

# Utilización del "Melment" en las fábricas de elementos prefabricados (\*)

J. W. NITSCHÉ, Ing. Dipl.

Hasta hace poco tiempo existía todavía la creencia de que solamente con cemento, agua y áridos se podía conseguir cualquier calidad de hormigón, considerándose superfluos los aditivos.

Sin embargo, hoy en día se exige cada vez una mejor calidad del hormigón. Las modernas técnicas de construcción determinan que los elementos de hormigón armado presenten una sección cada vez más pequeña, exigiéndose un hormigón de primera calidad. Se ha demostrado que el hormigón blando requerido para armaduras estrechas no puede obtenerse en muchos casos aumentando simplemente la cantidad de lechada de cemento. A ello hay que añadir que en las fábricas de elementos prefabricados de hormigón se da cada vez más importancia a los métodos para aumentar las resistencias iniciales. Si los técnicos se diesen por satisfechos con los tiempos usuales de fraguado de 28 días, no sería entonces rentable en muchas ocasiones el sistema de trabajo de dichas fábricas, pues el efecto de racionalización no sólo quedaría rápidamente descompensado por las enormes cantidades de moldes, encofrados, aparatos compactadores, etc., sino también por el amplio espacio necesario para depositar los mismos. Por consiguiente, en las fábricas de elementos prefabricados interesarán todos los procedimientos que garanticen elevadas resistencias iniciales, sin un notable menoscabo de las resistencias finales.

No vamos a detallar en este trabajo cada uno de los distintos métodos para el fraguado rápido del hormigón, sino que bastará con un breve resumen que permita una visión de conjunto sobre la eficacia de las distintas posibilidades.

El más importante es el tratamiento térmico cuyos resultados se muestran en la Tabla 1. Los valores numéricos han sido tomados del libro "Beton-Schnellerhärtung" (Fraguado rápido del hormigón), de Franjetic, publicado en 1969 por Bauverlag Wiesbaden y Berlín.

TABLE 1  
*Fraguado rápido del hormigón por medio de tratamiento térmico*

| Método                    | Tiempo empleado para prealmacenado, fraguado y enfriamiento | Resistencias a la compresión en %, 28 días | Adherencia en % | Coefficiente de retracción |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Fraguado normal           | 672 horas                                                   | 100                                        | 100             | 1                          |
| Calor 100°C<br>pres. atm. | 8 horas                                                     | 25                                         | 40              | 0,9                        |
|                           | 16 horas                                                    | 60                                         | 60              | 0,9                        |
| Calor 180°C<br>8-12 atm.  | 11 horas                                                    | 65                                         | 60              | 0,67                       |
|                           | 18 horas                                                    | 80                                         | 60              | 0,67                       |

\* Remitido por: HOECHST IBERICA, S. A.

En la Tabla se comprueba que en el tratamiento térmico sin presión se consiguen, después de 8-16 horas y según la duración del tiempo de fraguado, de un 25 a un 60 % de las resistencias que sin tratamiento térmico se obtienen en 28 días. Con la aplicación simultánea de calor y presión, mucho más costosa, puede conseguirse después de 11-18 horas de un 65 a un 80 % de las resistencias alcanzadas normalmente después de transcurrir 28 días. Existen además métodos todavía más costosos y también más eficaces, pero que no vamos a mencionar aquí. En la Tabla se aprecia igualmente que las resistencias alcanzables en 28 días se hallan en parte muy por debajo de los valores obtenibles sin tratamiento térmico y que disminuye la adherencia entre el hormigón y la armadura. Por el contrario, la retracción es favorablemente influenciada.

También pueden resultar favorablemente influenciadas las resistencias iniciales aprovechando las posibilidades generales tecnológicas del hormigón, como el aumento de la cantidad de cemento y la utilización de un cemento de gran calidad, así como la aplicación de curvas favorables de tamizado, eventualmente con granulometrías discontinuas del mayor tamaño posible de árido y la utilización de árido rodado. Los límites naturales del aumento del contenido de cemento los impone la retracción. Además, hay que suponer que en los elementos prefabricados de hormigón se tiende siempre a conseguir un nivel óptimo respecto de la cantidad de cemento y la calidad, incluso considerando los criterios económicos.

Como tercera posibilidad fundamental para el fraguado rápido del hormigón hay que citar el empleo de aditivos para el hormigón.

