

## PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

### **CAPÍTULO 5**

### **“ FUNDACIONES – IPEM N° 92 ”**



## **CONSTRUCCIÓN DEL COLEGIO IPEM N° 92: LICITACIÓN, TRABAJOS PREVIOS AL INICIO DE LA OBRA E INSPECCIÓN DE LA FUNDACIÓN.**

## **5. FUNDACIONES - IPEM N° 92**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo se describe el proyecto de fundaciones realizado para el IPEM N° 92, la manera en que se construyeron los pilotes de fundación, las vigas riostras, losas sanitarias y planchetas de fundación. Además se explicita el procedimiento y los parámetros a tener en cuenta para inspeccionar la ejecución de las fundaciones de la obra.

### **5.2 PROYECTO DE FUNDACIONES**

La empresa contratista realizó el proyecto de fundaciones del colegio IPEM N° 92, este fue presentado a la inspección y aprobado para su ejecución por la división estructuras.

El proyecto de fundaciones consta de 115 pilotes, divididos en tres tipos, 98 pilotes de 80 cm de diámetro, 12 pilotes de 60 cm de diámetro y 5 de 40 cm de diámetro.

La cota de fundación de todos los pilotes se fijó en 6.50 metros de profundidad a partir del nivel de terreno natural, según lo indica el estudio de suelo correspondiente.

La vinculación entre los pilotes se realizó por medio de vigas riostras de 30x70 cm, 25x30 cm, 25x35 cm y 20x60 cm. También se proyectaron vigas de fundación de 25x35 cm y 25x65 cm. La ubicación y dimensiones de las vigas riostras y de fundación se muestra en la Figura 5.1.

Debajo de las zonas de baños y cocina se proyectaron losas sanitarias armadas de 15 cm de espesor vinculadas a las vigas riostras perimetrales.

En la zona de circulación se ideó una plancheta de fundación de 15 cm de espesor para el apoyo de los muros de los placares.

Figura 5.1: Planta de fundaciones.



### **5.3.2 Replanteo de pilotes**

El Contratista realizó los planos de replanteo en base a los planos de estructuras ya aprobados por la Dirección General de arquitectura. Los mismos fueron presentados y aprobados por la Inspección para dar comienzo a la obra.

En la Figura 5.3 se muestra el plano de replanteo de los pilotes.

Luego el contratista materializó los trabajos de replanteo de los pilotes de fundaciones en el terreno. Para ello se realizó un corralito parcial de tablas de madera clavada o de hierros atados con alambre. Se ubicó el centro de los pozos por la intersección de dos tanzas clavadas o atadas al corralito.

En la Figura 5.4 se muestra una fotografía del replanteo de los pilotes realizado en el terreno.

Una vez terminado el replanteo se solicitó a la inspección la aprobación del trabajo realizado. Obtenida la aprobación respectiva, se labró el acta donde se autorizó la iniciación de los trabajos.

Figura 5.3: Plano de replanteo de pilotes.



**Figura 5.4:** Corralito parcial para el replanteo de pilotes.

### 5.3.3 Excavación de pilotes

Una vez aprobados los trabajos de replanteo se comenzaron las excavaciones de los pozos para los pilotes. La empresa Infusa S.A. fue la subcontratada para realizar dichas perforaciones. Las mismas se realizaron mediante una máquina Perforadora Calweld perteneciente a la empresa. El mecanismo de perforación de esta máquina es mecánico. A través de un yugo se le impone movimientos rotatorios (barra telescópica que se une a la herramienta de perforación).

En las Figuras 5.5 y 5.6 se observa la máquina excavadora realizando los pozos

Para extraer el suelo triturado de la mecha, el mástil es inclinado hacia un lado de la excavación por medio de un sistema de aparejos laterales, allí los ayudantes retiran el material suelto manualmente con el empleo de palas.

El ensanche o campana en el fondo de los pozos se realiza mecánicamente remplazando en la barra telescópica la herramienta de perforación por la

herramienta utilizada para excavar la campana. El suelo extraído queda dentro de esta herramienta y se retira abriendo la tapa inferior.

En las Figura 5.7 y 5.8 se muestran las herramientas utilizadas para la excavación y el cambio de herramientas en la máquina perforadora respectivamente.

Las perforaciones se realizaron hasta el manto de arena, el cual fue encontrado aproximadamente a los 5.50 metros. Sobre esta profundidad se realizó la campana correspondiente.

El suelo extraído de las excavaciones fue utilizado para realizar el terraplén faltante en la obra.



**Figura 5.5:** Máquina perforadora realizando excavaciones.



**Figura 5.6:** Excavación de pozos.



**Figura 5.7:** Herramientas utilizadas para excavación de pozos y ensanche de campana.



**Figura 5.8:** Cambio de mecha por herramienta ensanchadora de campana.

En algunas excavaciones se encontraron restos de hormigón y muros pertenecientes a cimientos y sótanos de la ex fábrica Tersuave, estos se demolieron por medio de martillo neumático y se retiraron para continuar con la excavación mecánica.

En las 5.9 y 5.10 se muestra la demolición de los muros y cimientos enterrados.

En la excavación del pilote número 29 se encontró una gran masa de hormigón armado por lo que se decidió cambiar la ubicación del pilote unos centímetros. La empresa contratista junto con la división estructuras diseñaron un cabezal excéntrico para el encuentro del pilote con de la futura columna y vigas riostras.

En la Figura 5.11 se muestra la masa de hormigón encontrada en la excavación para el pilote N° 29.



**Figura 5.9:** Demolición de muros enterrados.



**Figura 5.10:** Escombros retirados de los pozos.



**Figura 5.11:** Excavación para el pilote N° 29.

#### **5.3.4 Armaduras de pilotes**

Los pilotes constan de las siguientes armaduras según se indica en la Figura 5.2 :

- Pilotes  $\phi$  80 = 7 barras longitudinales  $\phi$  12 y 1 estribo  $\phi$  8 cada 20 cm, densificándolo en los primeros 1,2 metros a 1  $\phi$  8 c/10 cm.
- Pilotes  $\phi$  60 = 7 barras longitudinales  $\phi$  12, 1 estribo  $\phi$  6 cada 20 cm, y 1  $\phi$  8 c/10 cm en los primeros 0,8 metros.
- Pilotes  $\phi$  40 = 6 barras longitudinales  $\phi$  10, 1 estribo  $\phi$  6 cada 20 cm, y 1  $\phi$  8 c/10 cm en los primeros 0,8 metros.

