



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

ALUMNO: FRAU, Facundo Agustín

LEGAJO: 09874

CARRERA: Ingeniería Civil

PROYECTO: Seguimiento y control de calidad de hormigón.

EMPRESA O INSTITUCIÓN: Control y desarrollo de hormigones

TUTOR DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN: Ing. Maximiliano
Segerer

PERIODO DE PRÁCTICA: Agosto a diciembre

AÑO: 2016

Índice

1. Introducción	3
2. Objetivos	4
3. Desarrollo.....	5
3.1. Organización de la empresa	5
3.1.1. Nombre y ubicación de la empresa	5
3.1.2. Personal y tutor en la empresa	5
3.1.3. Actividades que desarrollan	6
3.1.4. Equipamiento disponible.....	7
3.2. Tareas desarrolladas por el alumno:.....	8
3.2.1. Tarea o función principal asignada.	8
3.3. Principales actividades desarrolladas	9
3.3.1. Hormigón Fresco.....	12
3.3.2. Hormigón Endurecido.....	16
3.3.3. Ensayo sobre los materiales constituyentes.	21
4. Conclusiones	24
5. Comentarios personales	25
6. Bibliografía consultada.	26

1. Introducción

El objetivo del presente informe es describir las principales actividades desarrolladas por el alumno durante la realización de la Práctica Profesional Supervisada, asignatura correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, UNCuyo. La misma fue llevada a cabo desde agosto a noviembre de 2016 en la empresa “Control y desarrollo de hormigones S.A.” cuyo presidente es el Ing. Maximiliano Segerer.

La práctica profesional consistió principalmente en aplicar en el ámbito profesional las distintas competencias y habilidades adquiridas durante el cursado en la Facultad de Ingeniería. Es importante destacar que en la empresa referida se utilizaron competencias específicas de la materia “Tecnología del hormigón” y de “Materiales de construcción” para redactar y llevar a cabo las tareas asignadas. También fue de suma importancia el conocimiento de redacción de informes técnicos aprendidos a lo largo de la mayoría de las asignaturas.

El informe está dividido en dos secciones principales, en primer lugar se destaca la organización de la empresa: qué servicios ofrecen, personal a cargo y el equipamiento que poseen. En segundo lugar se encuentra la tarea realizada y asignada al alumno: reconocimiento del software utilizado, carga de información de empresas al mismo, y redacción de informes de seguimiento de cada empresa (se incluye una descripción de los ítems considerados).

2. Objetivos

Como objetivo de la actividad desarrollada podemos mencionar que se buscó vincular al alumno con un área importante de la Ingeniería Civil (control de calidad del hormigón). También se orientó a tomar contacto con una empresa privada del medio local que ofrezca servicios relacionados con la ingeniería para observar la aplicación profesional de los conocimientos incorporados a lo largo de la carrera.

En el ámbito personal se observa la posibilidad de las prácticas profesionales como una gran oportunidad de crecimiento personal, al interactuar con el ambiente laboral de forma directa y con los distintos actores que conforman la actividad profesional y comercial.

Otro objetivo está relacionado con poder comprobar por uno mismo la formación que nos ha brindado la Universidad a lo largo de la carrera y ver si nos permite desempeñarnos satisfactoriamente en tareas concretas del ámbito profesional.

3.1.3. Actividades que desarrollan

La empresa cuenta con una amplia variedad de servicios siempre relacionados con el control de calidad de hormigón y los materiales utilizados para ello. En primer lugar se realizan ensayos sobre materiales constituyentes del hormigón (agregados, agua, aditivos y cemento) entre los que se pueden destacar:

- Granulometría.
- Densidad de agregados.
- Absorción y humedad.
- Contenido de sales.
- Tiempo de fragüe y resistencia del cemento.
- Ensayos de aditivos y su influencia en morteros u hormigones.

Se realizan también ensayos sobre hormigón en estado fresco y endurecido entre los que se encuentran:

- Ensayo de asentamiento.
- Contenido de aire (incorporado mediante aditivos o natural)
- Peso unitario del hormigón.
- Control de temperatura.
- Moldeo de pastones de prueba para dosificaciones.
- Ensayo de probetas confeccionadas en obra: Cilíndricas a compresión (10x20cm y 15x30cm) y prismáticas a flexión.
- Extracción y ensayo de testigos.
- Esclerometría
- Almacenamiento y curado de probetas de hormigón para su posterior ensayo.

Otro aspecto importante entre los servicios que ofrece, se cuenta con un equipo de calibración y certificación de instrumental de laboratorio. Se realizan calibraciones de balanzas, tamices, aros dinamométricos y prensas, mediante este servicio se trabaja con empresas de todo el país.

Por último la empresa provee un software propio utilizado a través de una aplicación en internet que permite realizar a las plantas elaboradoras de hormigón y empresas constructoras un seguimiento de todo lo relacionado al hormigón. Permite cargar datos de materiales, ensayos sobre hormigón fresco y endurecido. Posee un análisis estadístico de cada una de las variables para poder realizar un mejoramiento de la calidad o disminución de los costos.

