



INTERFIS
PROYECTOS EDUCATIVOS

ARTÍCULOS

Actividad piloto GIIE 2013
Consistencia del hormigón fresco
¿Incide la cantidad y calidad del agua de amasado?
Paula Camerlati



ACTIVIDAD PILOTO GIIE#010 CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN FRESCO. ¿INCIDE LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA DE AMASADO? 2013

Autora: **Paula Camerlati**

Proyecto Educativo INTERFIS

Proponente y Responsable Integral: **Alicia Gadea**

URL: **www.interfis-edu.jimdo.com**

Correo: **proyectointerfis@gmail.com**

Resumen

El hormigón es un material de uso muy extendido en la industria de la construcción de nuestro país. Específicamente el agua de amasado es el componente más frecuentemente alterado en su cantidad y en su calidad.

Se propone estudiar la incidencia del agua en la consistencia del hormigón fresco, utilizando la metodología de la investigación, el trabajo colaborativo y el uso de las TIC, en el marco del proyecto INTERFIS.

El ensayo aplicado en ambos estudios es el del Cono de Abrams, siguiéndose el procedimiento detallado en la Norma Técnica Mercosur correspondiente.

Los resultados obtenidos confirman las hipótesis planteadas. En todas las instancias cumplidas con esta metodología de trabajo se evidencia la importancia de realizar actividades prácticas en la Enseñanza Media Tecnológica. Los estudiantes participan siempre en forma entusiasta, sortean dificultades logísticas con creatividad, adquieren mayor confianza en los resultados de su propio trabajo y asumen un rol protagónico en la investigación. Del mismo modo que se ha visto enriquecida la práctica docente.

Al trabajar con una metodología con estas características adquieren competencias que son positivamente valoradas al egreso de la educación media superior, ya sea en el ámbito laboral como en su continuidad educativa.

Contenidos

I. DESCRIPCIÓN

II. PLANTEO INICIAL SEGÚN LAS ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

III. RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN

IV. TAREA REALIZADA

I. DESCRIPCIÓN

Antecedentes

La participación en junio del 2013 del Taller de Lanzamiento de las actividades del Laboratorio Especializado de Física para el área de la Arquitectura-Construcción, despierta el interés en iniciar a los estudiantes en la investigación. Esta modalidad permite trabajar temas incluidos en los programas vigentes, con un enfoque si bien más complejo, mucho más enriquecedor tanto para el docente como para los alumnos, a la vez que constituye un desafío sobre todo porque es necesario involucrarse en una forma diferente en la idea que se busca investigar.

Integrantes

Docente Tutora	Paula Camerlati
Estudiantes	Jimena Brea Clarissa Rubini

Las estudiantes que conforman el grupo de investigación tienen buen nivel de rendimiento académico y demuestran motivación hacia la actividad y modalidad propuesta con énfasis en las TIC aplicadas a la enseñanza y al aprendizaje. Esta forma de trabajo no ha sido implementada con anterioridad en el curso.

El estudio del tema Hormigón, se aborda en forma general en primer año siendo retomado y profundizado en tercero. Es por este motivo que deben estudiarse diversos aspectos en forma simultánea al tránsito de las diferentes etapas de la investigación. Este aspecto presenta una dificultad que el equipo debe superar mediante el estudio y la planificación previa a los trabajos de campo y experimentos.

La profesora también aplica una modalidad de trabajo distinta a la utilizada hasta el momento por lo que debió estudiar aspectos teóricos de la metodología de investigación científica, trabajar en forma coordinada e interdisciplinaria con los demás docentes y a su vez guiar a las estudiantes en el proceso de trabajo.

Objetivos

Objetivo general

Comprender y transitar las etapas de la metodología científica de enfoque cuantitativo haciendo énfasis en el trabajo en equipo, práctico y de aplicación de las TIC en sus distintas fases

Objetivos particulares

- Comprender la relevancia a nivel teórico y práctico de conocer las características y el comportamiento de los materiales de construcción
- Fomentar a través del trabajo en equipo el desarrollo del pensamiento crítico, convergente y divergente frente a situaciones reales. Plantearse preguntas, permitirse disentir para poder lograr acuerdos.
- Promover el trabajo sistemático, planificado, ordenado y plausible de re planificaciones.
- Usar las TIC como facilitadores del trabajo colaborativo, para comunicarse, buscar información, recolectar y procesar datos, para ordenar y planificar el trabajo.
- Aprender a realizar correctamente relevamientos audiovisuales (fotográficos y de video) de las actividades de campo ordenando, catalogando, editando y archivando información pertinente a la investigación.
- Conocer y atender los criterios de valoración de su desempeño que se considerarán en la evaluación de su aprendizaje.