Las armaduras fueron preparadas en un sector de la obra asignado para tal fin. Los hierros se cortaron con amoladora, las barras se cortaron en 3 partes de cuatro metros y otras en 6 partes de 2 metros cada una. Empalmado aproximadamente 75 centímetros se generaron barras de 5,25 metros.

Los estribos se doblaron en forma de espiral por medio de un rolo. En la Figura 5.12 se observa el sector destinado a la realización de las armaduras y la herramienta utilizada para el doblado de los zunchos.

Los empalmes y uniones se realizaron atando con doble alambre N° 17.

Las armaduras listas fueron colocadas en un sector destinado al acopio para ser colocadas en los pozos en el momento del hormigonado. En la Figura 5.13 se observan las armaduras terminadas y acopiadas.



**Figura 5.12:** Sector destinado a la realización de armaduras.



**Figura 5.13:** Acopio de armaduras listas para la colocación.

### **5.3.5 Hormigonado de pilotes**

Antes de comenzar con el colado del hormigón se colocan las armaduras correspondientes. Las armaduras fueron transportadas y colocadas a mano en los pozos, como se observa en la Figura 5.14. Para la ubicación a nivel de las armaduras se ataron con alambres a puntales de madera o barras de hierro colocadas en la boca del pozo. Para asegurar un recubrimiento mínimo de 6 cm se colocaron separadores de plástico en las armaduras.

Se utilizó hormigón elaborado H-21 comprado a la empresa Holcim perteneciente a la Red Minetti. La planta emisora se encuentra situada en la Avenida Monseñor Pablo Cabrera 7440.

Para el colado del hormigón se utilizó una manga de PVC colocada en el centro de las armaduras, el colado se realizó desde abajo hacia arriba por

medio de dicha manga, en los últimos metros se retiró la manga y se hormigonó desde la superficie por medio de canaleta.

En las Figuras 5.15, 5.16 y 5.17 se muestra el procedimiento de hormigonado por medio de manga.

En las Figuras 5.18 y 5.19 se observa el colado por medio de canaleta en los últimos metros de la excavación.

No se usó vibrador de inmersión para compactar el hormigón, ya que se compacta naturalmente bajo carga hidrostática proporcionada por la columna de hormigón.

En la Figura 5.35 se observa un pozo terminado.



**Figura 5.14:** Transporte de armaduras a los pozos.



**Figura 5.15:** Colocación de la canaleta para el colado del hormigón.



**Figura 5.16:** Colado del hormigón por medio de manga.



**Figura 5.17:** Colado del hormigón por medio de manga.



**Figura 5.18:** Colado del hormigón desde la superficie por medio de canaleta.



**Figura 5.19:** Colado del hormigón desde la superficie por medio de canaleta.



**Figura 5.20:** Pozo terminado.

### 5.3.5.1 Ensayos

De cada mixer el encargado de control de calidad extrae una muestra de hormigón con la cual elabora 3 probetas para realizar los ensayos de compresión simple correspondientes. Las muestras se extraen después de colar el primer cuarto de m<sup>3</sup> y antes de colar el último cuarto de m<sup>3</sup>. Se ensaya una probeta a los 7 días y otra a los 28 días, la tercera se conserva por seguridad.

Las probetas se prepararon cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura según lo indican las normas IRAM 1524 y 1534. El llenado de las probetas se realizó en 3 capas, se colocó hormigón hasta cubrir la tercera parte de la altura del molde cada vez. Una vez colocada cada capa, se la compactó con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre la superficie.

Los ensayos de compresión fueron realizados por el laboratorio de Estructuras de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, según la norma IRAM 1546 correspondiente.

Los informes de los ensayos de dichas probetas fueron entregados a la Inspección para evaluar su aprobación.



**Figura 5.21:** Extracción de muestra para la elaboración de probetas.



**Figura 5.22:** Elaboración de probetas.



**Figura 5.23:** Elaboración de probetas para ensayo de compresión.

## 5.4 INSPECCIÓN DE PILOTES

### 5.4.1 Excavaciones

Se inspeccionan todas las excavaciones de los pilotes antes del colado del hormigón. Una vez aprobadas, el contratista podrá colocar las armaduras y colar el hormigón.

Se corroboró que los diámetros, profundidades y campanas de los pozos sean los indicados y aprobados en los planos de proyecto, se verificó también la verticalidad de los pozos y la limpieza del fondo de la excavación.

La inspección realizó desde la superficie del terreno, por lo que el Contratista proporcionó elementos de iluminación, cintas métricas y barras de acero para verificar la verticalidad y dimensiones de las perforaciones.

Para verificar la profundidad y verticalidad de los pozos se utilizó una cinta métrica a la cual se le amarró una plomada en el extremo. El diámetro se midió en la boca de la perforación por medio de cinta métrica, la dimensión de la campana se midió por medio de una barra de acero doblada con la longitud correspondiente a la campana. En las Figuras 5.24 y 5.25 se observa la medición de la profundidad de las excavaciones.

Todos los diámetros de las bocas de pozos resultaron coincidentes con los del proyecto.

La limpieza del fondo de la excavación se observó por medio de linterna y/o espejo aprovechando el reflejo del sol. En algunas perforaciones se observó la presencia de botellas y/o basura por lo que se solicitó que un operario descendiera al pozo y limpiara el fondo.

Durante la inspección de las excavaciones, en todos los pozos se midieron profundidades menores a las de proyecto. Esto fue consecuencia de la presencia del manto de arena, por lo cual la excavación mecánica provoca el desmoronamiento del pozo.

La Inspección junto con la división Estructuras analizó la situación de las perforaciones realizadas y se decidió disminuir la cota de fundación en aproximadamente 80 cm.

Del recálculo de los pilotes se obtuvo que la capacidad de carga de los mismos es suficiente a la profundidad de 5,5 metros, por lo cual se optó como nueva cota de fundación para la obra. Sobre esta profundidad se realizó la campana correspondiente.

Se Inspeccionó que todos los pozos lleguen al manto de arena. Para ello se utilizó una barra de hierro y un espejo. La barra se hinca en el fondo para

corroborar la presencia de arena, además se observa desde la superficie iluminando con el espejo, tal como se ilustra en la Figura 5.26.

También se verificaron las dimensiones de las campanas de los pozos por medio de una barra de acero doblada.