3.1.4. Equipamiento disponible.

La empresa en su ubicación actual dispone de equipamiento propio que le permite realizar lo mencionado anteriormente sin recurrir a terceros. A continuación se muestran algunas imágenes del lugar.



Figura 2 – A la izquierda: Muestra de agregados y moldes para probetas. A la derecha: Prensa utilizada para ensayos de hormigón.



Figura 3 – A la izquierda: Pileta utilizada para el curado y almacenamiento de las distintas probetas. A la derecha: se observa equipamiento para los distintos ensayos realizados.

3.2. Tareas desarrolladas por el alumno:

3.2.1. Tarea o función principal asignada.

La función principal asignada fue la de realizar el seguimiento y actualización de los perfiles en el software AutoCDH de las distintas plantas elaboradoras de hormigón del país entre las que podemos mencionar: Incoser (Córdoba), Palumbo y Premix (Mendoza), Horpas (San Luis) y Hormigonera del interior (Río Negro).

El objetivo de esta tarea fue confeccionar informes periódicos con el estado actual de cada una de las empresas, destacando los aspectos positivos y negativos de los ensayos realizados y cargados. También se controlaba el cumplimiento de los criterios de calidad propuestos y establecidos con anterioridad.

Si bien el tutor a cargo fue el Ing. Maximiliano Segerer encargado de la corrección y revisión de los informes también se incorporó también el acompañamiento del Ing. Jorge Tonelli en la confección de los primeros informes y de la supervisión de uso del software AutoCDH.

3.3. Principales actividades desarrolladas

Al comenzar, la primera actividad fue el reconocimiento y aprendizaje del software AutoCDH. Este programa es utilizado para llevar un control de los datos de los materiales (agregados, agua, cemento y aditivos) y de los distintos ensayos realizados (sobre materiales, hormigón fresco y endurecido).

Luego se realizó la carga de los datos de los ensayos correspondientes a la empresa Premix S.A. al sistema. Se disponían datos de: muestras de hormigón, asentamiento, dosificación, temperatura y resistencia a 7 y 28 días. La información disponible pertenecía al período enero a agosto de 2016. Con estos datos se realizó un informe del rendimiento y calidad de la empresa.

A continuación se ejemplifica mediante capturas de pantalla del software el proceso de carga de una muestra de hormigón. En la Figura 4 se observa un ejemplo de las muestras aportadas por la empresa.

probeta	días	fecha	rotura	h tipo	obra	remito	aditivo	Asent.	Temp.°	N° Planta	Agua ex	Cantidad	f (cm)	h (cm)	Rotura (tn)	(Mpa)
B352	28	11-jul	08-ago	26,5	OBRA 1	63353	MIRA 313	7	23	PLANTA 1	120	7m3	10	20	37,6	47,9
B353	28	11-jul	08-ago	26,5	OBRA 1	63353	MIRA 313	7	23	PLANTA 1	120	7m3	10	20	37	47,1
B361	7	11-jul	18-jul	22,5	OBRA 2	63355	SIN ADITIVO	13	20	PLANTA 2	90	7m3	10	20	19,7	25,1
B362	28	11-jul	08-ago	22,5	OBRA 2	63355	SIN ADITIVO	13	20	PLANTA 2	90	7m3	10	20	24,9	31,7
B363	28	11-jul	08-ago	22,5	OBRA 2	63355	SIN ADITIVO	13	20	PLANTA 2	90	7m3	10	20	24,2	30,8
B371	7	12-jul	19-jul	26,5	OBRA 3	63399	SIN ADITIVO	14	14,5	PLANTA 2	220	7m3	10	20	18,3	23,3
B372	28	12-jul	09-ago	26,5	OBRA 3	63399	SIN ADITIVO	14	14,5	PLANTA 2	220	7m3	10	20	23,8	30,3
B373	28	12-jul	09-ago	26,5	OBRA 3	63399	SIN ADITIVO	14	14,5	PLANTA 2	220	7m3	10	20	23,8	30,3
B381	7	12-jul	19-jul	22,5	OBRA 4	6571	MIRA 313	8	15	PLANTA 1	70	7m3	10	20	24,5	31,2
B382	28	12-jul	09-ago	22,5	OBRA 4	6571	MIRA 313	8	15,0	PLANTA 1	70	7m3	10	20	35	44,6
B383	28	12-jul	09-ago	22,5	OBRA 4	6571	MIRA 313	8	15,0	PLANTA 1	70	7m3	10	20	35	44,6

Figura 4 – Ejemplo de muestras aportadas por la empresa Premix.

Con esta información se ingresa al software AutoCDH y agregamos los datos iniciales de la muestra. Esto se puede observar en la Figura 5:

EDITAR DATOS DEL MUESTREO

Denominación de la muestra
Muestra 1

Planta
Paso del Rey

Responsable
Adriana Alvarez

Moldeo
Planta

Fecha y hora
31/01/2017 11:00

Temperatura ambiente: 21 °C
Humedad relativa: 15 %

DATOS DEL CLIENTE Y VIAJE

Cliente: Cliente ejemplo

Obra: Obra ejemplo

Camión: Camión ejemplo

Número de remito: 1234
Volumen: 7 m³

Carga sobre sobrante

GUARDAR

Figura 5 – Datos iniciales del muestreo

Se continúa con los datos de la dosificación correspondiente, primero se define la categoría resistente (en este ejemplo es un hormigón H – 30) y luego se introducen los restantes parámetros: cantidad de agregados, cemento, agua, adiciones y aditivos. Se observa el asentamiento de diseño, si será bombeado o colocado por canaleta y el tamaño máximo del agregado, como se observa en la Figura 6.

