

# HACIA UN CAMBIO EN LA TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE HORMIGONES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE PUERTO MADRYN BASADA EN EL DESARROLLO SUSTENTABLE

Ing. Leda Cotti de la Lastra

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Sede Trelew.  
Belgrano N°504 - 2° P. (9100) Trelew.  
[delegaciontw@ing.unp.edu.ar](mailto:delegaciontw@ing.unp.edu.ar)

## Resumen:

Este trabajo forma parte de una investigación desarrollada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco sede Trelew, cuyo objetivo fundamental consiste en introducir un cambio en la concepción de los procedimientos utilizados en la elaboración de hormigones con la finalidad de efectuar un aporte al desarrollo sustentable en la región. Tres cuartas partes del volumen del hormigón, lo constituyen los áridos, de manera que sus características influyen notablemente en las propiedades finales de dicho producto. En la zona de influencia de la ciudad de Puerto Madryn es práctica frecuente en la elaboración de hormigones, la utilización de agregados provenientes de yacimientos marinos o litorales, constituidos por canto rodado, sin embargo la extracción a escala masiva provoca el deterioro de la flora y fauna nativa y la erosión del suelo, situación que compromete la sustentabilidad del medioambiente.

Al mismo tiempo, la industria del pórfido, que constituye una de las actividades económicas más importantes en la región, genera en su industrialización grandes volúmenes de material de descarte que constituye un desecho cuya acumulación a lo largo del tiempo provocará también inconvenientes desde el punto de vista ambiental sobre todo tratándose de una región que posee un gran atractivo turístico. Sin embargo no todos los agregados son aptos para su uso en hormigón, debiendo cumplir con los requisitos exigidos por los reglamentos y Normas. Se exponen en el presente trabajo los resultados de ensayo del pórfido triturado y su comparación con los correspondientes al canto rodado y las características de hormigones ejecutados con distintos porcentajes de este material de descarte en reemplazo del canto rodado utilizado normalmente.

**Palabras clave:** Pórfido, canto rodado, hormigón

## Abstract:

This work is part of research carried out at the Faculty of Engineering of the National University of Patagonia San Juan Bosco headquarters Trelew, whose main objective is to introduce a change in the conception of the processes used in the manufacture of concrete in order to make a contribution to sustainable development in the region. Three quarters of the volume of concrete, aggregates form , so that their characteristics greatly influence the final properties of the product. In the area of influence of the city of Puerto Madryn is common practice in the preparation of concrete, the use of aggregates from marine or coastal deposits, consisting of boulder, but on a massive scale extraction causes deterioration of flora and native fauna and soil erosion, a situation that compromises the sustainability of the environment.

At the same time, industry porphyry, which is one of the most important economic activities in the region, industrialization generates large volumes of waste material which constitutes a waste accumulation over time will also cause problems from the point of environmentally especially when dealing with a region that has a great tourist attraction. However, not all aggregates are suitable for use in concrete, complying with the requirements of regulations and standards. Test results of crushed porphyry and its comparison with those for the boulder and characteristics of concrete executed with different percentages of this waste material to replace boulder exposed normally used in the present work.

**Keywords:** Porphyry, round Stone, concrete.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. La extracción de canto rodado y su utilización como agregado grueso en hormigón. Estado de situación y efectos sobre el medio ambiente.

En la zona de influencia de la ciudad de Puerto Madryn (Provincia del Chubut) es común el uso de canto rodado como agregado en la elaboración de hormigones. La principal razón la constituye su abundancia en la región, dado que por sus características geológicas gran parte de la Patagonia se encuentra tapizada por un manto de este material producto del descenso de glaciares ocurrido en la era terciaria [1]. Por otro lado su extracción resulta sumamente fácil, dado que requiere del uso de maquinarias sencillas tales como palas cargadoras y zarandas de clasificación. Sin embargo presenta en otros aspectos ciertas dificultades, tales como las relacionadas con su textura superficial y la presencia de sales y polvo adherido.

En cuanto a la textura, la superficie lisa de sus partículas da como resultado una débil interfase pasta – agregado [2], que se traduce en menor resistencia para el hormigón, esto obliga en algunos casos en que se requieren elevadas resistencias a triturar el agregado o bien incorporar contenidos de cemento elevados con el consecuente incremento económico del producto resultante.