En algunas inspecciones de pozos se observó agua en su interior, como así también se encontraron pozos desmoronados. Esto se debió a las lluvias ocurridas después de la perforación, por lo cual se exigió que se cubran los pozos hasta el momento del colado del hormigón. En las Figuras 5.27 y 5.28 se muestran el interior de algunas perforaciones que quedaron expuestas a las lluvias y en la Figura 5.29 se muestran las medidas tomadas para evitar estos inconvenientes.

Los pozos contenían agua o desmoronamientos fueron rechazados, por lo que el contratista tuvo que bombear el agua y barro del interior del pozo y reexcavar los mismos. Luego se solicitó una nueva inspección para proseguir con el colado.

#### *5.4.1.1 Exigencias de la inspección para la empresa contratista.*

Ante algunos inconvenientes u observaciones, la Inspección le exigió a la empresa contratista ciertas tareas que se consideran, a juicio la inspección, beneficiosas para la obra, Entre estas podemos citar:

- Delimitación de los pozos con cinta indicativa de peligro para evitar accidentes de caída tanto para el personal como para terceros o animales que ingresen a la obra.
  
- Utilización de cascos y ropa adecuada para toda persona que se encuentre en la obra.

- Acortar el tiempo transcurrido entre la excavación y llenado del pozo a los fines de evitar perturbaciones.
- Tapar los pozos excavados para evitar el ingreso de agua y/o basura en el mismo.
- Contar con los elementos adecuados para inspeccionar los pozos, tales como cinta métrica, plomada, espejo, barras de hierro y los medios necesarios en el caso que la inspección considere necesario descender al interior del mismo.



**Figura 5.24:** Medición de la profundidad de la excavaciones con cinta métrica y plomada.



**Figura 5.25:** Medición y observación con espejo del fondo de las perforaciones.



**Figura 5.26:** Verificación del alcance del manto de arena con barra de acero.



**Figura 5.27:** Pozo con agua de lluvia en el fondo.



**Figura 5.28:** Pozo desmoronado por el agua de lluvia ingresada.



**Figura 5.29:** Protección de pozos contra el agua de lluvia.

### 5.4.2 Armaduras

Se inspeccionó en obra que las armaduras tengan la cantidad de barras y diámetros que corresponden a los detalles de proyecto aprobados. Se verificaron también que las separaciones y densificaciones de estribos sean las correctas.

Se observó también que los empalmes entre las barras sean adecuados, que estén atadas correctamente y que las armaduras estén libres de pinturas, grasa, exceso de óxido o cualquier otra sustancia perjudicial para el acero o la adherencia.

En el momento de colocar las armaduras en el interior de los pozos se corroboró que cuenten con los separadores que aseguren como mínimo 6 cm de recubrimiento.

Se observó que las armaduras se posicionen correctamente antes del hormigonado levantándolas para dejar las armaduras en espera para la unión con las futuras vigas riostras y columna.

En las inspecciones realizadas se observó que las armaduras fueron realizadas correctamente y se encontraran limpias. Por ello fueron aprobadas para colocarlas en los pozos y posterior hormigonado.

#### 5.4.2.1 Exigencias de la inspección para la empresa contratista.

- Se exigió que se coloquen los empalmes de las barras longitudinales en el fondo de la excavación.
  
- En algunas inspecciones no se encontró al Director Técnico en la obra, por lo que se reclamó su presencia en todo momento.

- Se recomendó orden y limpieza en la obra, se exigió que se avance ordenadamente con las tareas y que se retiren los materiales y herramientas que entorpecían los trabajos.

### **5.4.3 Hormigonado**

48 hs antes de iniciar el proceso de hormigonado, el Contratista solicitó mediante el libro de Notas de Pedido a la Inspección que autorice su ejecución. La Inspección efectuó mediante el Libro de Órdenes de Servicio la conformidad u observaciones correspondientes para la autorización de hormigonar.

Durante el proceso de hormigonado se controló que el mismo se realice con manga de acuerdo a lo indicado en el pliego de estructuras.

Se controló que el hormigón sea colocado sin interrupciones hasta la cota final del pilote, como así también que no exista contaminación del hormigón con suelos, líquidos u otros materiales extraños que puedan afectar adversamente el comportamiento del pilote.

Se inspeccionó visualmente el hormigón en el momento del colado, observando que respete el tamaño máximo de agregado de 30 mm y la consistencia del mismo.

Se observó segregación del material en el colado de algunos camiones, motivo por el cual se pidió a la empresa contratista que realice el ensayo de asentamiento en cono de Abrams de cada mixer en el momento de la recepción.

#### *5.4.3.1 Control de calidad del hormigón*

Al utilizarse hormigón elaborado, la resistencia y el asentamiento son pedidos a la empresa hormigonera, por lo cual solo se realizaron ensayos de control.

Se controlaron los remitos entregados por la empresa hormigonera, en el cual se especifica el horario de carga del mixer, el horario de salida de la planta, el de llegada a la obra, el inicio de la descarga, el final de la descarga y cuando se retiró de la obra. En la Figura 5.30 se muestra un ejemplo de remito entregado por la empresa Holcim en el momento antes de retirarse de la obra.

Se exigió que no transcurrieran más de 60 min desde el momento de la carga del camión al final de la descarga en los pilotes, a los fines de evitar que comience a fraguar el hormigón. Debido a la cercanía de la planta hormigonera a la obra, el tiempo transcurrido fue en la mayoría de los casos inferior al máximo permitido.

En cuanto a los ensayos, se inspeccionó que se elaboren 3 probetas de cada mixer cumpliendo con las normas IRAM 1524 y 1534 correspondientes, controlando también que se extraigan las muestras después del agregado de agua en el caso que se realice.

La empresa contratista entregó los informes de los ensayos de compresión axial a la inspección, en el cual se especifica el lugar exacto donde fue colocado el hormigón del cual se extrajo cada muestra.

La inspección controló los resultados de estos ensayos, los cuales en todos los casos superaron la resistencia requerida de 21 MPa.

Toda la documentación, tanto los remitos como los informes de los ensayos, planos etc. fueron archivados en el expediente de la obra que se encuentra en poder de la Inspección.