TIPO DE HORMIGÓN

Codificación interna de dosificación: 110

Tipo de hormigón: H 30

Tipo de descarga: Canaleta

Tamaño máximo del agregado: 26,5

Asentamiento de diseño: 8 cm

Aditivo: Por favor seleccione...

DOSIFICACIÓN TEÓRICA

Material	Cantidad	Unidad
Agua	130	l/m³
Reductor de agua	1,84	kg/m³
Aglomerante CPC 50	264	kg/m³
Aglomerante Cenizas volantes	46	kg/m³
Arena Arena Fina 1.8	603	kg/m³
Arena Arena granítica 0.6	258	kg/m³
Agregado grueso PP 6/20	1022	kg/m³

Figura 6 – Pantalla de carga de datos de dosificación

Por último (ver figura 7) se agregan los resultados de los ensayos medidos sobre el hormigón fresco: Asentamiento, temperatura, contenido de aire, peso unitario. Se indica cuántas probetas se moldearon y a qué edad deben ensayarse, el sistema permite elegir las dimensiones de la probeta entre 15x30cm o 10x20cm.

ENSAYOS Y PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO VOLVER

GUARDAR ENSAYO

Asentamiento medido
 12 cm Extendido (HAC)

MOLDEO DE PROBETAS

Designación
 Muestra 1

Cantidad de probetas
 3 probetas (1 a 7 y 2 a 28 días)

Tipo de probeta Normalizado

Tipo de curado
 Normalizado

Temperatura del hormigón fresco
 25 °C

OTROS ENSAYOS DE HORMIGÓN FRESCO

Contenido de aire % **Peso unitario** 2321 kg/m³

Tiempo inicial fragüe

Otros ensayos previstos sobre el hormigón endurecido
 No

Figura 7 – Datos de los ensayos realizados sobre hormigón fresco y a realizar sobre probetas.

Una vez finalizada la carga de información de Premix S.A., se continuó con la confección de informes de seguimiento de distintas empresas a lo largo de las prácticas, analizando mediante el software mencionado los datos de cada una de ellas. Como destacaremos luego se tuvo en cuenta criterios de control de calidad establecidos por las normas IRAM (IRAM 1986) y el reglamento CIRSOC 201 (2005).

Es importante destacar que se trabajó con la obra del Aeropuerto de la Ciudad de Mendoza se realizaron informes de seguimiento a la empresa Helpport, encargada de proveer los hormigones.

En cada uno de los informes se analizaron los siguientes ítems:

1. Hormigón Fresco
 - a. Número de muestras y tipo de muestreo.
 - b. Control de asentamientos a salida de planta.
 - c. Control y variabilidad de temperaturas.
 - d. Peso unitario.

2. Hormigón Endurecido
 - a. Resistencia a 3 días.
 - b. Resistencia a 7 días.

- c. Criterios de media móvil y resistencia individual de cada categoría resistente.
- d. Gráficos tipo CUSUM de cada categoría resistente.
- e. Eficiencia del cemento de cada categoría resistente.
- f. Evolución de resistencia para el cemento utilizado.

3. Ensayo sobre los materiales constituyentes

- a. Módulo de finura de agregados.
- b. Contenido de humedad de los agregados.
- c. Contenido de finos (material que pasa el tamiz #200).

A continuación se presenta un ejemplo de cada uno de los ítems analizados, con los comentarios respectivos. Además se incluye como anexo un informe completo de una empresa.

3.3.1. Hormigón Fresco.

- a. Número de muestras y tipo de muestreo.

En el período que abarca el presente informe se tomaron 110 muestras de hormigón para caracterizar el hormigón en estado fresco y endurecido.

Estimando una producción mensual de 3.500 m³, en el periodo de 3 meses analizado, se corresponde con 1 muestra cada 95 m³. Se recomienda aumentar la frecuencia de muestreo, para al menos realizar un muestreo cada 75 m³, que corresponde a una muestra cada 10 a 11 viajes.

En el recuadro anterior se observa un ejemplo de cómo se obtiene la información del software y cómo se realiza la sugerencia de mejora a la empresa que contrata los servicios.

- b. Control de asentamientos.

En este apartado se analizan a través de gráficos los asentamientos medidos mediante el cono de Abrams en cada una de las muestras obtenidas en la planta, agrupados por

categorías. Generalmente las plantas poseen entre 3 y 4 asentamientos de diseño que los clientes pueden elegir, con los cuales se envían los camiones a las obras. Una vez llegado a destino se puede aumentar con fluidificantes hasta llegar a la consistencia deseada.