En relación a las sales y polvo adherido que resultan nocivos para el hormigón, su presencia obliga a efectuar el lavado del agregado previo a su incorporación en el hormigón ya que en la mayoría de los casos este contenido resulta excesivo. Esta situación implica la utilización de importantes volúmenes de agua, recurso extremadamente escaso en la región.

Sin embargo, el inconveniente más grave y probablemente el menos considerado, ya sea porque es un efecto a largo plazo, lo constituye el daño ambiental. En efecto, la extracción de áridos naturales en la región costera de la provincia el Chubut, provoca entre otras cosas el deterioro y pérdida de suelo por reducción de la cobertura vegetal protectora. El suelo constituye el soporte fundamental de toda forma de vida terrestre, cada tipo de suelo está asociada a un microclima, formación vegetal y estructura ecológica únicas estrictamente interrelacionada, de tal forma que la modificación de cualquiera de sus partes puede significar la transformación no solo del paisaje local, sino de los ecosistemas vecinos. Este deterioro del suelo puede incluir contaminación, erosión por disminución de la capacidad de infiltración de agua en el terreno, e inutilización productiva y ecológica, por la pérdida de flora y fauna autóctona.

La degradación del ambiente natural no solo influye sobre el medioambiente mismo, sino que limita o condiciona el desarrollo futuro de actividades económicas y puestos de trabajo, al provocar la pérdida de valor paisajístico de áreas con potencial turístico o la extinción de especies de flora y fauna autóctona. La región costera patagónica presenta un potencial turístico altísimo, relacionado con el avistaje de fauna no solo marina sino terrestre de gran valor, entre ellos, guanacos, maras, y una variedad de pájaros cuyo hábitat se encuentra amenazado por el avance indiscriminado de este tipo de actividad.

Para evaluar el estado de situación de la explotación de este material en la región, se realizó un relevamiento basado en los datos aportados por la dirección de Medioambiente de la Provincia del Chubut. [3] y en tareas de campo. En la Figura 1 se indica la ubicación de yacimientos de canto rodado. El color rojo se refiere a aquellos yacimientos que se encuentran actualmente sin utilización y en verde los yacimientos que actualmente se encuentran en explotación.

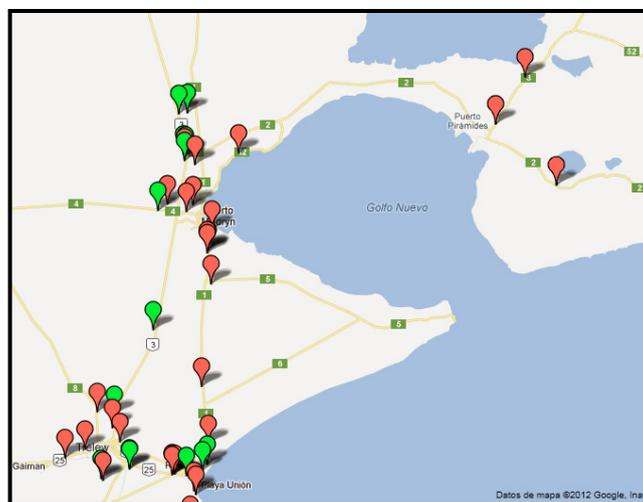


Figura 1. Ubicación de yacimientos de canto rodado en el sector en estudio.

Las fotografías de la Figura 2 muestran la forma de trabajo en un yacimiento de la zona y el estado del terreno en el sector de explotación



**Figura 2.** Fotografías de trabajo en cantera y vista aérea de la zona de explotación de un yacimiento de canto rodado.

Si bien existe una normativa referida a la forma de explotación de los yacimientos y a la remediación que debe efectuarse luego de finalizada la explotación, es prácticamente imposible evitar alteraciones en la morfología del terreno.

Es necesario en consecuencia actuar sobre estos efectos, en primer lugar tratando de remediar los ambientes deteriorados y al mismo tiempo desarrollando medidas que promuevan una disminución de la explotación de yacimientos de áridos naturales, sin que ello repercuta en la generación de materia prima para la elaboración de hormigones en la región.