II. PLANTEO INICIAL SEGÚN LAS ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

A medida que se avanza en la actividad pueden realizarse ajustes.

En forma colaborativa se completa el documento Avance I, en el espacio virtual de trabajo del GIIE.

Idea

Incidencia de la cantidad y calidad del agua de amasado en la consistencia del hormigón fresco.

Se completa y envía a INTERFIS, el Formulario Inicio GIIE-Presentación de idea.

Una vez aceptada se continúa el proceso de formulación de la propuesta.

Planteamiento del problema

¿Influye en la consistencia del hormigón fresco, la cantidad de agua utilizada para su amasado así como la calidad de la misma?

Elaborado con componentes simples, de origen nacional, de relativa economía y fácilmente accesibles en cualquier barraca, no requiere mano de obra especializada para su elaboración ni posicionado.

Estos aspectos pueden facilitar a su vez un alejamiento de las mejores prácticas del oficio para su elaboración tanto en la dosificación como en la calidad de los materiales empleados.

Esto se debe a que el operario utiliza el tipo de agua disponible en la obra y que constata que al aumentar la cantidad de agua en el amasado, el material se vuelve más trabajable. Estas acciones en apariencia poco significativas, influyen en las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido.

La correcta dosificación de los componentes implica mejores condiciones para la puesta en obra del hormigón y en un mejor rendimiento frente a las solicitudes a las que se enfrenta una vez fraguado y endurecido.

Por lo tanto se plantea estudiar qué sucede con la consistencia al variar la cantidad de agua de amasado de calidad recomendada y qué sucede con la consistencia cuando se usan distintas aguas no recomendadas (salina, con algas, sulfatadas, con residuos orgánicos, de pozo).

Se plantean ensayos según la Norma Mercosur NM 67:96) Hormigón-Determinación de la consistencia mediante el asentamiento del tronco de cono.

Las variables que se manipulan son la cantidad y la calidad del agua. Las pruebas empíricas son viables de realizar con el equipamiento y materiales que se dispone en la Escuela Técnica y los proporcionados por el Laboratorio Especializado de Física.

Revisión de la literatura

El tema de estudio presenta una extensa bibliografía de la que se selecciona el material con mayor pertinencia para la investigación así como para el nivel educativo de las estudiantes. Se analizan profundamente los aspectos relacionados con el problema, realizando una ficha de los temas más significativos. La información procesada y relacionada entre sí nos habilita a un avance sistematizado y ordenado que responde al plan de acción propuesto.

Alcance del estudio

Es descriptivo y correlacional.

Hipótesis

Se formulan dos hipótesis.

- 1) La consistencia del hormigón fresco varía al modificarse la relación agua/cemento para agua de calidad recomendada
- 2) La consistencia del hormigón fresco varía al modificarse la calidad del agua de amasado, con una relación agua/cemento aconsejada para un hormigón de resistencia estándar

Diseño

En la hipótesis 1: la variable independiente es la cantidad de agua de amasado que en la dosificación varía la relación agua/cemento y la variable dependiente la consistencia del hormigón fresco medida a través del asentamiento. Se utiliza agua de calidad recomendada. Se trabaja con tres relaciones agua/cemento diferentes.

En la hipótesis 2: la variable independiente es la calidad del agua de amasado y la variable dependiente la consistencia del hormigón fresco medida a través del asentamiento. Se utiliza la relación agua/cemento 0.5.

Se recolectan los datos de cada ensayo. Se compara el asentamiento de cada una de las muestras con respecto a la muestra testigo realizada con agua recomendada.

Se completa y envía a INTERFIS, Formulario de Solicitud de material del Laboratorio Especializado.

Se completa y envía a Interfis el Formulario de Avance-GIIE.

Definición y obtención de datos

Los datos se obtienen realizando el ensayo del Cono de Abrams que se elige por ser el más sencillo y de mayor aplicación en nuestro medio.

Se toma como referencia los valores tabulados que asocian el asentamiento al desmoldar la muestra con la consistencia del hormigón fresco.

Los recursos disponibles son el cono, materiales para realizar el hormigón, agua recomendada y aguas no recomendadas.