**REMITO**

PLANTA EMISORA: PLANTA CORDOBA  
 Nombre: Pedro Castro  
 Calle: Corrientes 1000  
 Localidad: CORDOBA  
 Provincia: Cordoba  
 País: Argentina

Destinatario: A.R.C. S.R.L.  
 Dirección: AV. LLANEDA 2108  
 Localidad: 5000 - CORDOBA  
 Provincia: Córdoba  
 País: Argentina

Código: 1423143  
 Provincia: Córdoba  
 País: Argentina

Código Producto	Descripción	Unidad	Cantidad
1000009	H210K15P4N	m <sup>3</sup>	8

Horario de entrega:

Hora Carga	Salida Planta	Llegada Obra	Inicio Descarga	Fin Descarga	Salida Obra	Llegada Planta
10:22	10:27	11:05	11:45	12:15	12:25	

La firma de este remito implica la aceptación de las condiciones de provisión y ventas de Holcim.

Chofer, Sr: Fuentes Gustavo Manuel  
 Nro: 28193

Firma: *[Firma]*  
 Aclaración: ANSINA MARINO  
 DNI N°: 23231149

Figura 5.30: Ejemplo de remito proporcionado por Holcim.

5.4.3.2 Exigencias de la inspección para la empresa contratista.

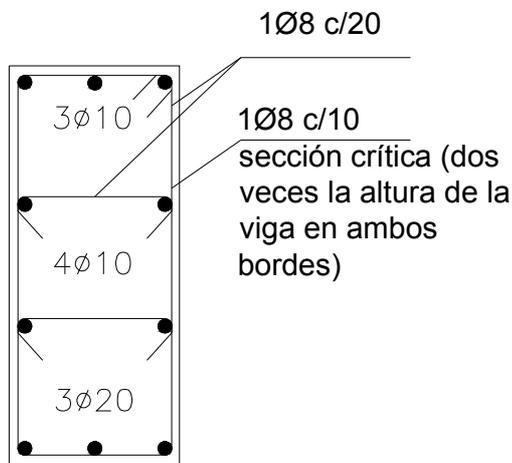
- Se pidió a la empresa contratista que realice un ensayo de asentamiento o cono de Abrams a cada camión hormigonero.
- Se pidió que el contratista tenga en condiciones los pozos a hormigonar, así como los medios de circulación necesarios para el camión hormigonero a fin de evitar demoras en iniciar el colado.

## 5.5 EJECUCION DE VIGAS RIOSTRAS Y VIGAS DE FUNDACION

### 5.5.1 Detalles de vigas riostras y vigas de fundación

En las Figuras 5.31 y 5.32 se muestran los detalles de las vigas riostras y vigas de fundación que se ejecutaron en la obra.

VRR (30x70)



VR (30x70)

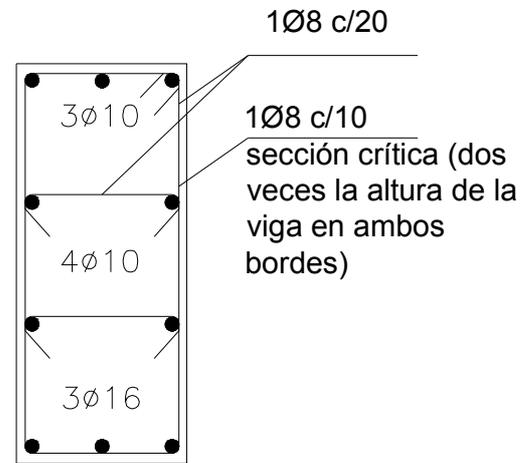


Figura 5.31: Destalles de vigas riostras

Figura 5.32: Destalles de vigas riostras y vigas de fundación.

### **5.5.2 Replanteo de vigas riostras y vigas de fundación.**

El Contratista realizó los planos de replanteo de vigas riostras y de fundación en base a los planos de estructuras aprobados por la Dirección General de Arquitectura. Los mismos fueron presentados y aprobados por la Inspección para dar comienzo a las excavaciones.

La Figura 5.33 muestra el plano de replanteo de vigas riostras y vigas de fundación.

Luego, el contratista materializó los trabajos de replanteo de las vigas en el terreno, para ello se utilizó el corralito parcial ya construido para el replanteo de los pilotes de fundación. Se ubicó el eje de las vigas por medio de tanzas clavadas o atadas al corralito.

Una vez terminado el replanteo se solicitó a la Inspección la aprobación del trabajo realizado. Obtenida la aprobación respectiva, se comenzó con los trabajos de excavación.

**Figura 5.33: Plano de Replanteo de vigas riostras y vigas de Fundación.**

### **5.5.3 Excavación de vigas riostras**

Antes de comenzar con las excavaciones se corroboraron los niveles del terreno y se niveló donde resultó necesario. De esta manera el terreno quedó nivelado a la cota correspondiente a las vigas de fundación. Para realizar la nivelación se utilizó un nivel y una mira.

En la Figura 5.34 se observa el nivel y mira utilizados para corroborar los niveles.

La excavación de las vigas riostras y de fundación se realizó en forma manual por los obreros con la utilización de palas.

En la Figura 5.35 se observa un obrero realizando la excavación de las vigas riostras.

Las vigas se excavaron primero en una dirección (dirección x), dejando así espacio para el paso de los camiones hormigoneros, una vez hormigonadas estas vigas se excavaron las vigas en la otra dirección. Para hormigonar las segundas el camión hormigonero circuló sobre las vigas ya hormigonadas.

Cuando se excavaron las vigas en la dirección X también se excavaron unos centímetros en la dirección Y, esto se hizo para colocar las armaduras en espera que servirán de empalme con las vigas en la dirección Y.



**Figura 5.34:** Corroboración de niveles para excavación de vigas riostras y de fundación.



**Figura 5.35:** Excavación de vigas riostras y de fundación.



**Figura 5.36:** Excavación de vigas riostras y de fundación.

#### **5.5.4 Armaduras de vigas riostras y de fundación.**

Las vigas riostras y de fundación constan de las siguientes armaduras, según se indica en la Figura 5.32:

- VR1 (25x30) = 4 barras longitudinales  $\phi$  12 y estribos  $\phi$  6 cada 20 cm.
- VR2 (25x35) = 6 barras longitudinales  $\phi$  12 y estribos  $\phi$  6 cada 20 cm.
- VR3 (20x60) = 6 barras longitudinales  $\phi$  12, 2 barras de armadura de piel  $\phi$  6 y estribos  $\phi$  6 cada 20 cm.
- VF1 y VF2 (25x35) = 5 barras longitudinales  $\phi$  12, 2 barras  $\phi$  16 adicionales en tracción y estribos  $\phi$  6 cada 20 cm.
- VF3 (25x65) = 5 barras longitudinales  $\phi$  20 en tracción, 2 barras longitudinales  $\phi$  12 en compresión, 2 barras  $\phi$  8 de armadura de piel, y estribos  $\phi$  6 cada 20 cm.
- VF4 (25x65) = 3 barras longitudinales  $\phi$  20 en tracción con 2 barras adicionales  $\phi$  16 en el tramo, 3 barras longitudinales  $\phi$  12 en compresión, 2 barras  $\phi$  8 de armadura de piel, y estribos  $\phi$  6 cada 20 cm.