Uno de los propósitos de este trabajo es actuar a favor de estas medidas, evaluando la posibilidad de utilización del material de descarte producto de la industrialización del pórfido en la región cuya producción en la Provincia del Chubut es la de mayor volumen en todo el mundo, satisfaciéndose desde la misma la demanda del mercado nacional y europeo

## **1.2. La extracción de pórfido, evaluación del descarte producido por su industrialización y tratamiento necesario para su utilización en hormigón.**

La industria del pórfido en la ciudad de Puerto Madryn constituye una de las actividades económicas más importantes por detrás del aluminio y la pesca, genera en su industrialización grandes volúmenes de material de descarte. Se estima que en total las plantas radicadas en la ciudad de Puerto Madryn producen un descarte de más de 33.000 m<sup>3</sup> anuales. Este material constituye un desecho cuya acumulación a lo largo del tiempo provocará inconvenientes desde el punto de vista ambiental sobre todo tratándose de una región que posee un gran atractivo turístico como zona de preservación del medio ambiente.

Se trata entonces de evaluar la potencialidad de uso del material de descarte proveniente de la explotación de pórfido en la región, al incorporarlo como parte del agregado utilizado tradicionalmente, contribuyendo al desarrollo sustentable al disminuir la explotación masiva de los yacimientos naturales en la región y otorgándole paralelamente utilidad a un material de desecho de una industria en franco crecimiento.

De acuerdo al catastro minero de la provincia del Chubut (4) se registran actualmente veintisiete canteras vigentes de piedra laja y bloques de pórfidos. La explotación de mayor relevancia se encuentra en Sierra Chata distante a 90 km al oeste de la ciudad de Puerto Madryn, producción que se exporta en un 70 a 80% a Italia.

En la ciudad de Puerto Madryn existe la Agrupación Comercial de Pórfido del Chubut integrada por ocho firmas que constituyen la asociación empresarial de mayor productividad en el mundo de adoquines, baldosas y lajas de plano natural. Se estima que en las mismas producen en total un descarte de más de 80.000 m<sup>3</sup> constituido por trozos de roca de pequeñas a medianas dimensiones.

Durante la industrialización de los productos de pórfido que se comercializan en las plantas, el material de descarte es recogido mediante cintas transportadoras o contenedores ubicados a la salida de cada una de las máquinas elaboradoras de productos, para ser luego depositados en pilas en distintos sectores de la ciudad. En la Figura 3 se observa la recolección del material de descarte, y la acumulación de este material en predios cercanos a las industrias establecidas en la ciudad de Puerto Madryn.



**Figura 3.** Fotografías de recolección de descarte de pórfido y pilas de acopio.

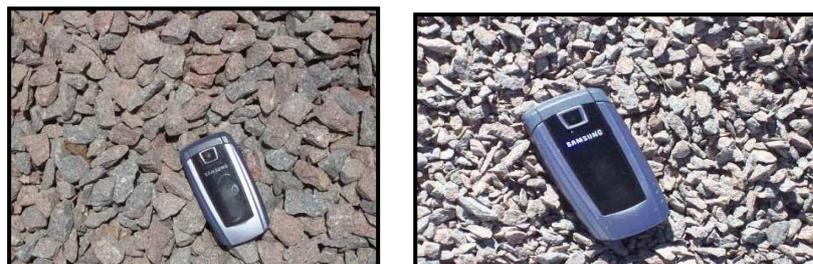
La potencial incorporación de este material como agregado en el hormigón, implica adecuar sus características de tamaño y forma a aquellas requeridas por el reglamento CIRSOC 201-2005 (5), de manera tal que se dispuso de un circuito de trituración para lograr este cometido. En las fotografías de la figura 4 se pueden apreciar las maquinarias utilizadas a tal fin.



**Figura 4.** En la fotografía izquierda se observa el ingreso de material a una trituradora de mandíbula y en la fotografía de la derecha un cono de trituración.

Como se indica en la figura se dispuso de un circuito de trituración constituido por una trituradora a mandíbula que efectúa la trituración primaria del material de descarte, para posteriormente ser conducido mediante cinta transportadora a una zaranda vibratoria de malla cuadrada que efectúa una separación en dos fracciones, una de tamaño 10-20 (entre 10 y 20 mm) y otra de tamaño 0-10 (arena de trituración). El material retenido en la zaranda es por ultimo conducido a un cono de trituración Symons, donde se realiza la trituración secundaria. El circuito se completa cuando el material que sale del cono se somete a una nueva clasificación.

El material objeto de esta investigación corresponde al denominado 10-20, ya que se trata de un tamaño apto para uso en hormigón. Los tamaños obtenidos se visualizan en la Figura 5.



**Figura 5.** Fotografía del tamaño 10-20 (izquierda) para uso potencial en hormigón y fotografía del tamaño 0-10.(derecha).