Recolección de datos

Los instrumentos de medición utilizados para medir las variables contenidas en las hipótesis son: regla de metal para medir el asentamiento en forma indirecta, ya que se asocia asentamiento a consistencia y volumen de agua para determinar la relación agua/cemento.

Se registran en tablas.

Análisis de datos

Los asentamientos medidos se comparan con valores tabulados que relacionan asentamiento y consistencia.

Elaboración del reporte

Se realiza teniendo en cuenta las características de los destinatarios.

III. RÚBRICA DE AUTOEVALUACIÓN

Disponible en el espacio de trabajo virtual, se aplica para conocer la calidad de la propuesta de acuerdo a criterios establecidos previamente por el proyecto, según una escala de cuatro niveles de desempeño y aspectos a evaluar.

IV. TAREA REALIZADA

Las tareas se cumplen en forma presencial en la Escuela Técnica Solymar Norte y en el espacio virtual del proyecto INTERFIS.

Cumplida la etapa de las ideas iniciales trabajadas en coordinación con los profesores tutores de los demás grupos de Iniciación a la Investigación Estudiantil de la escuela, se plantea el problema a estudiar. Se hace en términos de dos preguntas de investigación para luego formular dos hipótesis de trabajo que guiarán la actividad desarrollada en base al diseño.

La metodología de investigación implementada se enriquece con el uso de la informática y de las herramientas WEB 2.0. Estas facilitan la comunicación y el intercambio de ideas entre la tutora y la coordinadora académica de Interfis, entre la tutora y sus estudiantes y entre los tutores de los diferentes grupos GIIE de la Escuela.

El trabajo tiene una fuerte planificación de las tareas, de las fases de la investigación y de los trabajos de campo, que se visualizan en el Gráfico de Gantt.

Las integrantes del equipo coordinan actividades por correo electrónico, sms y encuentros en recreos. Se utiliza el tiempo de clase y algunas horas fuera de turno. Dado que todo el grupo trabaja en forma simultánea en otras investigaciones no hubo interferencias entre asignaturas. No obstante en varias ocasiones los integrantes de un GIIE participan de actividades de otros motivados por conocer otras actividades prácticas.

Recursos

Se trabaja en dos niveles:

- Nivel tangible o material: se utilizan equipos del Laboratorio de Física Interfis y complementados por equipo en préstamo de la Escuela de las Piedras y por equipo perteneciente a la Escuela de Solymar. Los materiales necesarios para elaborar el hormigón los suministra la Escuela Técnica de Solymar: áridos grueso y fino y cemento así como herramientas: pala, baldes, cuchara, carretilla, balanza, cinta métrica. Las integrantes del equipo realizan la limpieza, acarreo de materiales, elaboración del hormigón, muestras y mediciones.
- Nivel intangible: desde el inicio de la actividad la tutora promueve el uso de las TIC en forma transversal a todas las fases de la investigación. Se crea desde la Coordinación académica de Interfis un espacio de trabajo en Google Drive propio del equipo donde se clasifica el trabajo en documentos con el objetivo de orientar la actividad. A medida que se avanza en el trabajo y basada en las necesidades de trabajo del equipo la tutora genera carpetas complementarias. Las alumnas aprenden a editar y participar en los documentos alojados en la nube, suben archivos de imágenes y video. De igual modo primero tímidamente y luego con más confianza completan el registro de actividades diario.

Estrategias

El trabajo de las estudiantes es evaluado a lo largo de todo el proceso y con permanente devolución por parte de la tutora. Se plantean instancias de entrega de avances del proyecto y de los reportes de trabajos de campo establecidos en las pautas de trabajo para los GIIE.

Para la comprobación empírica de la hipótesis 1, se realizan cinco muestras de hormigón variando la relación agua/cemento en cada muestra: 0.2, 0.45, 0.5, 0.6 y 0.7.

Al estudiar la incidencia de la calidad del agua: la dosificación de áridos gruesos y finos y la relación agua/cemento se mantiene constante variando la calidad del componente agua.

Duración. Diagrama temporal

La investigación se desarrolla entre agosto y noviembre de 2013. Una vez por semana se destinan horas de clase para el trabajo práctico. No obstante se requiere de muchas horas semanales extra de trabajo de planificación, estudio y procesamiento del trabajo.

Se realiza el diagrama Gantt correspondiente.