El empleo de cloruro de calcio, el activador más utilizado hasta ahora, tropieza con una crítica cada vez más adversa, debido a que puede perderse el efecto protector de la lechada de cemento sobre la armadura de acero. De todos modos, en Alemania está prohibido el  $\text{CaCl}_2$  para el hormigón armado y las piezas de hormigón portantes. Otros activadores son menos efectivos. Además, en muchos casos se reducen las resistencias finales y aumenta la retracción, como muestra la Tabla siguiente. Los valores numéricos han sido tomados del libro de M. Venuat "Adjuvants et Traitements des Mortiers et Betons" (Tabla 2).

TABLA 2

*Propiedades de algunos activadores comerciales*

| Producto comercial                                                 |      | A                       |       | B   |       | C               |     |
|--------------------------------------------------------------------|------|-------------------------|-------|-----|-------|-----------------|-----|
| Componente principal del aditivo                                   |      | $\text{K}_2\text{CO}_3$ |       | ?   |       | $\text{CaCl}_2$ |     |
| Dosificación referida al peso del cemento                          |      | 0 %                     | 2,5 % | 0 % | 3 %   | 0 %             | 3 % |
| Resistencias del mortero en ( $\text{kp}/\text{cm}^2$ ) después de | 7 d  | 308                     | 310   | 465 | 260   | 350             | 450 |
|                                                                    | 28 d | 580                     | 450   | 620 | 320   | 440             | 525 |
|                                                                    | 90 d | 710                     | 550   | 725 | 380   | 550             | 620 |
| Retracción en ( $\mu\text{m}$ ) después de                         | 7 d  | 375                     | 440   | 380 | 530   | 375             | 530 |
|                                                                    | 28 d | 500                     | 850   | 560 | 1.060 | 780             | 940 |

Otra posibilidad sería el empleo de plastificantes del hormigón, que permiten una reducción de la relación agua/cemento. En la práctica se emplea poco este grupo de productos, puesto que muchos de ellos son al mismo tiempo más o menos retardantes y, por dicha razón, no se obtienen las resistencias iniciales que podrían esperarse debido a la reducción de la relación agua/cemento.

Era, por tanto, lógico, ensayar el Melment (\*) para este campo de aplicación. Había que comprobar si el Melment L 10, solo o en combinación con otros métodos, puede contribuir a la solución de los problemas existentes. Los ensayos fueron prometedores, sobre todo porque se sabía que el Melment L 10 posee, entre otras, las siguientes propiedades:

1. El ahorro de agua alcanzable es mayor de lo normal. Depende algo de la relación agua/cemento y del contenido y la clase de cemento. En la Tabla 3 hemos recopilado los valores promedio obtenidos en los ensayos de laboratorio.

TABLA 3  
Ahorro de agua con una consistencia constante 300-400 kg de Portland 350 F/m<sup>3</sup> de hormigón

| Relación a/c de la mezcla sin aditivos | Consistencia  |                         | Ahorro del Agua                                                                             |      |
|----------------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                        | Desparramado* | Medida de compactación* | Dosificación Melment L 10<br>2 %                      4 %<br>(referido al peso del cemento) |      |
| 0,40                                   | —             | 1,28                    | 17 %                                                                                        | 23 % |
| 0,45                                   | 40 cm         | 1,11                    | 15 %                                                                                        | 20 % |
| 0,50                                   | —             | 1,24                    | 14 %                                                                                        | 20 % |
| 0,55                                   | 40 cm         | —                       | 11 %                                                                                        | 18 % |

(\*) Según DIN 1048.

2. Las resistencias finales conseguidas con la adición de Melment L 10 son mucho mayores que sin añadirlo. Hemos ensayado con probetas de una edad de hasta seis años.
3. La retracción no es efectada negativamente por el Melment, lo que se confirma en un informe sobre ensayos de fecha 8-1-1969, facilitado por el Instituto de Ensayos de Material para la Construcción, de la Escuela Superior de Ingenieros de Munich.
4. La hidratación del cemento es ligeramente retardada por el Melment L 10 en las primeras horas, pero luego se desarrolla rápidamente, de forma que bajo condiciones normales y en función del tipo de cemento, después de 8-12 horas se puede contar ya con un considerable aumento de las resistencias iniciales, que en función de la dosificación del Melment puede ser de un 50 a un 150 %.

