1{,}28\ S_n$$

s_n: desviación estándar de un período > 3 meses anterior al que se evalúa. Se puede aplicar al período subsiguiente si el valor móvil de los últimos 15 ensayos se mantiene entre

$$0.63\ S_n - 1.37\ S_n$$

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

CONTROL DE RECEPCIÓN / CONFORMIDAD. Versiones 1982 vs 2005

CIRSOC 201:1982 → **CIRSOC 201:2005**

Para seis o más pastones

a) $\sigma'_{bm3} \geq \sigma'_{bk} + \Delta\sigma'_b$

$\Delta\sigma'_b$ = 3 MPa (H-4); 4 MPa (H-8); 4,5 MPa (H-13 y 17); 5 MPa (H-21 a 47)

ó

b) $\sigma'_{bi} \geq 0{,}85 \cdot \sigma'_{bk}$

Para menos de 6 pastones (ctrol x pastón)

σ'_{bm} : debe satisfacer el menor valor entre:

a) $\sigma'_{bm} \geq \sigma'_{bk} + 2$ MPa

ó

b) $\sigma'_{bm} \geq 1.10\ \sigma'_{bk}$

a) Resistencia media móvil

MODO 1 $f'_{cm3} \geq f'_{ck}$

MODO 2 $f'_{cm3} \geq f'_{ck} + 5$ MPa

b) Resultados individuales

MODO 1 $f'_{ci} \geq f'_{ck} - 3.5$ MPa

MODO 2 $f'_{ci} \geq f'_{ck}$

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Ejemplo de aplicación

Caso

- **Clase especificada de hormigón: H25**
- **Cada muestra de ensayo se compone de 2 prob. de 15 x 30 cm**

Ningún resultado fuera de ± 15% f'_{cm}

- **Resultados de seis muestras a evaluar**

	MODO 1	MODO 2
CONDICIÓN 1:	f'_{cm3} > 25.0 MPa	f'_{cm3} > 30.0 MPa
CONDICIÓN 2:	f'_{ci} > 21.5 MPa	f'_{ci} > 25.0 MPa

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

Ejemplo de aplicación para control de resistencia del hormigón

Evaluación resultados de probetas en series individuales (±15%)

Identificación	Fecha de Moldeo	Clase	Edad [días]	σ_c [MPa]	Dif.	σ_{bki} [MPa]	0.15 x σ_{bki}	¿Dif < '0.15xσ_{bki}'?
2	02/03/09	H25	28	32.4	0.3	32.5	4.9	0.3 < 4.9 CUMPLE
3	02/03/09	H25	28	32.7				
5	02/03/09	H25	28	23.0	2.4	24.2	3.6	2.4 < 3.6 CUMPLE
6	02/03/09	H25	28	25.4				
8	02/03/09	H25	28	36.9	2.1	35.8	5.4	2.1 < 5.4 CUMPLE
9	02/03/09	H25	28	34.8				
2	26/03/09	H25	28	26,3	0.8	25.9	3.9	0.8 < 3.9 CUMPLE
3	26/03/09	H25	28	25,5				
5	26/03/09	H25	28	30,0	2.9	31.5	4.7	2.9 < 4.7 CUMPLE
6	26/03/09	H25	28	32,9				
8	26/03/09	H25	28	30,8	1.2	31.4	4.7	1.2 < 4.7 CUMPLE
9	26/03/09	H25	28	32,0				

Nuevo Reglamento CIRSOC 201:2005

Control de Calidad

Ejemplo de aplicación para control de resistencia del hormigón

Evaluación resistencia media móvil

Identif	Fecha de Moldeo	Clase	Edad [días]	σ_c [MPa]	Recepción MODO 1		Recepción MODO 2	
					COND. 1	COND. 2	COND. 1	COND. 2
2	02/03/09	H25	28	32.4	---	32.5 > 21.5	---	32.5 > 25.0
3	02/03/09	H25	28	32.7				
5	02/03/09	H25	28	23.0		24.2 > 21.5		24.2 < 25.0
6	02/03/09	H25	28	25.4				
8	02/03/09	H25	28	36.9	30.8 > 25.0	35.8 > 21.5	30.8 > 30.0	35.8 > 25.0
9	02/03/09	H25	28	34.8				
2	26/03/09	H25	28	26,3	28.6 > 25.0	25.9 > 21.5	28.6 < 30.0	25.9 > 25.0
3	26/03/09	H25	28	25,5				
5	26/03/09	H25	28	30,0	31,0 > 25.0	31.5 > 21.5	31,0 > 30.0	31.5 > 25.0
6	26/03/09	H25	28	32,9				
8	26/03/09	H25	28	30,8	29,6 > 25.0	31.4 > 21.5	29,6 < 30.0	31.4 > 25.0
9	26/03/09	H25	28	32,0				

CUMPLE EN MODO 1 **NO CUMPLE EN MODO 2**

San Martín 1137 | 1° Piso | Ciudad Autónoma de Buenos Aires | Argentina
Teléfono: (+54 11) 4576 7695 / 7690 | www.icpa.org.ar | matias.polzinetti@icpa.org.ar
Ushuaia, 1 de Julio de 2015