En la siguiente Figura 8 se observa un ejemplo de gráfico, perteneciente a la categoría de “Asentamiento 8 cm”. En el mismo se puede apreciar la variabilidad a lo largo del período analizado, los valores extremos recomendados por la norma IRAM, el promedio y la desviación estándar. Con estos resultados se pueden hacer recomendaciones acerca del funcionamiento de la planta y hacer inferencias acerca del contenido de agua agregada.



Promedio: **8.2 cm**

Desviación estándar (s): **1.2 cm**

Figura 8 – Gráfico de asentamientos para un valor de diseño de 8cm

c. Control y variabilidad de temperaturas.

En este ítem se analiza la variabilidad de temperaturas del hormigón fresco a lo largo del año o del período requerido, se observan valores extremos o fuera de lo recomendable. También es utilizado en caso de medir temperatura ambiente para realizar una correlación y poder tomar medidas de precaución en los momentos críticos.

La Figura 9 muestra la variación de las temperaturas respecto del tiempo, se puede observar cómo se relaciona la temperatura ambiente mensual con la temperatura del hormigón fresco, siendo menor en los meses de invierno y mayor en verano.

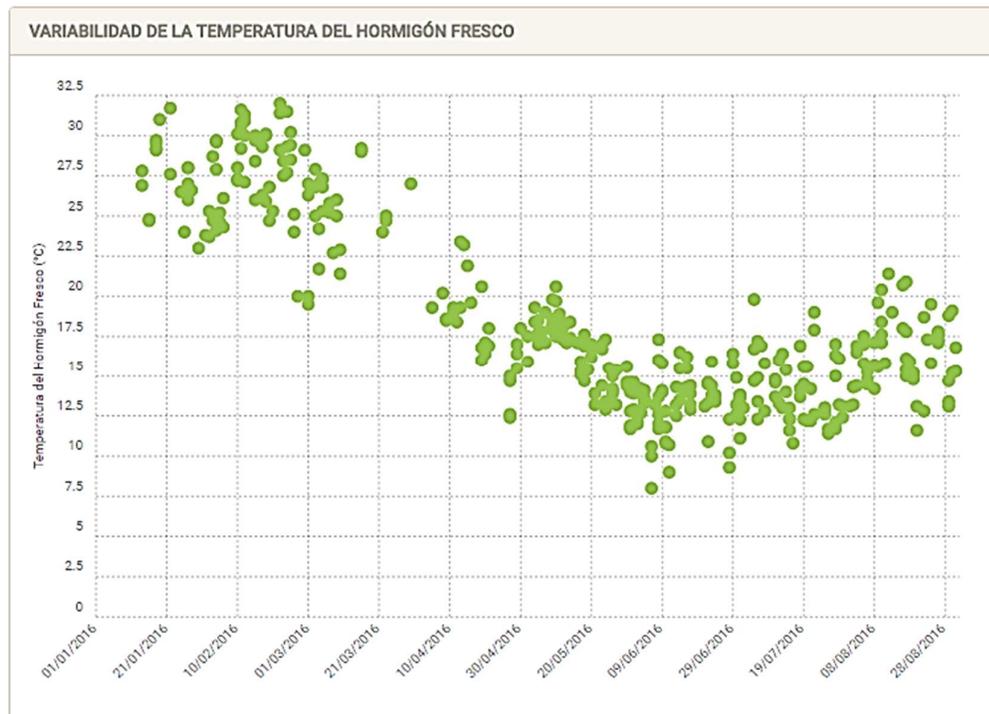


Figura 9 – Gráfico de temperaturas del hormigón fresco respecto del tiempo.

En la Figura 10 se grafican en ordenadas las temperaturas del hormigón fresco y en abscisas la temperatura ambiente, de esta forma podemos realizar una correlación para predecir temperaturas.

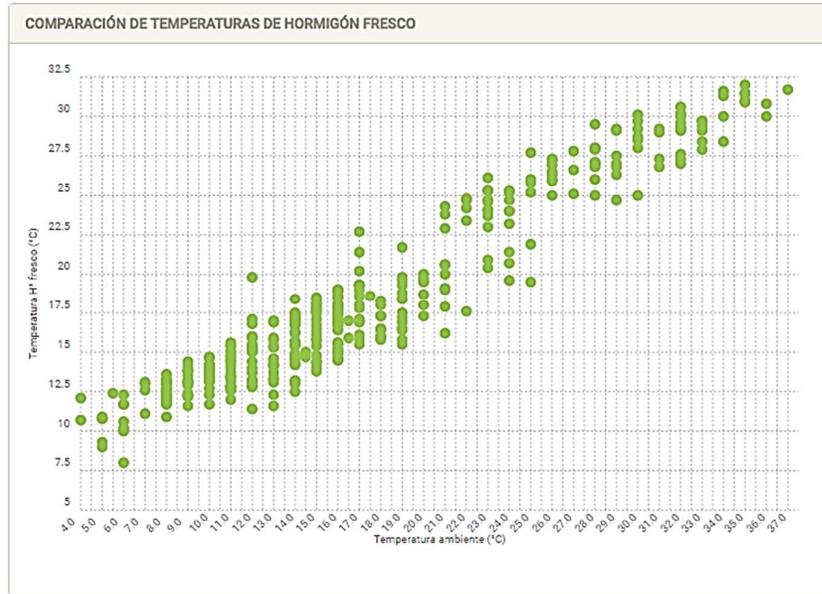


Figura 10 – Gráfico de temperatura del hormigón fresco respecto a la temperatura ambiente.

d. Peso unitario volumétrico.