Este aumento de las resistencias no debe atribuirse solamente al ahorro de agua obtenido merced a la acción fluidificante, sino que más bien puede explicarse, en parte, por la acción específica del Melment sobre la hidratación del cemento.

(\*) Melment es la marca registrada de los productos especiales para el sector de la construcción, fabricados por Süddeutsche Kalkstickstoff-Werke AG, Trostberg, sociedad en la que participa Hoechst AG en un 50 %.

En definitiva, puede afirmarse que debido a dichas propiedades del Melment, en las fábricas de elementos prefabricados podían esperarse buenos resultados en la solución de problemas específicos.

La firma Katzenberger de Innsbruck ha realizado amplias investigaciones que se prolongaron durante algo más de un año. Esto es tanto más importante por cuanto en el transcurso de las mismas se presentaron dificultades nada despreciables.

Las dos soluciones más importantes a los problemas planteados serán tratadas a continuación.

### Construcción de elementos en doble T

En la fábrica de Innsbruck de la firma Katzenberger se fabrican, entre otros productos, elementos en doble T de 16 m de longitud en hormigón pretensado. Se precisan unos 4 m<sup>3</sup> de hormigón por elemento. El encofrado se calienta a 60°C aproximadamente, por medio de radiadores de superficie situados debajo. La instalación es accionada por vapor de baja presión (0,6 atm), alcanzándose temperaturas en el hormigón de 55° a 65°C, según la duración del calentamiento (normalmente unas 14-16 horas). La densidad del armado requiere un hormigón en el margen de consistencia K 3 (\*), o sea consistencia blanda o fluida para conseguir una compactación completa y evitar coqueras. Significa un inconveniente para conseguir una plena compactación el que deban utilizarse agregados de machaqueo.

Se dispone de los siguientes agregados:

|                 |       |          |
|-----------------|-------|----------|
| Arena ... ..    | 0/3   | 602 kg   |
| Gravilla ... .. | 3/8   | 282 kg   |
| Gravilla ... .. | 8/12  | 469 kg   |
| Gravilla ... .. | 12/16 | 567 kg   |
|                 |       | <hr/>    |
|                 |       | 1.920 kg |

Los cables tensores pueden cortarse cuando se alcanza un 80 % de la resistencia final. Por lo general, se requiere un hormigón 450, de forma que resultan 360 kp/cm<sup>2</sup>. Este valor debe obtenerse transcurridas 17 horas, para que el encofrado pueda utilizarse una vez por día. Para obtener esta elevada calidad de hormigón en un tiempo relativamente corto se han empleado hasta ahora, según la estación del año, entre 380 y 450 kg del cemento Portland 475, de gran calidad, aplicando para su mejor trabajabilidad un plastificante comercial. Con el Melment debía intentarse emplear el Portland 275, de precio más favorable. La diferencia de precio entre ambos tipos de cemento y el gasto realizado hasta el momento por el plastificante corresponden aproximadamente al coste de una dosificación de 3 % de Melment L 10, referido al peso del cemento. Primeramente se efectuaron algunos ensayos de orientación. Las probetas cúbicas fueron cubiertas con placas de poliestireno expandido y depositadas en la estufa, a 40°C, resultando una temperatura máxima del hormigón de unos 56°C. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

(\*) Según DIN 1 045

TABLA 4  
Consistencia del hormigón fresco: constante (desparramado 50 cm)

| Aditivos, referidos al peso del cemento |                           | Tipo de cemento | Relación a/c | Resistencia a la compresión en (kp/cm <sup>2</sup> ) después de las siguientes horas, a 40°C |     |     |     |
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Melment L 10                            | Plastificante Comercial A |                 |              | 12                                                                                           | 14  | 16  | 18  |
| —                                       | 0,23 %                    | P-475           | 0,46         | 258                                                                                          | 278 | 316 | 322 |
| 2 %                                     | —                         | P-275           | 0,41         | 304                                                                                          | 327 | 338 | 363 |
| 2,5 %                                   | —                         | P-275           | 0,40         | —                                                                                            | —   | 356 | 366 |
| 3 %                                     | —                         | P-275           | 0,39         | —                                                                                            | —   | 388 | 388 |
| 5 %                                     | —                         | P-275           | 0,37         | —                                                                                            | —   | 416 | 439 |

La consistencia del hormigón fresco se mantuvo constante y se ajustó a un desparramado de 50 cm (\*), aproximadamente. Aunque el hormigón testigo ya contiene un plastificante, con el Melment se consiguió además un notable ahorro de agua. Por consiguiente, aumentan también las densidades volumétricas y, a pesar de la baja calidad del cemento, resultan resistencias superiores a las del hormigón testigo. Con una dosificación del 2,5 % de Melment L 10 se alcanzaron las resistencias nominales después de unas 16 horas.