## 2. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

Para el desarrollo experimental de la presente investigación se plantearon una serie de tareas que se iniciaron con la caracterización del pórfido triturado teniendo en cuenta la normativa que deben cumplir los agregados para hormigón desde el punto de vista mineralógico, físico y mecánico, Posteriormente se evaluaron diversas mezclas de agregados constituidas por canto rodado y pórfido triturado en reemplazo de éste, con las cuales se procedió a dosificar hormigones de igual trabajabilidad.

Los hormigones obtenidos fueron evaluados mediante la determinación de sus propiedades en estado fresco y endurecido. La evaluación de resultados permitió establecer un contenido óptimo de reemplazo de pórfido por canto rodado y elaborar conclusiones relativas a la influencia de este material sobre las propiedades del hormigón

### 2.1. Ensayos de caracterización de los agregados

Si bien las características físicas del canto rodado son bien conocidas dado su uso generalizado en la región, se realizaron los ensayos de caracterización sobre ambos materiales. En la Tabla 1 se indican los resultados de ensayos físicos obtenidos.

*Tabla 1. Ensayos físicos según Normas IRAM para canto rodado y pórfido triturado*

ENSAYO	METODO DE ENSAYO	Pórfido	Canto Rodado
DESGASTE LOS ANGELES	IRAM 1532	26 %	8 %
CUBICIDAD	IRAM 1681	0.5	0.79
LAJOCIDAD	IRAM1687- PARTEI	20%	----
ELONGACION	IRAM1687- PARTEII	16 %	----
PESO ESPECIFICO SECO	IRAM 1533	2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.65
PESO ESPECIFICO S.S.S	IRAM 1533	2.54 gr/cm <sup>3</sup>	2.66
ABSORCION DE AGUA	IRAM 1533	1.2 %	0,46
PORCENTAJE DE MATERIAL PASANTE TAMIZ 200	IRAM 1540	0.5 %	0.3 %
CONTENIDO DE SULFATOS	IRAM 1647	0.0012%	0%
CONTENIDO DE CLORUROS	IRAM 1647	0.0001%	0%

### 2.2. Granulometrías combinadas

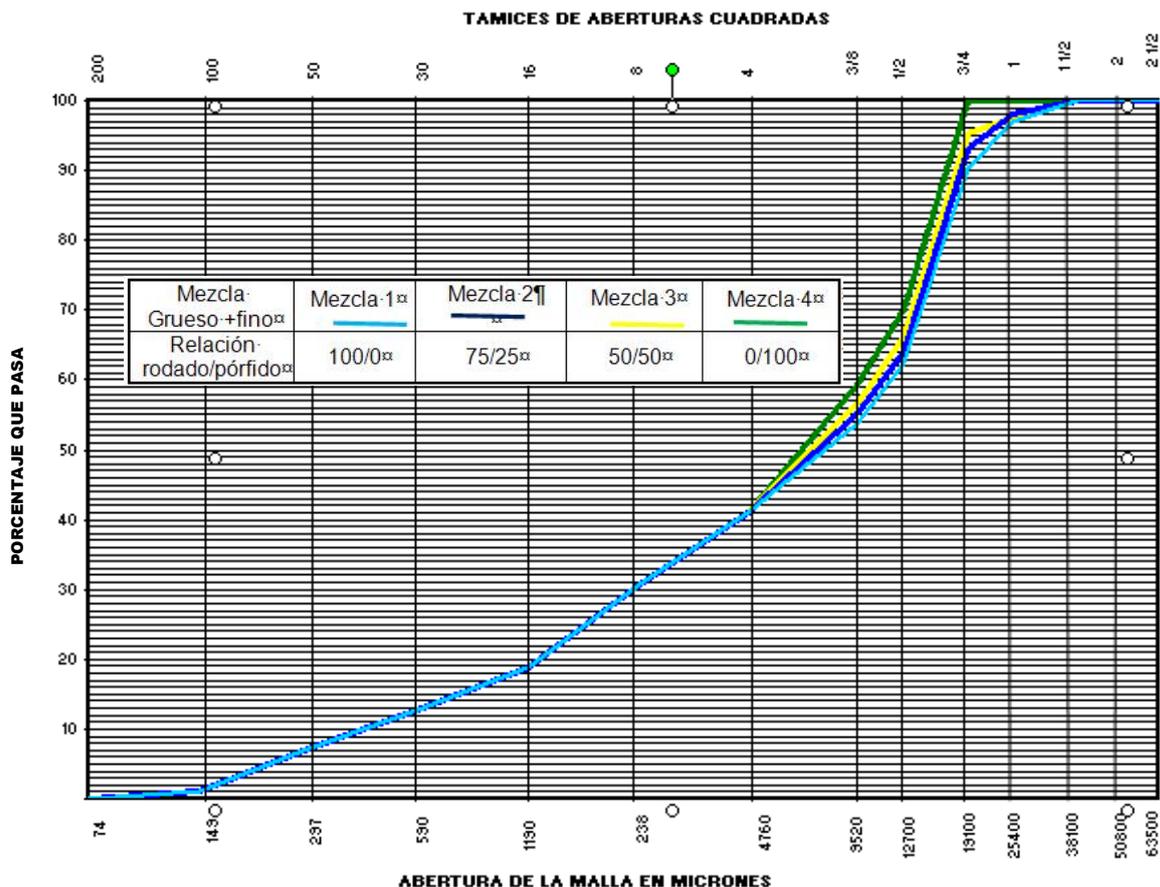
El resultado de los ensayos físicos efectuados permitió desarrollar mezclas con combinaciones de canto rodado y pórfido para su incorporación como agregado grueso en el hormigón.