Mediante el análisis del peso unitario se puede determinar el buen funcionamiento de las dosificaciones de materiales así como también la variabilidad a lo largo del tiempo. En el siguiente gráfico se observa un ejemplo, donde los valores medidos se encuentran en verde y los calculados teóricos en gris.

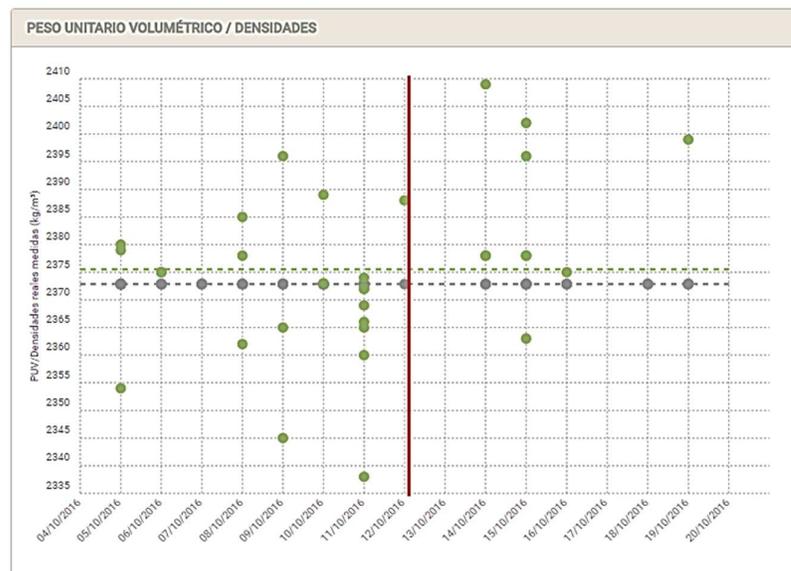


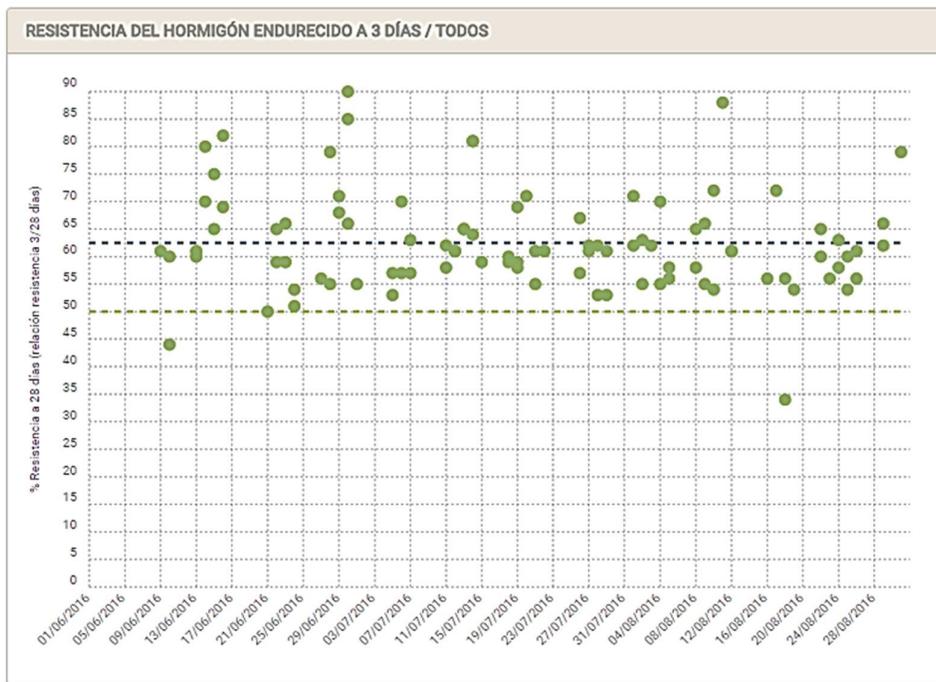
Figura 11 – Gráfico de peso unitario volumétrico respecto del tiempo.

3.3.2. Hormigón Endurecido

- a. Resistencia a 3 días.
- b. Resistencia a 7 días.

En estos dos apartados se observan todos los ensayos realizados a 3 días en un mismo gráfico, se muestra en el eje de ordenadas el porcentaje de resistencia respecto la de diseño a 28 días. Se muestra también el límite recomendado para no obtener valores muy bajos. En este caso se puede inferir y registrar como crece la resistencia de las muestras con el tiempo, es un buen indicador de calidad ya que si todas las probetas a 3 días dan resultados muy bajos es probable que no alcance el valor mínimo.

En la Figura 12 se muestra un ejemplo de resistencias a tres días, el caso de 7 días es similar en la configuración y resultados permitiendo ir realizando un seguimiento.