Las barras se cortaron con amoladora y los estribos se doblaron por medio de dobladoras manuales en un sector de la obra destinado a tal fin. En las Figuras 5.37 y 5.38 se observan las dobladoras utilizadas.

Las vigas se armaron atando los estribos a las barras longitudinales con doble alambre N° 17, tal como se muestra en la Figura 5.39.

Los encuentros entre vigas se realizaron elevándolas sobre puntales de madera en las excavaciones correspondientes, como se observa en las Figuras 5.40 y 5.41 . Una vez atados los nudos, se retiraron los puntales y se bajaron las armaduras dentro de las excavaciones, como se puede ver en la Figura 5.42.

Para asegurar el recubrimiento de 5 cm de las armaduras, se suspendieron las mismas por medio de alambres atados a puntales de madera colocados en la superficie, tal como se observa en la Figura 5.43

Una vez posicionadas las vigas se ataron las armaduras en espera para las futuras columnas, las cuales se hormigonaron en la siguiente etapa.

En las Figuras 5.43 y 5.44 se muestran las vigas listas para hormigonar, con las correspondientes armaduras en espera para las columnas.



**Figura 5.37:** Sector destinado al doblado de armaduras.



**Figura 5.38:** Doblado de armaduras.



**Figura 5.39:** confección de armaduras para vigas riostras y de fundación.



**Figura 5.40:** Disposición de armaduras para realizar en encuentro se vigas.



**Figura 5.41:** Encuentro de vigas riostras.



**Figura 5.42:** Descenso de las armaduras dentro de las excavaciones.



**Figura 5.43:** Vigas riostras listas para hormigonar.



**Figura 5.44:** vigas riostras listas para hormigonar

### 5.5.5 Hormigonado de vigas riostras

Una vez colocadas las armaduras, la empresa contratista solicitó la inspección correspondiente para dar comienzo al colado del hormigón.

Se utilizó hormigón elaborado H-21 comprado a la empresa Holcim perteneciente a la Red Minetti. La planta emisora se encuentra situada en la Avenida Monseñor Pablo Cabrera 7440.

El colado del hormigón se realizó desde la superficie por medio de canaleta, avanzando por tramos con el camión. Los obreros fueron esparciendo el hormigón con palas, al mismo tiempo fueron vibrando el hormigón utilizando un vibrador de inmersión, finalmente se terminó la superficie con la ayuda de fratachos. En las Figuras 5.45, 5.46, 5.47 y 5.48 se muestra el proceso de hormigonado de las vigas riostras y de fundación.

Mientras se hormigonaron las vigas, se colocaron algunos hierros que servirán de apuntalamiento para los encofrados de las columnas, tal como se observa en la Figura 5.49.



**Figura 5.45:** Colado de hormigón en vigas riostras y de fundación.



**Figura 5.46:** Hormigonado de vigas riostras. **Figura 5.47:** Hormigonado de vigas riostras.



**Figura 5.48:** Vibrado de hormigón en vigas riostras.



**Figura 5.49:** Viga riostra terminada.



**Figura 5.50:** Primera etapa de vigas riostras casi terminada.



**Figura 5.51:** Primera etapa de vigas riostras terminada.

#### 5.5.5.1 Ensayos

Al igual que en el hormigonado de los pilotes y de todo el hormigón colocado en la obra, de cada Mixer se elaboraron 3 probetas para realizar los ensayos de compresión simple correspondientes.

Los ensayos de compresión fueron realizados por el laboratorio de Estructuras de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, según la norma IRAM 1546 correspondiente.

Los informes de los ensayos de dichas probetas fueron entregados a la Inspección para evaluar su aprobación.

### 5.6 INSPECCIÓN DE VIGAS RIOSTRAS Y DE FUNDACION

Se inspeccionan todas las excavaciones de las vigas antes del colado del hormigón. Una vez aprobadas, el contratista podrá colocar las armaduras y colar el hormigón.

Se corroboraron en las excavaciones las dimensiones indicadas en los planos de proyecto aprobados, se verificó también la verticalidad de las paredes de la excavación y la limpieza del fondo.

Para verificar la profundidad de las excavaciones se utilizó una cinta métrica. La verticalidad se verificó a ojo. Todas las dimensiones de las excavaciones resultaron coincidentes con los del proyecto.

En varias perforaciones se observó la presencia de botellas y/o basura por lo que se solicitó que un operario limpiara el fondo.

En algunas inspecciones se observó agua en el interior de las excavaciones, consecuencia de las lluvias ocurridas. Las mismas fueron rechazadas y se exigió bombear el agua y barro del interior para reacondicionar las excavaciones. Luego se solicitó una nueva inspección para proseguir con el colado. En las Figuras 5.52 y 5.53 se observan excavaciones de vigas riostras a las que ingreso agua de lluvia.

Se inspeccionó en obra que las armaduras tengan la cantidad de barras y diámetros que corresponden a los detalles de proyecto aprobados. Se verificaron también que las separaciones y densificaciones de estribos sean las correctas.

Se observó que los empalmes entre las barras sean adecuados, que estén atadas correctamente y que las armaduras estén libres de pinturas, grasa, exceso de óxido o cualquier otra sustancia perjudicial para el acero o la adherencia.

Se puso especial énfasis en la inspección de los nudos de unión entre pilotes, vigas y columnas.

Se observó que las armaduras se posicionen correctamente antes del hormigonado levantándolas desde la superficie como ya se mencionó.

48 hs antes de iniciar el proceso de hormigonado, el Contratista solicitó mediante el libro de Notas de Pedido a la Inspección que autorice su ejecución. La Inspección efectuó mediante el Libro de Órdenes de Servicio la conformidad u observaciones correspondientes para la autorización de hormigonar.

Se controló que el hormigón sea colocado sin interrupciones hasta la cota final de las vigas, como así también que no exista contaminación del hormigón con suelos, líquidos u otros materiales extraños que puedan afectar adversamente el comportamiento de las mismas.