Se adoptó en principio como condición de borde mantener una relación grueso fino constante de 60/40 y el agregado grueso fue producto de una combinación que comprendió la incorporación de pórfido en reemplazo de canto rodado partiendo desde 0 % hasta llegar a la incorporación total del 100%. En la Tabla 2 se indican las cuatro combinaciones granulométricas para agregado grueso que fueron utilizadas en la elaboración de hormigones.

*Tabla 2. Granulometrías combinadas para elaboración de hormigón.*

Mezcla	% de canto rodado	% de pórfido
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	0	100

La combinación de agregado grueso más fino, en la proporción 60/40, según la condición de borde adoptada, da como resultado para cada una de las mezclas anteriores, las granulometrías indicadas en la figura 6.



**Figura 6.** Gráfico granulométrico que representa la mezcla de grueso más fino según las combinaciones de rodado y pórfido establecidas.

### 2.3. Dosificación de hormigones

A partir de las mezclas de áridos elaboradas, se procedió a dosificar hormigones utilizando en todos los casos cemento portland puzolánico para atender a cuestiones de durabilidad.

A fin de mantener una trabajabilidad dentro de un rango acotado a mezclas plásticas, se decidió incorporar aditivo fluidificante para mantener un nivel de asentamiento similar en todas ellas, teniendo en cuenta que es de esperar que la textura rugosa del pórfido triturado afectara en gran medida la docilidad de las mezclas. Por otro lado con la finalidad de mejorar la durabilidad y tomando como parámetro que en la zona en la que se centra esta investigación es común el efecto de las heladas durante las épocas invernales se proyectó utilizar en los pastones de hormigón, aditivo incorporador de aire, en un porcentaje fijo del orden del 0.05% del peso de cemento. En la Tabla 3, se indican las cantidades de cada uno de los materiales utilizados en las dosificaciones elaboradas en laboratorio

**Tabla 3.** Dosificaciones de prueba en laboratorio para las distintas granulometrías combinadas.

Materiales	Dosificación 1 100 % CR	Dosificación 2 75% CR-25%P	Dosificación 3 50%CR-50%P	Dosificación 4 100% P
CPP 40 (kg)	350	350	350	350
Pórfido (kg)	0	260	546	1046
Canto rodado (kg)	1088	809	570	0
Arena (kg)	714	714	714	714
Agua (lt)	160	160	160	160
Fluidificante (%)	0.25	0.45	0.6	1.0
Inc., de Aire (%)	0.05	0.05	0.05	0.05

Todos los hormigones se dosificaron para la misma razón a/c y se adoptó por razones de durabilidad un contenido de cemento de 350 kg /m<sup>3</sup>, que responde a la cantidad usualmente utilizada en la zona en obras civiles.

#### 2.4. Elaboración de los pastones

Previo a la elaboración de pastones a mayor escala se ejecutaron pastones de prueba de menor volumen a fin de verificar la influencia de la incorporación de los aditivos sobre la trabajabilidad.

Una vez efectuadas estas tareas, se procedió a la elaboración de pastones en hormigonera de eje basculante de 250 l de capacidad. Se midieron las propiedades del hormigón en estado fresco y se confeccionaron probetas normalizadas para ensayo a compresión.