Promedio: 62.5%

Figura 12 – Resistencias a 3 días del hormigón.

Se destaca en el ejemplo anterior que sólo 2 valores (escasos comparados con los positivos) se encuentran por debajo del límite mínimo (línea verde punteada) y el promedio (línea punteada azul) supera en al menos 10% el criterio establecido.

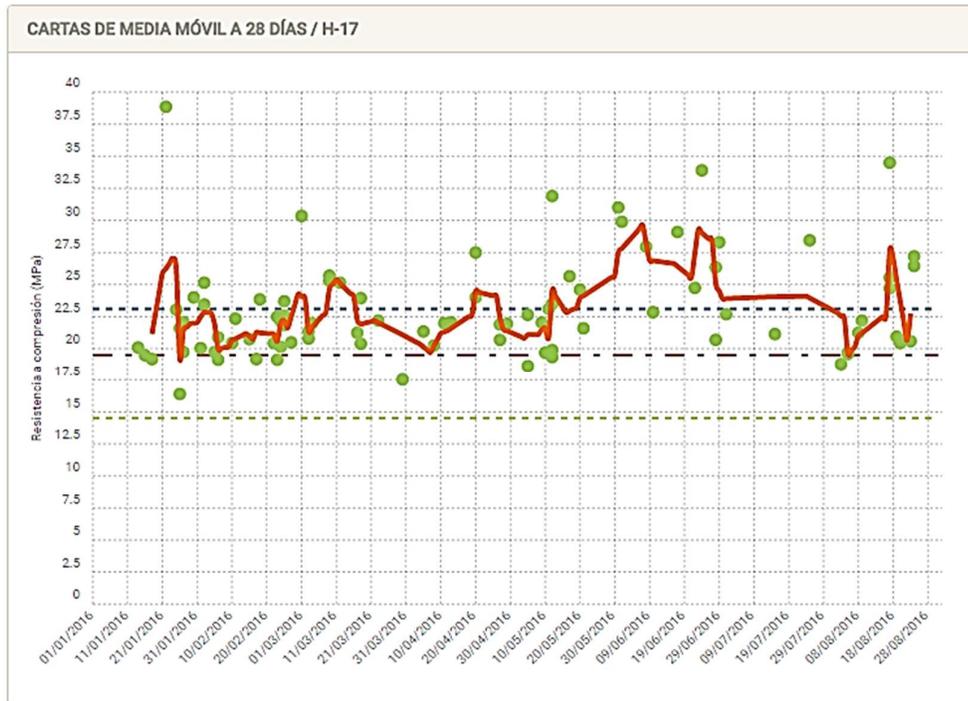
c. Criterio de media móvil y resistencia característica.

Mediante este aspecto se analizó si las empresas cumplen con los requisitos de calidad en la resistencia de los hormigones despachados. Se controlaron tres aspectos, en primer lugar que los valores de ensayos individuales sean mayores al valor establecido por la norma. En segundo lugar que el valor de media móvil (promedio de los últimos tres ensayos) sea mayor que el valor mínimo especificado. Por último si la categoría analizada presenta más de 15 ensayos se observa el valor de desviación estándar (un valor alto indica alta variabilidad en los resultados) y la resistencia característica que controla si se cumple con la calidad especificada según la norma.

A continuación se adjunta la Figura 13 y Figura 14 a modo de ejemplo donde se observan los aspectos anteriormente mencionados.

CALCULO DE LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA / H-17
Número de ensayos (n): 80
Resistencia media (f_{cm}): 22.2 MPa
Desviación estándar (s): 2.5 MPa
Resistencia característica (f_c): 19.0 MPa
Coefficiente desviación estándar (σ): 11.2%

Figura 13 – Tabla resumen de valores estadísticos



Promedio: **23.1 MPa**

Figura 14 – Valores de resistencia a 28 días y media móvil.

d. Gráficos tipo CUSUM de cada categoría resistente.

Mediante esta herramienta se realizó un seguimiento a lo largo del tiempo de las resistencias que entregaba cada empresa en cada categoría. Para conformar este gráfico se toma la resistencia de la categoría más un valor elegido según criterios de control de calidad (valor CUSUM), se obtiene la diferencia entre el valor de ensayo a 28 días y el valor CUSUM y se realiza la suma algebraica con todos los ensayos de forma sucesiva.

De esta forma se construye la curva, si es ascendente representa despachos de hormigones con resistencias iguales o superiores al criterio establecido y si es descendente la calidad entregada es menor a la ofrecida. En la Figura 15 se observa un ejemplo de la curva la cual es significativamente ascendente.

