

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION**

**Facultad de Ingeniería**

**Ingeniería Civil**



***“Arena Lavada en el Paraguay, Análisis de Muestras  
de Distintos Puntos del País”***

**Resumen Técnico**

Juan Alberto Guerreros Florentín

San Lorenzo, Paraguay

Año 2011

**Juan Alberto Guerreros Florentín**

Correo electrónico: [jguerrerosf@gmail.com](mailto:jguerrerosf@gmail.com)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION**

**Facultad de Ingeniería**

Campus Universitario. San Lorenzo, Paraguay.

Teléfono: 595 21 585 581/4

Correo Electrónico: [fiuna@ing.una.com.py](mailto:fiuna@ing.una.com.py)

---

**RESUMEN**

La arena lavada una de las materias primas más importantes del concreto. En el Paraguay no existe una base de datos oficial del Gobierno que especifica las características y la ubicación de las canteras de arena. Esto hace que las empresas constructoras tengan que realizar estudios para la adquisición de este material.

La calidad de la arena puede influir en la durabilidad de la construcción a mediano y largo plazo en el sentido que las imperfecciones de la arena pueden hacer que las varillas se deterioren a tal punto que pueden tener daños cuya reconstrucción es costosa.

Se han realizado ensayos de laboratorio de muestras extraídas de 15 (quince) lugares de distintas zonas del país, abarcando un interesante volumen de acuerdo a nivel producción de hormigón en el Paraguay. Así mismo, se procedió a la fabricación de cuerpos de prueba de hormigón, para análisis comparativo entre hormigones con agregados finos que cumplan con la curve granulométrica ideal según las normas y con agregados finos compuestos en su totalidad por arena lavada (sin aporte de piedra  $D_{max} = 12,5$  mm).

**SUMMARY**

The washed sand one of the most important raw materials of concrete. In Paraguay there is no official database of the Government to specify the nature and location of the sand pits. This means that construction companies have to conduct studies for the acquisition of this material.

The quality of the sand may influence the durability of construction in the medium and long term in the sense that imperfections in the sand can make the rods deteriorate to such an extent that reconstruction can have damage that is expensive.

There have been laboratory tests of samples taken from 15 (fifteen) sites of different areas of the country, covering an interesting volume level according to concrete production in Paraguay. Likewise, we proceeded to the manufacture of concrete test bodies for comparative analysis of concrete with fine aggregate to meet the ideal grading curve according to the rules and fine aggregates composed entirely of sand washed (without the addition of stone  $D_{max} = 12.5$  mm)

## **1.2. Necesidad de estudiar el problema**

La necesidad de estudiar este problema es primeramente por que se necesita un conocimiento profundo de los materiales utilizados diariamente en la construcción. Este estudio será el inicio para poder contar con una base de datos de arena lavada y para otros materiales. Las empresas deben tener un punto de referencia sobre los materiales de construcción a ser utilizados y la clasificación y base de datos de estos materiales, puede contribuir a bajar los costos y aumentar la eficiencia y la calidad de las construcciones en el Paraguay.

## **1.3. Significación del Problema**

La importancia de este trabajo de investigación radica en que permitirá probar las características de la arena lavada, para poder realizar la mezcla apropiada en la construcción. Este estudio será beneficioso para el sector de la construcción atendiendo a que facilitará el trabajo selección de materiales. Además la identificación geográfica de las areneras es fundamental para conocer el precio de flete que es un componente de gran peso en el costo de la obra.

## **1.4. Delimitación de la investigación**

Este trabajo fue realizado en los departamentos de Central, Cordillera, Caaguazu, Itapua, Alto Paraná y Ñeembucu durante los años 2008 y 2009.

## **1.5. Objetivo General**

- a) Estudiar el proceso de extracción de arena lavada en el Paraguay para conocer las características y la ubicación geográfica de las areneras para ser utilizadas en construcciones.

### **1.5.1. Objetivos Específicos**

- a) Analizar la composición, características y propiedades de la arena lavada y su aplicación para cada caso.
- b) Realizar los análisis químicos y granulométricos de todas las muestras obtenidas para determinar el uso ideal de la arena (hormigón, mortero, usos viales y otros).
- c) Realizar la toma de muestras de arena lavada en el Paraguay en los ríos Paraguay, Paraná, Monday, Iguazú y Tebicuary y el arroyo Yhaguy, que están en la cercanía de las ciudades y pueblos con altos índices de construcción de obras civiles y viales.