Pruebas experimentales preliminares

a. Análisis de las características de los Conos #1, #2 y #3 con referencia a lo establecido en la Norma Mercosur 67-96.

- Cono #1, de carácter profesional, adquirido y disponible en el Laboratorio Especializado de Física
- Cono #2, construido por alumnos de la ET Las Piedras
- Cono #3, construido en talleres de UTU



FICHA COMPARATIVA

CARACTERÍSTICAS SEGÚN NORMA	CONO 1	CONO 2	CONO 3
Material: metal que no emplee materiales absorbentes y químicamente reactivos con los componentes constitutivos del hormigón	✓	✓	✓
Espesor: igual o mayor que 1,5 mm	✓	✓	X
Interior del molde liso	✓	✓	✓
Interior libre de proyecciones (remaches salientes y de abolladuras)	✓	X	X
Diámetro de la base: 200 mm	✓	X	X
Diámetro de la cúspide: 100 mm	✓	✓	✓
Altura: 300 mm	✓	✓	X
Base y cúspide abiertas y paralelas entre sí	✓	✓	✓
Molde con dos agarraderas en la parte superior	✓	✓	✓
Ubicación agarraderas: a dos tercios de la altura	✓	✓	X
Soportes para mantenerlo estable en el fondo del molde	✓	X	X
Varilla de acero 16 mm de diámetro	✓	✓	✓
Varilla de 60 cm de largo	✓	✓	✓
Placa de base metálica	✓	X	X
Placa de base con lados no menores que 500 mm	X	X	X
Placa de base con espesor no menor de 3 mm	✓	X	X

- Cono #1 testigo cumple en 15 de los 16 aspectos consignados en la Norma NM 67-96. Las dimensiones de la base son menores.
- Cono # 2 cumple en 12 de los 16 aspectos consignados en la Norma NM 67-96: no tiene base metálica, su interior no es liso por tener remaches, no tiene soportes inferiores, la base se excede en 5 mm.
- Cono #3 cumple en 7 de los 16 aspectos consignados en la Norma NM 67-96. No cuenta con base ni soportes, su interior no es liso, su espesor es de 1mm, las dimensiones varían en la base y en la altura, y las agarraderas se ubican más altas de lo sugerido

Estos aspectos fácilmente podrían ser corregidos a la hora de confeccionar un Cono de Abrams de forma no profesional.

Todo el proceso es registrado en distintos videos, subidos al espacio de trabajo virtual. Las fotos se obtienen de capturas instantáneas de los mismos.

Resultados

Se realiza el amasado del hormigón con una dosificación por partes de 3:2:1 y relación agua- cemento 0.5.

Se sigue en los tres casos el procedimiento indicado por la norma.



El asentamiento medido resulta igual para las tres muestras. Es de 5 mm lo que corresponde a consistencia seca.



Interpretación de resultados y conclusiones

La norma establece que el método es aplicable a los hormigones plásticos y cohesivos que presenten un asentamiento igual o superior a 10mm. Se mide el asentamiento determinando la diferencia entre la altura del molde y la del eje de la probeta que corresponde a la altura media de la probeta desmoldada, aproximando a los 5 mm más próximos, acorde a lo esperado para una relación agua-cemento 0.5.

Para poder comparar el comportamiento de los distintos conos se establece la necesidad de trabajar con muestras de relación agua-cemento que permitan obtener hormigón de consistencia plástica y fluida.

Las muestras realizadas no permiten obtener una conclusión dado que se obtuvo un asentamiento menor al establecido por la norma.

Es necesario repetir el procedimiento para una relación agua/cemento diferente. Por otra parte es importante tener en cuenta que para considerar válida la conclusión es necesario realizar un número grande de medidas que permitan calcular valores representativos. Por lo tanto se deben probar distintas dosificaciones, realizando varios ensayos para cada una de ellas, de manera de obtener hormigones de consistencia establecida por la norma. En este caso por razones de tiempo, costos y número de integrantes del grupo, se trabaja con una sola dosificación de hormigón.