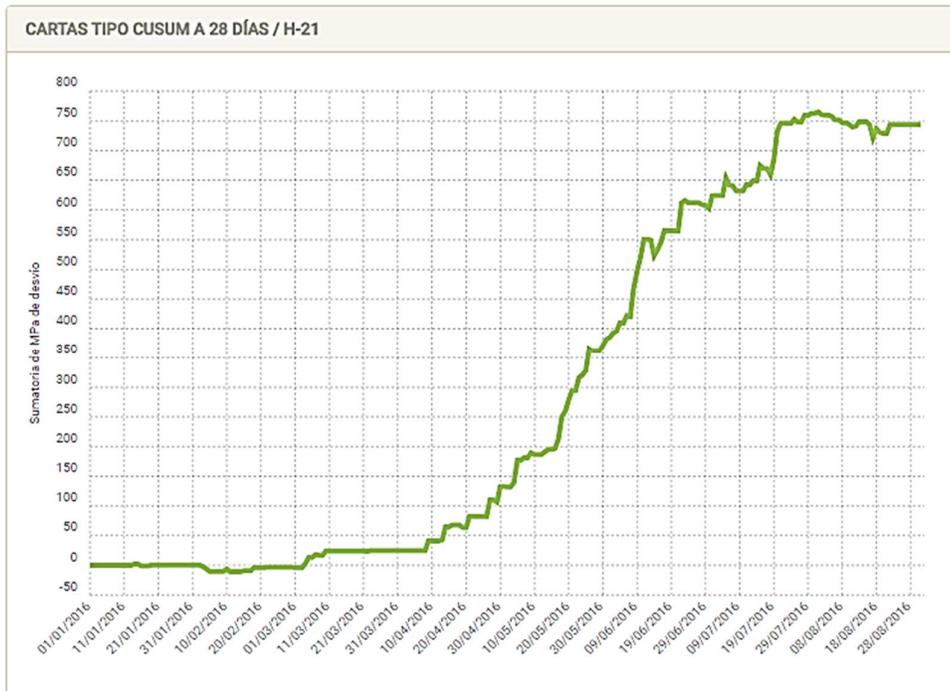


Figura 15 – Gráfico CUSUM de un hormigón H-21

e. Eficiencia del cemento.

Este indicador también es útil para verificar la calidad de los hormigones despachados, si la resistencia es adecuada a la calidad ofrecida. Se grafica en ordenadas el valor de eficiencia del cemento calculado según las resistencias obtenidas, en proporción a la resistencia deseada. Según el criterio de cada empresa se establece un valor mínimo y un valor deseable.

A continuación en la Figura 16 se incluye un ejemplo, en este caso la curva se encuentra casi todo el período por debajo del valor mínimo salvo en el mes de mayo.



Figura 16 – Eficiencia del cemento respecto de los meses analizados.

f. Evolución de resistencias.

Esta herramienta se adjunta en los informes para que cada empresa pueda mediante la curva predecir las resistencias y el comportamiento a lo largo de la edad del hormigón. Se construye la curva colocando en ordenadas los valores de resistencia a cierta edad de probetas normalizadas, en abscisas se ubican las edades de las distintas probetas ensayadas (de 1 a 28 días).

Se incluye una gráfica y una tabla con resultados por cada tipo de cemento utilizado ya que puede variar la ganancia de resistencia en el tiempo. En la Figura 17 siguiente se observa un ejemplo.

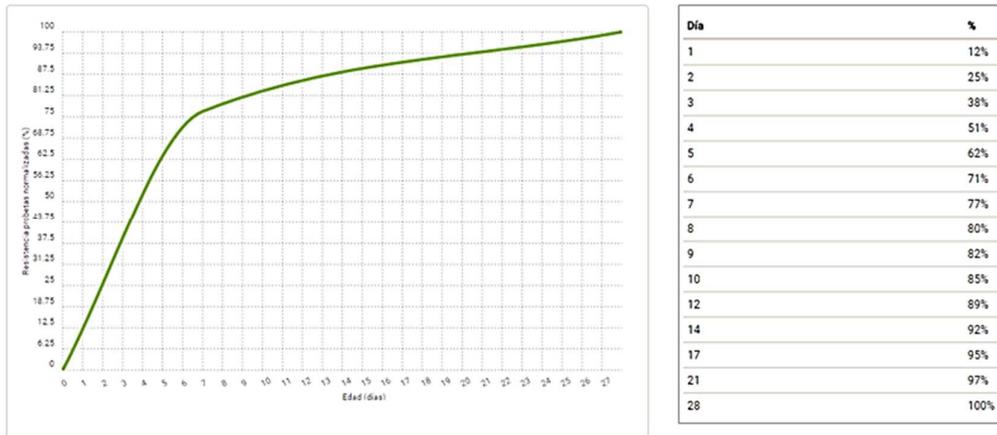


Figura 17 – Gráfico de evolución de resistencia a la izquierda y a la derecha la tabla de valores.

3.3.3. Ensayo sobre los materiales constituyentes.

En las siguientes secciones se analizaron los resultados sobre ensayos de agregados en las plantas. A diferencia de lo que sucede con ensayos de hormigón fresco y endurecido, en estos ítems no se registra un valor mínimo o límites estrictos a cumplir sino que se controla el valor promedio, la variabilidad y la constancia de resultados a lo largo del tiempo. Esto permite garantizar una buena calidad de hormigón con resultados confiables, una gran variabilidad transfiere esa incertidumbre a las dosificaciones y resistencias obtenidas.