Se inspeccionó visualmente el hormigón en el momento del colado, observando que respete el tamaño máximo de agregado de 30 mm y la consistencia del mismo.

Se controló también que no se supere la relación agua/cemento del dosaje que garantiza la resistencia requerida.

En cuanto a la maquinaria se solicitó un segundo vibrador de inmersión para evitar interrupciones del hormigonado en el caso que se descomponga el vibrador utilizado.



**Figura 5.52:** Viga riostra con agua y barro en su interior por lluvia.



**Figura 5.53:** Zanja para viga riostra con agua de lluvia previo al hormigonado.

#### 5.6.1.1 Control de calidad del hormigón

El control de calidad del hormigón se realizó en el caso de las vigas riostras y de fundación de la misma manera descripta para de los pilotes.

Se controlaron los remitos entregados por la empresa hormigonera. Se exigió que no transcurrieran más de 60 min desde el momento de la carga del camión al final de la descarga.

En cuanto a los ensayos, se inspeccionó que se elaboren 3 probetas de cada mixer cumpliendo con las normas IRAM 1524 y 1534 correspondientes, controlando también que se extraigan las muestras después del agregado de agua en el caso que fuese necesario.

La empresa contratista entregó los informes de los ensayos de compresión axial a la inspección, en los cuales se especifican los lugares exactos donde fue colocado el hormigón del cual se extrajo cada muestra.

La inspección controló los resultados de estos ensayos, los cuales en todos los casos superaron la resistencia requerida de 21 MPa (H-21).

Toda la documentación, tanto los remitos como los informes de los ensayos, planos etc. fueron archivados en el expediente de la obra que se encuentra en poder de la Inspección.

### 5.7 EJECUCIÓN DE CABEZAL EN EL PILOTE N°29

Como se mencionó en el apartado 5, debido a la presencia de una gran masa de hormigón encontrada en la excavación del pilote N° 29, se decidió cambiar la ubicación del pilote y se diseñó el cabezal mostrado en la Figura 5.54.

La excavación para el cabezal se realizó manualmente con la ayuda de palas y sus armaduras fueron cortadas dobladas y atadas en obra.

En la Figura 5.55 se observa la armadura realizada para el cabezal y en las Figuras 5.56 y 5.57 la excavación del mismo.

Una vez colocada la armadura en la excavación, se solicitó la aprobación de la Inspección para ser hormigonado. El hormigón fue colado desde la superficie por medio de canaleta, también fue vibrado con vibrador de inmersión.

**Figura 5.54:** detalle de cabezal.



**Figura 5.55:** Armadura para cabezal.



**Figura 5.56:** Excavación para cabezal.



**Figura 5.57:** Excavación para cabezal.

### 5.8 INSPECCIÓN DEL CABEZAL DEL PILOTE N°29

Se inspeccionó la excavación del cabezal midiendo con cinta métrica. La misma tenía las dimensiones proyectadas, por lo que fue aprobada.

Se inspeccionó en obra que las armaduras tengan la cantidad de barras y diámetros que corresponden a los detalles de proyecto aprobados.

Se observó también que las barras estén atadas correctamente y que las armaduras estén libres de pinturas, grasa, exceso de óxido o cualquier otra sustancia perjudicial para el acero o la adherencia.

Se inspeccionó de manera especial la unión entre el pilote, la columna y las vigas.

Se observó que las armaduras se posicionen correctamente antes del hormigonado levantándolas desde la superficie como ya se describió en el apartado 5.

48 hs antes de iniciar el proceso de hormigonado, el Contratista solicitó mediante el libro de Notas de Pedido a la Inspección que autorice su ejecución. La Inspección efectuó mediante el Libro de Órdenes de Servicio la conformidad para la autorización de hormigonar.

Se controló que el hormigón sea colocado sin interrupciones hasta la cota final de las vigas, como así también que no exista contaminación del hormigón con suelos, líquidos u otros materiales extraños que puedan afectar adversamente el comportamiento de las mismas.

Se inspeccionó visualmente el hormigón en el momento del colado, observando que respete el tamaño máximo de agregado de 30 mm y la consistencia del mismo.

Para el control de calidad del hormigón se realizaron y ensayaron 3 probetas de cada mixer como en el resto del hormigonado.

### **5.9 EJECUCIÓN DE LOSAS SANITARIAS**

Debajo de los sectores de baños y cocina se realizaron losas sanitarias, estas losas se generaron para el apoyo de las instalaciones sanitarias, debido a la alta colapsabilidad del estrato superior del suelo.

La obra consta de 5 losas sanitarias ubicadas según se observa en la Figura 5.1. Estas losas son del tipo macizas de 15 cm de espesor. Las armaduras de las mismas se componen de una malla Sima inferior y otra superior de 15 x 15 cm de separación con 8 mm de espesor.

Las losas sanitarias descargan sobre las vigas de fundación perimetrales. Las se empotraron en las vigas a una profundidad de 40 cm, generando el espacio necesario para las instalaciones sanitarias.

Las vigas de fundación perimetrales se hormigonaron hasta la profundidad correspondiente a las losas sanitarias. Una vez fraguadas las vigas se excavó el suelo sobrante para luego realizar las losas.

En las Figuras 5.59 y 5.60 se muestran las vigas perimetrales hormigonadas y la excavación para las losas respectivamente.

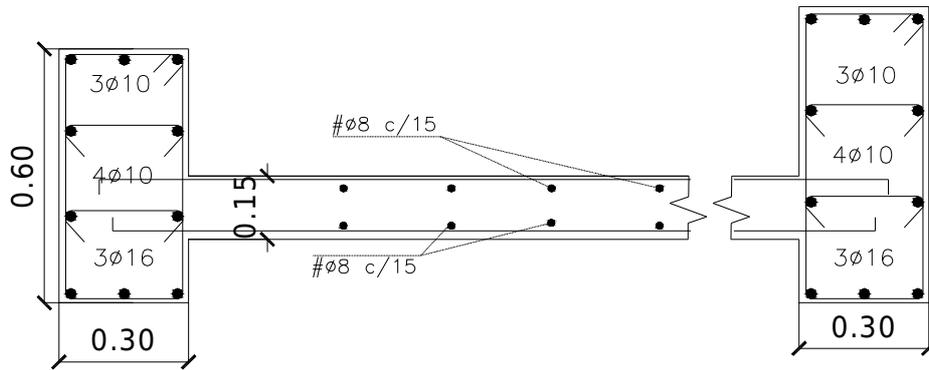
Previo al colado del hormigón se colocó una membrana sintética aislante en el fondo de la excavación sobre esta membrana se colocaron las armaduras correspondientes empotrándolas en las vigas de fundación. Para asegurar el recubrimiento necesario, las mallas se ataron con alambre a separadores de hierros doblado comúnmente llamados ranas.