**ARENA LAVADA EN EL PARAGUAY, ANALISIS DE MUESTRAS DE DISTINTOS PUNTOS DEL PAIS**

---

- d) Visitar a tres concreteras ubicadas en el gran Asunción para estudiar las diferentes maneras de realizar la mezcla para el concreto con arenas corregidas y no corregidas mediante rotura de probeta.
- e) Cuantificar el costo de extracción y compra de arena lavada de las areneras, del material puesto sobre el camión y el importe del flete en moneda nacional e internacional para tener la aproximación de costos.
- f) Realizar una clasificación con todos los datos obtenidos para uso de las empresas constructoras nacionales.

### **1.6. Esquema de la Tesis**

En el Capítulo I - se presenta la introducción del trabajo y se trata de la situación actual, el propósito y el alcance de la investigación. También se detallan los objetivos, la delimitación y el esquema de la tesis.

En el Capítulo II se trata el de los estudios bibliográficos sobre el costo de falla y los métodos utilizados en otros países.

En el Capítulo III se presenta el diseño metodológico y la forma en que se realizó la investigación, las diferentes herramientas utilizadas. Se explicó la forma de elección de los instrumentos para lograr los objetivos.

El Capítulo IV Resultados corresponde a los resultados de la encuesta, la exposición y el análisis de las mismas.

En el Capítulo V Conclusiones - se presentan las conclusiones con respecto a los objetivos y las recomendaciones surgidas sobre la experiencia obtenida en esta investigación.

## **CONCLUSIONES**

Una vez concluida la investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Según los primeros ensayos realizados, tenemos que la arena o el agregado fino para uso en hormigón que tenemos en Paraguay, desde el punto de vista de la granulometría, no cumple con la mayoría de las normas para hormigón.
2. Según ASTM C 33 (Especificación normalizada para agregados de concreto), si bien la muestra no esta cumpliendo con las condiciones que dicta la norma, la misma dice "el agregado fino que no cumpla con estos requisitos de granulometría, puede ser utilizado siempre que cumpla con otros requisitos y que el concreto realizado con dicho agregado tendrá las propiedades relevantes al menos iguales que el concreto realizado con un agregado fino de referencia seleccionado de una fuente de calidad comprobada".

**ARENA LAVADA EN EL PARAGUAY, ANALISIS DE MUESTRAS DE DISTINTOS PUNTOS DEL PAIS**

---

3. Este análisis se debe a lo escrito por Kumar Mehta (“Concreto: Estructura. Propiedades y materiales”), quien analiza la dosificación del hormigón en uno de los capítulos, y escribe que las curvas granulométricas se deben básicamente a teorías matemáticas que lo que hacen es encarecer el hormigón con la finalidad de conseguir un agregado fino ideal, ya que se utilizan una combinación de agregados complicada en la practica y por lo general antieconómicas.
4. Tomando como base de información a la Tesis “evaluación de la calidad y control del hormigón en el paraguay” se tienen los siguientes datos:
  - a) Se han analizado 91.621 m<sup>3</sup> de hormigón en distintas zonas del Paraguay, según la siguiente distribución: Gran Asunción 56.968 m<sup>3</sup> (62%), Encarnación 23.358 m<sup>3</sup> (25%), Ciudad del Este 5.340 m<sup>3</sup> (6%), Pilar 5.145 m<sup>3</sup> (6%) y Cnel. Oviedo 816 m<sup>3</sup> (1%).
  - b) Del 62% analizado en Gran Asunción, el 33% corresponde a hormigón elaborado, el 38% a hormigón in situ y el 29% a ambos.

Por lo escrito mas arriba, se llega a la conclusión que al analizar a una concretera importante que distribuye a Asunción y gran Asunción tendremos un muestreo aceptable para este trabajo de investigación, basado en la calidad de la arena lavada y no en la calidad de los hormigones o de las mezclas o de los agregados gruesos.