Después de estos satisfactorios resultados se empezó con ensayos de mayor envergadura. Un tercio de la producción diaria se fabricó en la forma acostumbrada con 380 kg de cemento Portland 475/m<sup>3</sup> y el plastificante comercial, y dos tercios de la misma se elaboraron con Portland 275 y un 3 % de Melment L 10. Durante la fabricación se tomaron otras probetas, además de los juegos de probetas cúbicas del control normal de producción. El encofrado fue calentado, como de costumbre. Las probetas cúbicas fueron depositadas bajo el encofrado a la misma temperatura. La Tabla 5 indica los resultados.

TABLA 5  
Cantidad de cemento: 380 kg/m<sup>3</sup>

| Aditivos, referidos al peso del cemento |                           | Tipo de cemento | Resistencias a la compresión después de 17-18 horas | Observaciones         |
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Melment L 10                            | Plastificante comercial A |                 |                                                     |                       |
| —                                       | 0,23 %                    | P-475           | 298                                                 | Agua amasado caliente |
| 3 %                                     | —                         | P-275           | 413                                                 | Agua amasado caliente |
| 3 %                                     | —                         | P-275           | 424                                                 | Agua amasado fría     |

(\*) Según DIN 1 045, correspondiente a un cono de Abrams de aprox. 15 cm.

Transcurridas 17-18 horas las resistencias a la compresión con cemento Portland 275 y un 3 % de Melment L 10 fueron mayores que con Portland 475 y el plastificante comercial. Se trabajó con agua fría en el margen de consistencia del hormigón K 3.

Hasta ahora el hormigón se ha elaborado en la mezcladora con agua caliente, alcanzando el hormigón fresco una temperatura de 30°C, aproximadamente. Con este hormigón caliente se obtuvieron resistencias algo mayores. Al principio se trabajó con el Melment de la misma forma, lo que resultó ser, sin embargo, extremadamente problemático. El hormigón se trasvasa tres veces hasta su utilización.

Desde la mezcladora pasa al recipiente del tren de cucharas; en la nave de fabricación es trasvasado a un silo de almacenamiento y desde allí, en la vagoneta de transporte, pasa al lugar de utilización.

Sin embargo, el Melment produce entonces una fuerte autocompactación del hormigón. Adicionalmente, el efecto fluidificante del Melment disminuye, de forma similar que en el hormigón fluido, con el transcurso del tiempo. Además, el Melment produce una cierta densificación del hormigón. Estos tres efectos resultan considerablemente reforzados si en la mezcladora se trabaja con agua caliente.

El trasvase desde el silo a la vagoneta transportadora producía algunas dificultades, si el hormigón se hallaba ya en el silo desde hacía algún tiempo, que se extendían al alisado y compactado del hormigón en el encofrado. No obstante, estos problemas fueron completamente eliminados al trabajar en la mezcladora con agua fría.

La Tabla 5 demuestra, además, que con estas medidas las resistencias no resultan desfavorablemente afectadas. Sin embargo, hay que tener en cuenta también los siguientes puntos:

1. La consistencia del hormigón fresco mejorado con Melment varía más intensamente bajo diferentes dosificaciones de agua que en un hormigón normal. Pequeñas diferencias de la relación agua/cemento pueden provocar ya una notable modificación de la consistencia. Por consiguiente, la preparación del hormigón debe realizarse con todo cuidado.
2. Hay que procurar que el hormigón no permanezca durante mucho tiempo en el silo de almacenamiento, por lo que el encargado de la nave de fabricación deberá programar cuidadosamente los pedidos del mismo.

Si se observan las dos reglas precedentes se podrá conseguir una mejor trabajabilidad del hormigón. El hormigón fluirá muy bien y podrá compactarse fácilmente.

La Tabla 6 contiene los valores de otra producción. Los valores alcanzados después de 18-19 horas se hallan por encima de 400 kp/cm<sup>2</sup>.