En la Figura 5.61 se observa la membrana y armaduras colocadas para proceder a hormigonar y en la Figura 5.62 los separadores utilizados.

Una vez posicionada la membrana y las armaduras se solicitó su inspección para proceder al hormigonado, estas fueron aprobadas por las notas de servicio correspondientes. Terminado el trámite se realizó el colado del hormigón con canaleta desde la superficie, esparciendo con palas, compactándolo con vibrador de inmersión y terminándolo con reglas que se apoyan sobre guías de barras de acero atadas a las armaduras.

En la Figura 5.63 se puede ver una losa sanitaria ya hormigonada.

Tan pronto como el hormigón endureció lo suficiente, se comenzó el proceso de curado, el método que se empleó fue la utilización de agua potable, humedeciendo periódicamente la superficie rociándola con mangueras.



**Figura 5.58:** Detalle de losa sanitaria.



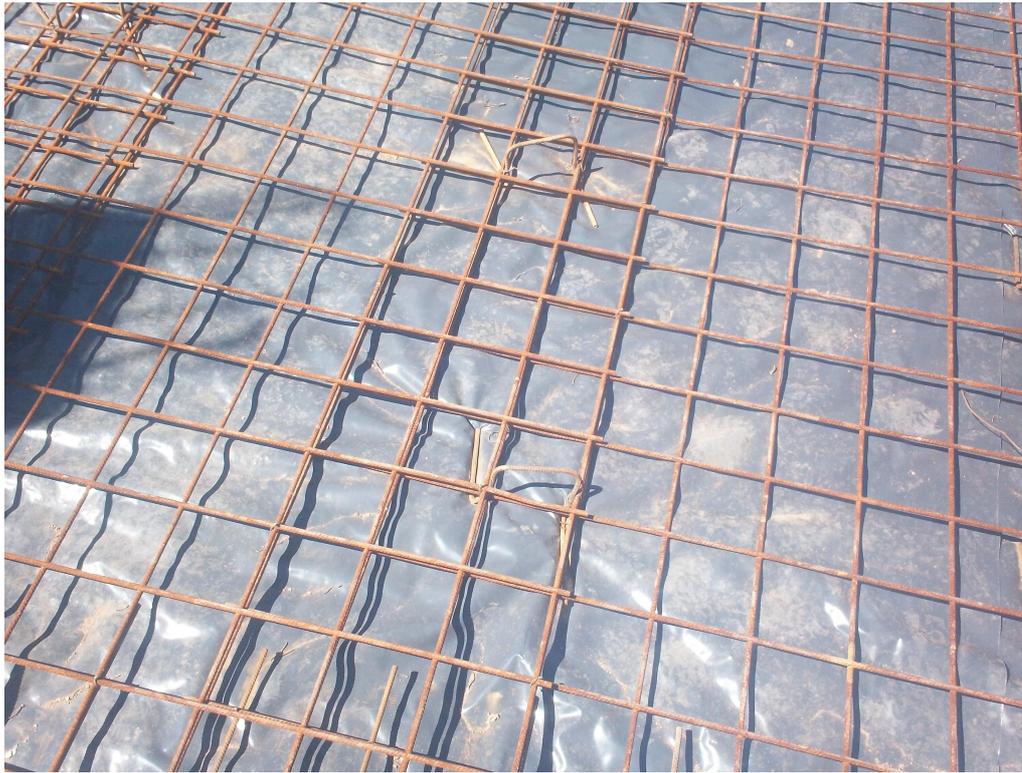
**Figura 5.59:** vigas de fundación perimetrales.



**Figura 5.60:** Excavación para losa sanitaria.



**Figura 5.61:** Losa sanitaria lista para hormigonar.



**Figura 5.62:** Separadores de armaduras para losa sanitaria.



**Figura 5.63:** Losa sanitaria terminada.

### 5.10 INSPECCIÓN DE LOSA SANITARIA

En la inspección de las excavaciones de las losas sanitarias se observó que la profundidad de las mismas no era la correspondiente a 40cm. Por lo cual no era suficiente para realizar las instalaciones cloacales, ya que es necesaria una pendiente de las cañerías principales del 1,5 %.

Debido a la escasa profundidad de las losas sanitarias se exigió excavar hasta aproximadamente 40 cm de profundidad desde el nivel de terreno natural. Las losas sanitarias deben estar empotradas en las vigas perimetrales, por esta razón se demolieron las vigas con martillo neumático hasta la profundidad correspondiente a las losas.

Se inspeccionó en obra que las armaduras sean las correspondientes y que las mismas sean ancladas en las vigas.

Se observó que la membrana y las armaduras se posicionen correctamente antes del hormigonado colocándole separadores o ranas.

48 hs antes de iniciar el proceso de hormigonado, el Contratista solicitó mediante el libro de Notas de Pedido a la Inspección que autorice su ejecución. La Inspección efectuó mediante el Libro de Órdenes de Servicio la conformidad para la autorización de hormigonar.

Se inspeccionó visualmente el hormigón en el momento del colado, observando que respete el tamaño máximo de agregado de 30 mm y la consistencia del mismo.

Para el control de calidad del hormigón se realizaron y ensayaron 3 probetas de cada mixer como en el resto del hormigonado.

Se verificó también que se realice el correcto curado de la superficie de las losas hormigonadas.

### 5.11 EJECUCIÓN DE PLANCHETAS DE FUNDACIÓN

Las planchetas de fundación son contrapisos armados de pequeño ancho (0.59 m) que cumplen la función de servir de apoyo a tabiques no alineados con la estructura que se construyen en la zona de circulación del colegio, en los que se colocan bancos y placares. El objetivo de construir estas planchetas es evitar tener que construir pozos con sus correspondientes vigas de fundación para apoyar los muros no alineados de los bancos y placares. En la Figura 5.1 se puede observar la ubicación de las mismas.

La armadura de las planchetas de fundación se realizó con una malla sima superior doblada de 15 x 15 cm de separación con 6 mm de espesor, tal como se indica en la Figura 5.64.