En las fotografías de la figura 7, se observan las tareas de elaboración de pastones, incorporación de aditivo en el hormigón fresco y la confección de probetas en laboratorio.



*Figura 7. Elaboración de pastones y ejecución de probetas de ensayo en laboratorio.*

Con cada pastón elaborado se confeccionaron probetas para ensayo a compresión a edades de 2, 7 y 28 días.

### 3. Evaluación de los hormigones.

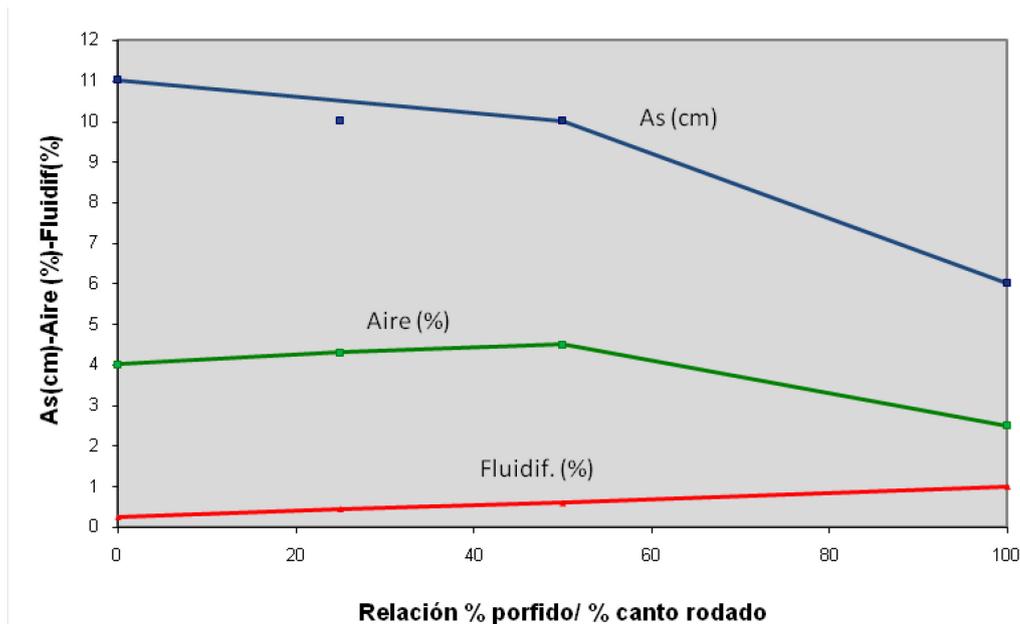
#### 3.1. Valoración de hormigones en estado fresco.

Sobre cada una de las mezclas ejecutadas en laboratorio se procedió a determinar las características del hormigón en estado fresco. La medición del asentamiento se efectuó mediante el ensayo del cono de Abrams y se midió en cada caso el porcentaje de aire intencionalmente incorporado utilizando el aparato de Washington. Los parámetros medidos se indican en la tabla 4.

*Tabla 4.. Características del hormigón en estado fresco en cada uno de los pastones elaborados*

.Propiedades en estado fresco	Dosificación 1 100% CR	Dosificación 2 75% CR- 25% P	Dosificación 3 50%CR- 50% P	Dosificación 4 100% P
Aspecto	Normal	Normal	Algo pedregoso	Pedregoso
Asentamiento (cm)	11	10	10	6
Aire incorporado (%)	4	4.3	4.5	2.5
Varilleo	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

En la figura 8 se indica a modo de gráfico las variaciones del asentamiento, contenido de aire incorporado y % de fluidificante para las distintas mezclas elaboradas desde 0% de pórfido hasta el 100% en reemplazo de canto rodado.



**Figura 8.** Variación de las propiedades medidas sobre el hormigón fresco en relación al porcentaje de pórfido respecto al de canto rodado.

### 3.2 Valoración de hormigones en estado endurecido.

Con cada uno de los pastones elaborados, se procedió a confeccionar probetas normalizadas para ensayo a compresión. En la figura 9 se observan fotografías de las probetas elaboradas de uno de los pastones y la piletta de curado.



**Figura 9:** Variación de las propiedades medidas sobre el hormigón fresco en relación al porcentaje de pórfido respecto al de canto rodado.