Se estima que puede formularse como una nueva propuesta profundizar en este estudio para lo cual es necesario analizar la viabilidad de recursos disponibles.

b. COMPROBACIÓN EMPÍRICA

HIPÓTESIS 1

La consistencia del hormigón fresco varía al modificarse la relación agua/cemento para agua de calidad recomendada

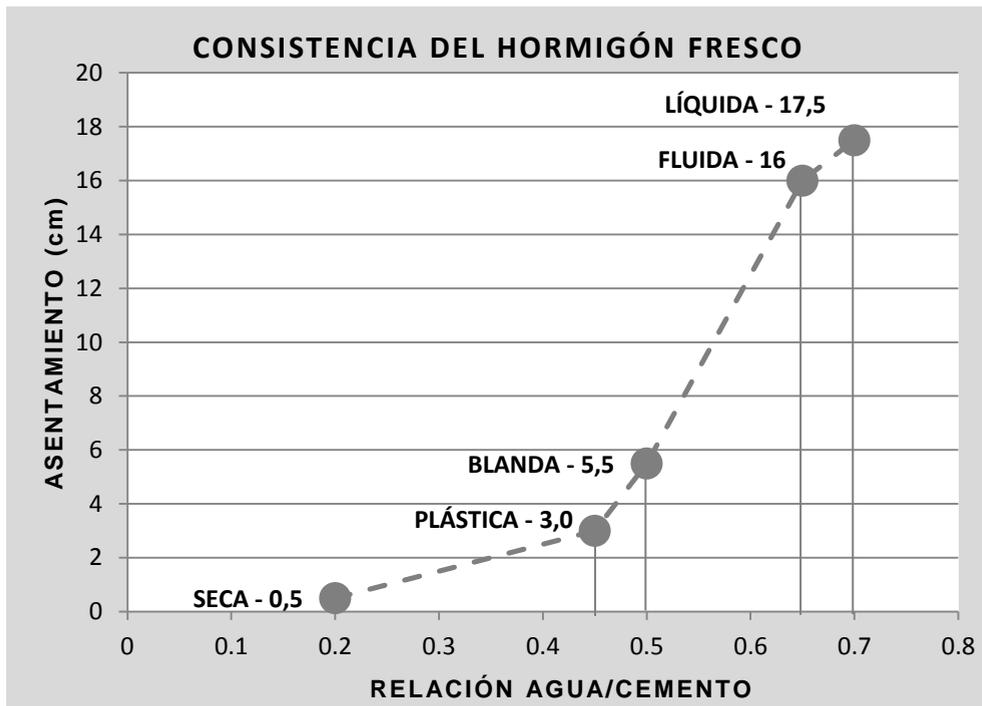


Recolección de datos

RELACIÓN A/C	ASENTAMIENTO (cm)
0,2	0,5
0,45	3,0
0,5	5,5
0,65	16,0
0,7	17,5







Interpretación de resultados y conclusiones

A partir de los datos registrados se grafica el asentamiento en función de la relación agua/cemento.

Los valores del asentamiento se comparan con los tabulados en Hormigón de Jiménez Montoya, que permite identificar la consistencia del hormigón fresco para cada relación agua/cemento, manteniendo constante la dosificación.

Al variar la relación entre la cantidad de agua y de cemento, varía la consistencia del hormigón. Al aumentar la cantidad de agua, la consistencia del hormigón varía de seca a plástica, blanda, fluida y líquida. Se grafica el Asentamiento en cm en función de la Relación agua/cemento.

HIPÓTESIS 2

La consistencia del hormigón fresco varía al modificarse la calidad del agua de amasado, con una relación agua/cemento aconsejada para un hormigón de resistencia estándar



. Registro de datos

TIPO DE AGUA	CONTIENE	ASENTAMIENTO (cm)
JABONOSA	Sodio	6
DE POZO	Calcio magnesio materia orgánica	8,5
SULFATADA	Sodio zinc sulfato de calcio y sustancias presentes en suelos	5
MINERAL	Sales minerales anhídrido carbónico	5

Interpretación de resultados y conclusiones

Al variar la calidad del agua de amasado, permaneciendo constante la dosificación y relación agua/ cemento igual a 0.7, constatamos que: el asentamiento en el Cono de Abrams del hormigón fresco en todos los casos se corresponde a una consistencia blanda, observándose notorias diferencias cualitativas del hormigón en cuanto a su consistencia.

Las características son observadas en el Laboratorio de Química.

Otras observaciones que si bien no constituyen la finalidad de este estudio, pueden ser la base de otra investigación para el estudio de otras propiedades.

Agua jabonosa: superficialmente más lisa, de consistencia “cremosa”, en estado endurecido el hormigón es en apariencia mucho más claro que un hormigón realizado con agua potable. La pasta del hormigón tiende a disgregarse.