TABLA 6  
Cantidad de cemento: 380 kg/m<sup>3</sup>. Tipo de cemento: Portland 275

| Melment L 10 referido al peso del cemento | Edad de las probetas cúbicas | Resistencia a la compresión en kp/cm <sup>2</sup> | Observaciones   |
|-------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|
| 3 %                                       | 19 horas                     | 418                                               | Calefacción     |
| 3 %                                       | 18 horas                     | 395                                               |                 |
| 3 %                                       | 18 horas                     | 375                                               | Sin calefacción |

Lo interesante de esta Tabla es que una probeta no fue calentada y, a pesar de ello, después de 16 horas alcanzó 375 kp/cm<sup>2</sup>. Este sorprendente hecho ha sido confirmado en posteriores ensayos.

Toda la producción de un día fue tratada sin calentamiento. Al entrar el hormigón la temperatura de la nave era de 21°C, al día siguiente era de 9°C. Transcurridas 17-18 horas se habían alcanzado resistencias a la compresión en las probetas de 341/cm<sup>2</sup>, como promedio, de lo que resulta que con una temperatura suficiente de la nave se puede ahorrar totalmente la calefacción, llegándose a reducir considerablemente los gastos de calefacción en la época fría del año.

Resumiendo, se llega a las siguientes conclusiones:

1. En la fabricación y utilización del hormigón hay que poner algo más de cuidado.
2. Los costes del Melment L 10 quedan compensados por el empleo del Portland 275 de precio más favorable y el ahorro del plastificante comercial utilizado eventualmente hasta ahora.
3. Se obtienen resistencias más elevadas, por lo que en principio podría bastar con una dosificación menor de Melment. También son elevadas las resistencias en 7 días, como indica la Tabla 7.

TABLA 7

| Aditivos, referidos al peso del cemento |                           | Tipo de cemento | Resistencias a la compresión en (kp/cm <sup>2</sup> ) después de 7 días |
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Melment L 10                            | Plastificante comercial A |                 |                                                                         |
| —                                       | 0,23 %                    | P-475           | 500                                                                     |
| 3 %                                     | —                         | P-275           | 565                                                                     |

4. Las elevadas resistencias confieren una mayor seguridad en la producción. Suprimiendo la calefacción, al día siguiente no se podía desencofrar hasta mucho más tarde, por lo que no se garantizaba con toda seguridad un desencofrado regular.
5. Se ahorran gastos de calefacción.
6. La producción total de la fábrica se puede adaptar a un solo tipo de cemento, con lo que se ahorra un silo. No hay necesidad de utilizar el sensible Portland 475, que requiere un cuidadoso almacenamiento.
7. En resumen, se consigue una mayor economía y productividad.

#### Fabricación de planchas de 4 cm de espesor

Pasemos ahora a tratar el segundo problema. En la fábrica de Innsbruck se fabrican planchas de 4 cm de espesor, utilizándose al efecto los siguientes áridos:

|                 |        |              |
|-----------------|--------|--------------|
| Arena ... ..    | 0/3 mm | 55 % en peso |
| Gravilla ... .. | 3/8 mm | 45 % en peso |

Hasta ahora se habían utilizado 310 kg de Portland 475, así como un plastificante comercial. El encofrado y la armadura requieren un hormigón en el margen superior de consistencia K 3. El encofrado de acero se calentó por medio de aire caliente a 30°C, aproximadamente. Para desencofrar se precisa una resistencia a la compresión de 150 kp/cm<sup>2</sup>. Las condiciones existentes permitían un solo desencofrado por día, pero se pretendía conseguir dos. Si ello fuera posible, dentro de un turno de trabajo, el tiempo de fraguado hasta conseguir una resistencia de 150 kp/cm<sup>2</sup> no debería exceder de cuatro horas.

Era evidente que esto tampoco es posible con el Melment, sin adoptar medidas adicionales. Por dicha razón, se intentó primeramente en el laboratorio conseguir las deseadas resistencias en 4 horas combinando el proceso con un tratamiento térmico. Como que en la práctica deben fabricarse elementos de 4 cm de espesor, se trabajó con prismas de 4 × 4 × 16 cm, depositándolos en la estufa a 50 ó 60°C, alcanzando las correspondientes temperaturas del hormigón valores superiores en 10-15°C. Se trabajó sin Melment con el Portland 475 de gran calidad y con Melment se utilizó un Portland siderúrgico 275. Los resultados de estos ensayos se indican en la Tabla 8.