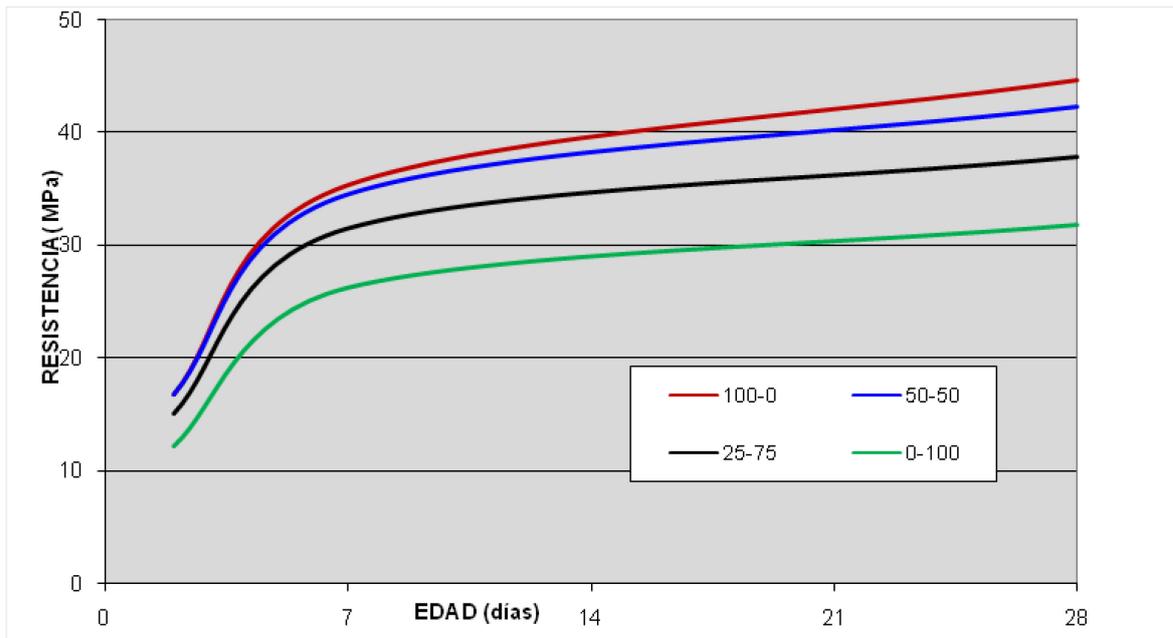
#### 3.2.1. Resistencia a compresión

En la tabla 5, se indican los resultados de resistencia a compresión a diferentes edades.

**Tabla 5:** Resultados de ensayos a compresión de probetas correspondientes a los distintos pastones elaborados

Edad (días) \ Rel P/CR (%)	Resistencia a compresión (MPa)			
	0-100	25-75	50-50	100-0
2	12.23	15.12	16.73	16.79
7	26.26	31.49	34.52	35.35
28	31.84	37.81	42.31	44.66

Los resultados anteriores se indican en forma de grafico en la Figura 10.



**Figura 10:** Relación resistencia edad para mezclas con distintos porcentajes de pórfido en reemplazo de canto rodado desde 0 a 100%

#### 4. CONCLUSIONES

Los ensayos efectuados durante la etapa experimental, permiten establecer las siguientes conclusiones.

##### 4.1. Conclusiones relativas al descarte de pórfido como potencial agregado para el hormigón.

Los resultados de los ensayos físicos indicados en la tabla 2 reflejan para el caso del pórfido, valores similares a los de los materiales comúnmente empleados como áridos en hormigón en la región pudiéndose establecer las siguientes conclusiones:

- El desgaste evaluado mediante el ensayo de Los Ángeles es superior al del canto rodado, sin embargo se sitúa muy por debajo del límite establecido en el reglamento CIRSOC 201-2005 (5).
- La absorción es superior a la que corresponde a los materiales habitualmente utilizados en la región (canto rodado), por lo que se deberá tener especial precaución efectuando las correcciones que sean necesarias al dosificar.
- Si bien el resultado del ensayo de cubicidad es menor al del canto rodado, los valores de lajosidad para el pórfido resultan adecuados.
- El porcentaje de material pasante tamiz 200 se encuentra por debajo de los límites establecidos por lo que el proceso de trituración resulta satisfactorio.
- Es importante destacar la ausencia de sales que puedan afectar al hormigón, sobre todo teniendo en cuenta que para que esta situación ocurra en el caso del canto rodado es necesario proceder al lavado del mismo durante la clasificación en el yacimiento, proceso que encarece notablemente al producto.
- Las partículas de pórfido presentan una textura rugosa en contraste con la superficie lisa del canto rodado, que aportará una interfase fuerte al mejorar la adherencia entre pasta y agregado (6).