Se puede comentar por lo observado durante la confección de informes que a este aspecto se le da mucha menor importancia en las empresas proveedoras que a los ensayos sobre hormigón. La gran mayoría presenta escasa o nula cantidad de ensayos sobre los agregados o realizan únicamente granulometría dejando de lado humedad y contenido de finos.

A continuación se adjuntan imágenes correspondientes a los tres parámetros analizados (módulo de finura, humedad y contenido de finos). Se puede observar en cada uno de ellos el valor promedio representado con una línea verde punteada y cada valor individual con un punto. Esto nos permite determinar cuánto se desvían los valores extremos del promedio y si la variabilidad es alta o baja. Por último en el caso de contenido de finos, la norma fija un límite para los hormigones por lo que debe controlarse que los resultados obtenidos sean menores.

c. Contenido de finos (material que pasa el tamiz #200).

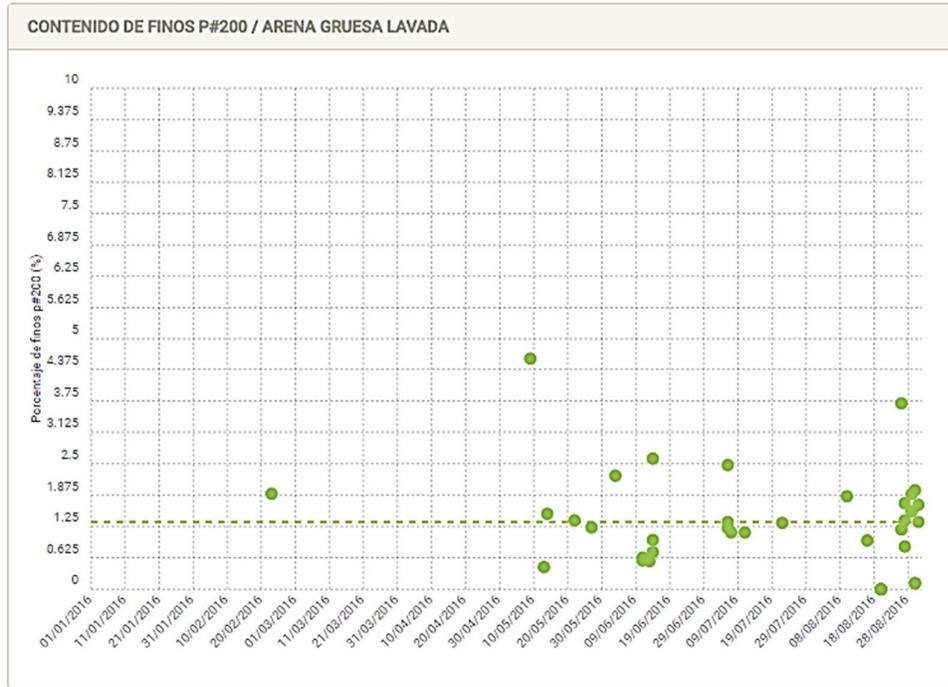


Figura 20 – Ensayos de contenido de finos (pasante tamiz #200).

4. Conclusiones

Como conclusión de las prácticas profesionales podemos resumir que resultaron muy beneficiosas, ya que es el momento para poner en práctica las habilidades, conocimientos y destrezas que se incorporan a lo largo de la carrera en el ámbito profesional.

Podemos destacar que además de los conocimientos técnicos propios de la tarea un aspecto muy positivo es que proporcionó una gran experiencia respecto a cómo enfrentarse al campo laboral, el trato con los encargados de la empresa y empleados, cumplimiento de las responsabilidades y compromisos.

Como opinión personal estoy muy conforme de haber podido realizar las prácticas en la empresa “Control y desarrollo de hormigones” porque el control de calidad de hormigón es un aspecto muchas veces ignorado o dejado de lado en las obras menores, y en Mendoza es una de las pocas empresas que se dedica a este aspecto.

5. Comentarios personales

Para finalizar quisiera agradecer a la Facultad de Ingeniería por haberme permitido realizar una etapa más de mi formación como profesional. Esta asignatura me resultó muy beneficiosa ya que se toma conocimiento de la vida de un Ingeniero fuera de la universidad.

También quiero agradecer a la empresa que me alojó durante la práctica profesional y hago extensiva a todo el personal: Maximiliano Segerer, Jorge Tonelli y Jesús Muñoz. Mediante su colaboración y participación pude aprender acerca del mundo laboral, cómo tratar con las distintas personas, tomar y cumplir responsabilidades entre otras.

Recomendaría a los estudiantes que aprovechen esta instancia de práctica supervisada para despejarse las dudas acerca de su posible ámbito de trabajo, formalizar contactos con profesionales del medio local y acompañar gradualmente su paso de la vida de estudiante al entorno laboral.

6. Bibliografía consultada.

AutoCDH (2016). Software de control y seguimiento de hormigones, Control y desarrollo de hormigones S.A.

CIRSOC 201 (2005). Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado. 2005. INTI.

IRAM 1666 (1986). Hormigón de Cemento Portland - Hormigón Elaborado.

Microsoft Excel (2013). Software comercial de planilla de cálculo.

Microsoft Word (2013). Software comercial de procesamiento de textos.