TABLA 8  
Cemento 310 kg/m<sup>3</sup>. Desparramado: 50 cm. Tamaño máximo de los agregados 15 mm

| Aditivos, referidos al peso del cemento |                           | Tipo de cemento | Temperatura del encofrado | Relación a/c | Resistencia a la compresión en (kp/cm <sup>2</sup> ) después de 4 horas |
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Melment L 10                            | Plastificante comercial A |                 |                           |              |                                                                         |
| —                                       | 0,23 %                    | P-475           | 50°C                      | 0,65         | 64                                                                      |
| 2 %                                     | —                         | P-275           | 50°C                      | 0,56         | 101                                                                     |
| 3 %                                     | —                         | P-275           | 50°C                      | 0,56         | 119                                                                     |
| 5 %                                     | —                         | P-275           | 50°C                      | 0,53         | 63                                                                      |
| —                                       | 0,23 %                    | P-475           | 60°C                      | 0,66         | 98                                                                      |
| 2 %                                     | —                         | P-275           | 60°C                      | 0,56         | 126                                                                     |
| 3 %                                     | —                         | P-275           | 60°C                      | 0,56         | 167                                                                     |
| 5 %                                     | —                         | P-275           | 60°C                      | 0,53         | 189                                                                     |

Se trabajó con un desparramado constante de 50 cm aproximadamente. El hormigón preparado con el cemento Portland 475 y la adición de un plastificante comercial no alcanza las deseadas resistencias después de 4 horas, ni a temperaturas del encofrado de 50°C ni de 60°C. Si bien a 50°C las resistencias, con un 3 % de Melment L 10, alcanzaron el doble valor que en el hormigón testigo, no fueron, sin embargo, suficientes. Incluso con una mayor dosificación de Melment del orden del 5 %, referido al peso del cemento, no se logra el objetivo buscado, haciéndose notar también al respecto el efecto retardante del Melment. No obstante se pudo resolver el problema calentando el encofrado a 60°C. posibilitándose así el doble desencofrado por día.

Este resultado es también interesante porque este procedimiento de fraguado rápido, es decir, la combinación de calor moderado y adición de Melment L 10, no puede ser sustituido por otros métodos, como el endurecimiento al vapor o por autoclave. Los otros procedimientos requieren tiempos de prealmacenado y enfriamiento mucho más prolongados, que imposibilitan un ritmo de 4 horas. Los resultados de los ensayos de laboratorio pudieron transferirse a la práctica.

En la firma Katzenberger se ensayó si el Melment puede emplearse también para la fabricación de otros elementos prefabricados de hormigón, producidos en la fábrica de Innsbruck. Por ejemplo, se realizaron también ensayos en la fabricación de placas de hormigón no pretensado, que no son sometidos a calentamiento. Hasta ahora se han utilizado 350 kg de Portland 475 por metro cúbico de hormigón. En la Tabla 9 se indican las resistencias después de 15 horas y siete días.

TABLA 9

| Aditivos referidos al peso del cemento |                           | Tipo de cemento | Resistencias a la compresión en (kp/cm <sup>2</sup> ) después de |        |
|----------------------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------|--------|
| Melment L 10                           | Plastificante comercial A |                 | 15 horas                                                         | 7 días |
| —                                      | 0,23 %                    | P-475           | 225                                                              | 410    |
| 3 %                                    | —                         | P-275           | 295                                                              | 525    |

También en este caso con Portland siderúrgico 275 y un 3 % de Melment L 10, referido al peso del cemento, se obtienen resistencias más elevadas que con Portland 475 y el plastificante comercial.

Adicionalmente a lo expresado ya respecto de las placas de hormigón tensado, resultan además las siguientes ventajas:

1. Toda la producción de la fábrica puede fabricarse con un aditivo.
2. Especialmente en la fabricación de placas de recubrimiento, el ciclo de reutilización de los encofrados es mucho mayor.

Además de las otras ventajas, ya citadas, y que se pueden resumir de la forma siguiente:

3. Ahorro de calefacción.
4. Toda la producción con un solo tipo de cemento, necesitándose solamente un silo.
5. Mayor seguridad en conseguir la calidad requerida.