##### 4.2. Conclusiones relativas al hormigón fresco

Las mediciones y observaciones efectuadas sobre el hormigón fresco permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- A medida que el porcentaje de pórfido aumenta, el aspecto de la mezcla se torna más pedregoso; sin embargo hasta el 50 % de pórfido en reemplazo de canto rodado, no se apreciaron diferencias significativas en cuanto al asentamiento y porcentaje de aire incorporado. (Figura 8).
- A fin de mantener la trabajabilidad dentro de los parámetros normales correspondientes a mezclas plásticas fue necesario incorporar mayor contenido de aditivo fluidificante a medida que el porcentaje de pórfido fue en aumento. Por razones económicas se decidió

no aumentar el contenido de este aditivo más allá del 1% situación que limitó la trabajabilidad de la mezcla N°4 (100% de pórfido), en comparación con las otras mezclas estudiadas. Aún así un asentamiento de 6 cm resulta adecuado teniendo en cuenta los métodos de compactación usualmente utilizados en las obras en la región.( Tabla 4)

- El contenido de aire incorporado resultó prácticamente constante para las mezclas constituidas por canto rodado exclusivamente y para aquellas en las que se reemplazó el 25 % y 50 % de este material por pórfido. Este valor se encuentra comprendido entre el 4 y 4.5 % para iguales cantidades de aditivo incorporador de aire,( Tabla 4)

#### **4.3. Conclusiones relativas al hormigón endurecido**

Del cotejo de los resultados de ensayo se pueden establecer, para esta etapa del programa experimental llevado a cabo, las siguientes conclusiones.

- Existe un notable incremento de resistencia con la incorporación de pórfido en reemplazo de canto rodado.
- El hormigón elaborado exclusivamente con canto rodado, podría clasificarse como un H 30, mientras que el elaborado exclusivamente con pórfido, para igual contenido unitario de cemento e idéntica razón agua- cemento puede calificar prácticamente como H 45, esto implica un aumento en el nivel de resistencia del orden de casi 15 MPa.

#### **5. CONCLUSIONES FINALES**

Los estudios y ensayos efectuados sobre el material de descarte de pórfido permiten inferir que es posible reemplazar este material por el canto rodado utilizado habitualmente en la región, aportando de esta manera al desarrollo sustentable al limitar la extracción natural en yacimientos y al mismo tiempo dar utilidad a un material de descarte cuyas propiedades son adecuadas para uso en hormigón. Por otro lado durante esta etapa de investigación se puede concluir que, para las condiciones de borde adoptadas (relación grueso-fino constante), la mezcla constituida por 50% de pórfido y 50 % de canto rodado, sería la más adecuada para su utilización en hormigón dado que no solo permite obtener niveles de resistencia altos (H40), sino que además presenta en estado fresco una adecuada trabajabilidad, con una incorporación de aire apropiada.

Si bien los resultados obtenidos son muy alentadores cabe aclarar que es necesario ahondar en esta investigación variando las condiciones de borde establecidas inicialmente a fin de establecer nuevas conclusiones.

#### **6. REFERENCIAS.**

- [1] Martínez, O. Rabassa J, Coronato A. (2009) "Charles Darwin and the first scientific observations on the patagonian shingle formation (canto rodado). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64 .pp 90 - 100.
- [2] Giaccio G. y Zerbino R. (1997) Interfases en el hormigón: efecto de la textura del agregado" *Rev. Hormigón N° 31 AATH*.
- [3] [www.chubut.gov.ar/portal/wp-organismos/ambiente](http://www.chubut.gov.ar/portal/wp-organismos/ambiente)
- [4] [www.chubut.gov.ar/hidrocarburos/archives/cat\\_mapeo\\_minero.php](http://www.chubut.gov.ar/hidrocarburos/archives/cat_mapeo_minero.php)
- [5] Reglamento CIRSOC 201-2005 (2005). Presidencia de la Nación. Secretaría de Obras Públicas. "Reglamento argentino de estructuras de hormigón".
- [6] Giaccio G. y Zerbino R. (2001) "Adherencia Matriz agregado y Comportamiento del hormigón". *Reunión Técnica AATH*, Vol. II, Bs. As, pp. 41-56.