Para realizar estas planchetas primeramente se excavó con pala el sector correspondiente, luego se colocaron las armaduras y por último se hormigonaron.

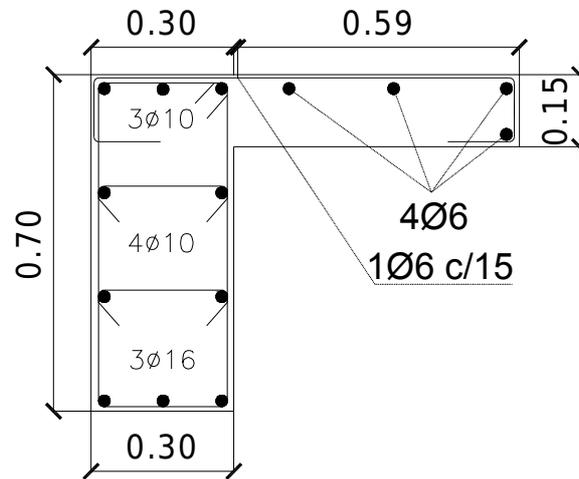
Las armaduras se ataron a las armaduras en espera que se dejaron en el hormigonado de las vigas adyacentes a las planchetas. Para levantar las armaduras se utilizaron las ranas ya mencionadas.

En la Figura 5.65 se muestra una plancheta lista para ser hormigonada.

Se utilizó hormigón elaborado H-21 comprado a la red Minetti. Se hormigonó desde la superficie por medio de canaleta o carretilla en sectores no accesibles, se esparció con palas, se compactó con vibrador de inmersión y se terminó la superficie con regla. Todo hormigonado se realizó con previa autorización de la Inspección.

En la Figura 5.66 se observan las planchetas de fundación, algunas con sus armaduras listas para hormigonar y otras ya terminadas.

Tan pronto como el hormigón endureció lo suficiente, se comenzó el proceso de curado. El método que se empleó fue la utilización de agua potable, humedeciendo periódicamente la superficie rociándola con mangueras.



**Figura 5.64:** Detalle plancheta de fundación.



**Figura 5.65:** Plancheta de fundación preparada para hormigonar.



**Figura 5.66:** Vista de las planchetas de fundación.

### 5.12 INPECCIÓN DE PLANCHETAS DE FUNDACIÓN

En la inspección de las excavaciones de las planchetas de fundación, se observó que la profundidad de las mismas sea de 15 cm como indica el proyecto de fundaciones.

Se inspeccionó en obra que las armaduras sean las correspondientes y que las mismas sean ancladas en las vigas, atándolas a las armaduras en espera colocadas en las vigas perimetrales.

Se observó que las armaduras se posicionen correctamente antes del hormigonado colocándole separadores o ranas.

48 hs antes de iniciar el proceso de hormigonado, el Contratista solicitó mediante el libro de Notas de Pedido a la Inspección que autorice su ejecución.

La Inspección efectuó mediante el Libro de Órdenes de Servicio la conformidad para la autorización de hormigonar.

Se inspeccionó visualmente el hormigón en el momento del colado, observando que respete el tamaño máximo de agregado de 30 mm y la consistencia del mismo.

Para el control de calidad del hormigón se realizaron y ensayaron 3 probetas de cada mixer como en el resto del hormigonado.

Se verificó también que se realice el correcto curado de la superficie de las losas hormigonadas.

### **5.13 EJECUCIÓN DE JUNTAS DE DILATACION**

La estructura del colegio cuenta con dos juntas de dilatación, que dividen a la edificación en tres sectores, tal como se observa en la Figura 5.1.

Para que las vigas de fundación separadas por una junta de dilatación resulten independientes, fueron hormigonadas consecutivamente por separado. Se hormigonó la primera viga y una vez que esta fraguo se procedió al hormigonado de la segunda, la que es paralela a la primera. Dado que ambas vigas se ubican en la misma zanja fue necesario encofrar la pared de la primera viga, tal como se observa en la Figura 5.67.

El hormigón fue colado desde la superficie por medio de canaleta, esparciéndolo con palas y vibrándolo con vibrador de inmersión, la superficie se terminó con la ayuda de llanas. En las Figuras 5.68 5.69 y 5.70 se muestra el proceso de hormigonado de las vigas de fundación adyacentes a una junta de dilatación.

Una vez fraguado el hormigón, se retiró el encofrado y se colocaron planchas de polietileno expandido para generar la separación entre ambas vigas. Luego

se hormigonó la segunda viga quedando así constituida la junta de dilatación correspondiente.

En la Figura 5.71 se puede ver la viga una vez retirado el encofrado y en las Figuras 5.72 y 5.73 el hormigonado de la segunda viga de fundación.



**Figura 5.67:** Encofrado de vigas riostras.



**Figura 5.68:** Hormigonado de viga riostra adyacente a una junta de dilatación.



**Figura 5.69:** Vibrado de viga riostra adyacente a una junta de dilatación.



**Figura 5.70:** Hormigonado de viga.



**Figura 5.71:** Riostra desencofrada.



**Figura 5.72:** Junta de dilatación.



**Figura 5.73:** Junta de dilatación.

#### **5.14 INSPECCION DE JUNTAS DE DILATACION**

En la inspección de la junta de dilatación se corroboró que se encofraron correctamente las vigas riostras a fin de garantizar la independencia entre ambas partes.

Previo al hormigonado de la segunda viga de fundación se verificó que en toda la superficie de la cara de la viga contigua a la junta de dilatación hubiera polietileno expandido para garantizar la independencia estructural entre ambas vigas.

Se controló en especial que no exista ningún tipo de vinculación rígida entre ambos lados de la junta de dilatación, de modo que ambas partes trabajen en forma independiente.

Se inspeccionó también el proceso de hormigonado y la calidad del hormigón como ya se mencionó.

#### **5.15 RECEPCIÓN**

Una vez hormigonada cada pieza de la estructura se solicitó la aceptación de las mismas a la Inspección de obra. Esta labró las actas correspondientes donde consta que las estructuras fueron realizadas de conformidad con la documentación contractual, con las órdenes impartidas por la Inspección y con las exigencias establecidas en el reglamento CIRSOC 201. La recepción se efectuó una vez firmada el acta.

La empresa Contratista presentó los certificados mensuales a la Inspección quien corroboró que se certifiquen los porcentajes de cada ítem correspondientes a los trabajos aceptados.