Agua de pozo: la mezcla del hormigón fresco es muy brillante, la materia orgánica reduce las reacciones de hidratación del aglomerante.

Agua sulfatada: costó lograr que se humedeciera la mezcla. El agua se absorbe en seguida y seca rápidamente.

Agua mineral: se forma como una “plasticina” al realizar el amasado, aumentan las propiedades plásticas, no se visualizan poros en su masa.

Registro fotográfico

Se realiza un registro fotográfico secuencial del proceso cumplido.

Las sesiones prácticas se registran en video.

REPORTE FINAL

Se envía para la publicación en la página web de INTERFIS

Reflexión

Como fortalezas de la metodología implementada se identifican:

La importancia de realizar actividades prácticas en la Enseñanza Media Tecnológica lo que se evidencia en instancias de intercambio con los docentes de los otros grupos GIIE, con la coordinadora académica de INTERFIS y con los estudiantes involucrados.

En cuanto a los estudiantes: participan siempre en forma entusiasta y proactiva en el proyecto de trabajo, sortean dificultades logísticas con creatividad, se muestran muy interesados en las asignaturas tecnológicas del curso, adquieren mayor confianza en los resultados de su propio trabajo, asumen un rol protagónico en su Investigación.

Al ser una forma de trabajo nueva para los docentes, se debe dedicar en forma previa a su implementación mucho tiempo de estudio para poder desarrollarla correctamente.

La organización del tiempo de clase en la currícula no prevé esta modalidad de trabajo por lo que requiere de creatividad y flexibilidad para concretarla desde el punto de vista temporal, espacial y de equipamiento.

Proyección

Esta experiencia enriquece la práctica docente y el aprendizaje de los alumnos en la medida que permite aunar estudio, práctica, metodología de trabajo sistemático y colaborativo, profundización en el tema abordado y generación de nuevas preguntas, semillas de futuras investigaciones.

El uso de las TIC en los procesos de aprendizaje de los alumnos así como en el hacer y actualización de los docentes, orientado a la mejora de sus prácticas resulta hoy una estrategia tan imprescindible como enriquecedora, que requiere profundizarse y generalizarse utilizando recursos y herramientas que facilitan el trabajo desde las ideas preliminares hasta su evaluación y proyección.

Los alumnos que aprenden a trabajar con una metodología de trabajo de estas características adquieren competencias que serán positivamente valoradas al egreso de la Enseñanza Media Tecnológica ya sea en el ámbito laboral como en su continuidad educativa.

Referencias bibliográficas

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. (2003): Metodología de la Investigación (4ª ed.). México: McGraw-Hill

JIMÉNEZ MONTOYA, Pedro y otros (2000): Hormigón Armado (14ª ed.). Barcelona: Gustavo Gilli

NORMA MERCOSUR NM 67:96 Hormigón - Determinación de la consistencia mediante el asentamiento del tronco de cono. Primera edición 1996-08-01

Construcción. Hormigones y morteros. Disponible en:
<<http://www.farq.edu.uy/construccion-i/files/2012/02/hormigon-5.pdf>>.
Accesada 30 setiembre 2013

Hormigones II. Dosificación. Práctica 12. Disponible en:
<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/31/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%2012%20_Hormigones%20II-Dosificaci%C3%B3n.pdf>.
Accesada 01 octubre 2013

Introducción al conocimiento del material estructural hormigón armado.
Disponible en: <http://www.farq.edu.uy/estabilidad-i/files/2012/02/hormigon2007_estabil1.pdf>. Accesada 30 setiembre 2013

Lineamientos para la elaboración de proyectos de investigación. Disponible en:<<http://www2.uacj.mx/IADA/OfertraAcademica/MaestriaDesarrollo/anteproyecto.pdf>>. Accesada 14 octubre 2013

POZZI, J. Manual de cálculo de estructuras de hormigón armado. Disponible en <<http://www.icpa.org.ar/publico/files/pozzi.pdf>>. Accesada 14 octubre 2013

ACLARACIÓN:

Todo lo relativo al Proyecto Educativo INTERFIS, se encuentra publicado y disponible en su página web: www.interfis-edu.jimdo.com, que pertenece a Alicia Gadea, Proponente y Responsable Integral del proyecto.

Se adaptan algunos de sus contenidos a los efectos de esta publicación de carácter gratuito y exclusivamente con fines de divulgación educativa.