5. Costos: es mas caro un hormigón con piedra (6<sup>a</sup> D<sub>max</sub>= 12,5 mm) que uno con x arena lavada solamente como finos. Casi 300 kg de más lleva un hormigón con piedra de D<sub>max</sub> 12,5 mm.
6. Si bien se demuestra una ventaja económica de las mezclas que utilicen solo arena, las mismas se refieren o se especifican para lugares de cierta complicación o lejanía de una cantera de piedras, ya que en general no respeta las normativas una mezcla que solo utiliza arena lavada como árido fino.
7. Las arenas lavadas objeto de esta investigación, presentan un modulo de finura muy bajo, por lo que es necesario complementar la mezcla con un árido (6<sup>a</sup> D<sub>max</sub>= 12,5 mm) para tener curvas granulométricas acordes con los requerimientos del hormigón.
8. ASFALTOS: Analizando especialmente la mezcla con asfalto reciclado, (nueva tecnología) los limitantes son más bien el asfalto y los áridos gruesos, pasando la arena y el filler a un plano muy inferior en cuanto a importancia dentro de la mezcla, si bien los finos son en este caso, los que determinan una mejor terminación al trabajo final.
9. En todos los casos se tuvo comportamiento óptimo (inocuo) en ataques por sulfato y en reacciones álcali –agregado
10. De la realización de cuerpos de prueba de Hormigón, para hormigones de F<sub>ck</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>, se obtuvieron comportamientos casi parejos, con una resistencia superior con mezclas de arena y sexta (6<sup>a</sup> D<sub>max</sub>= 12,5 mm)
11. En cuanto al punto anterior, se hace hincapié de que se está hablando de resistencia, no así de las demás propiedades.
12. Infraestructura de las areneras: sobre 15 lugares: con dragas 53%, con maquinas (P.C.) 67%, permiso de la SEAM 53%

**ARENA LAVADA EN EL PARAGUAY, ANALISIS DE MUESTRAS DE DISTINTOS PUNTOS  
DEL PAIS**

---

13. El costo de explotación de las areneras no es alto, el negocio depende mucho del desarrollo de la zona para que el mismo sea rentable
14. La constante: la poca importancia que se da a las leyes ambientales.
15. La carga mecanizada es fundamental a la hora de la competencia.
16. Al parecer no existe un análisis serio de costos de extracción y venta, ya que los precios difieren bastante.
17. No se tuvieron buenos resultados en arenas de yacimiento (Caacupe y Filadelfia) ya que presentaban materia orgánica. Algunos ríos presentaban concentración de materia orgánica pero dentro de lo permisible (Minga Guazú y Santa Elena)

### **RECOMENDACIONES**

- Realizar los análisis respectivos de control de calidad para obras de importancia y sobre todo para aquellas obras que serán sometidas a climas o situaciones agresivas (puertos, pisos de hormigón, etc.)
- Si bien es aceptable e inclusive mas barato un hormigón que tiene solamente Arena lavada como agregado fino, no es menos cierto que no se puede garantizar su durabilidad comparado con un hormigón realizado con agregados finos acordes a las normas.
- Es importante una campaña de concientización a los propietarios de las areneras para que cumplan con las leyes ambientales. Es más bien un trabajo de ámbito social.
- Tener mucho cuidado al utilizar arena de yacimiento o arena en estado natural digamos. Se pueden tener sorpresas, por más que en muchos casos su comportamiento en cuanto a granulometría sea excelente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

GROVES M.J., & WYATT-SARGENT J.L. [1980], "ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS", EDITORIAL SOCIEDAD QUÍMICA LONDRES, INGLATERRA

SHERMAN P. [1968], "LA CIENCIA DE LA EMULSION", ACADEMIC PRESS.

HIEMENZ P.C. [1977], "PRINCIPIOS DE LOS COLOIDES, EN QUÍMICA EDICION MC GROW LONDRES R.

LAMBE, T. WILLIAM LAMBE. ROBERT V. WHITMAN. MECÁNICA DE SUELOS. EDITORA LIMUSA. MÉXICO. 1997.

NORMAS IRAM INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN

NORMAS ASTM O ASTM INTERNATIONAL ES UN ORGANISMO DE NORMALIZACIÓN DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD Y CONTROL DEL HORMIGON EN EL PARAGUAY"