

RECUPERACION DE AGUA DE TRANQUESDE RELAVES

Ing. HUMBERTO GARCIA ZUÑIGA  
SERVICIO DE MINAS DEL ESTADO

Las Plantas de beneficio de la Minería Extractiva desarrollan un trabajo de concentración de minerales para obtener concentrados.

La diseminación de las especies que interesa extraer obliga a efectuar una trituración en seco que se complementa con una o varias etapas de molienda en húmedo. En el procedimiento de flotación se operan normalmente menas molidas totalmente bajo el tamiz de 48 mallas.

El proceso de concentración se lleva a cabo flotando concentrados y descartando relaves. Normalmente los relaves que se descartan contienen la mayor proporción del agua total empleada (90 a 95%).

Si se considera el costo del abastecimiento de agua, particularmente en las zonas usuales de ubicación de estas faenas, se verifica la importancia de su recuperación.

Una modesta planta de beneficio de 150 ton/día exige el empleo de 450 m<sup>3</sup>/día en dotación de agua nueva o recuperada.

A pesar de que debe encararse la ejecución de estas plantas en climas desérticos y semidesérticos, resulta interesante la observación del problema en zonas de importancia agrícola medio cre, aunque real, tal como Cabildo.

Los informes climatológicos de la estación Cabildo, de Latitud 32°25'5"S y Longitud 71°6'W, con altura de 117 m., permiten sobre 36 años de observación verificar que las precipitaciones anuales han tenido las siguientes características:

Precipitación media	153 mm.
" máxima	243 mm. en 1914
" mínima	35 mm. en 1935

Podemos referirnos a la Planta de 1.000 ton/día que opera en Cabildo la Empresa Nacional de Minería con 3.000 m<sup>3</sup>/día de agua nueva o recuperada y verificaremos la imposibilidad de abastecimiento en base a agua nueva con tales variaciones en la precipitación anual propias del lugar.

El abastecimiento de agua industrial recuperada en Plantas de Beneficio de la Minería representa una realización técnica que contribuye a solucionar el problema general de abastecimiento de agua fresca de fuentes naturales.

El tratamiento del problema de la recuperación exige puntualizar conceptos y definiciones.

"Relave", significa suspensión de sólidos en líquidos que se desechan en las plantas de concentración húmeda de especies minerales y estériles que han experimentado una o varias etapas en circuitos de molienda fina. El vocablo se aplica, también, a la fracción sólida de la pulpa que se ha descrito en la suspensión a que se alude anteriormente.

"Tranques de Relaves", significa disposición de almacenamiento de los relaves que cumple la función de ubicar la fracción sólida en una estructura estable y dispone, a la vez, de la suspensión parcial de sólidos en líquidos y de una fracción líquida, capaces de mantenerse en condiciones seguras respecto a eventuales rebalses u otras perturbaciones.

La zona del tranque de relaves en la cual se acumulan -según el proceso de sedimentación- los sólidos de granos más finos, se designan como "acumulación lanosa".

La zona del tranque de relaves, en la cual se acumulan los sólidos de granos más gruesos, recibe el nombre de "acumulación arenosa".

La zona del tranque de relaves, perteneciente a la acumulación lamosa en donde el gradual procedimiento de sedimentación permite la acumulación de agua clara en la superficie, se denomina "pozo de sedimentación".

La zona periférica del tranque de relaves estructurada artificialmente, que complementa el perímetro natural para conformar en su interior la zona lamosa del tranque de relaves y, a la vez, parte o el total de la zona arenosa del mismo, se denomina "prisma resistente".

El artificio dispuesto para la recolección del agua clara del tranque de relaves, que se va obteniendo en el pozo de sedimentación y/o para la recolección del agua que estruja del tranque de relaves a medida que éste se consolida por eliminación del líquido que rellena los espacios intergranulares, se denomina "sistema drenante".

Los elementos dispuestos con la finalidad de ubicar el relave completo y/o las fracciones de sus componentes arenosos y lamosos en condiciones de ejecutar un relleno hidráulico, se denomina "sistema repartidor".

La descripción cuantitativa de la repartición de tamaños de los componentes sólidos del relave y referida ya sea al relave completo o a una separación previa en fracción lamosa, se denomina "granulometría de relaves".

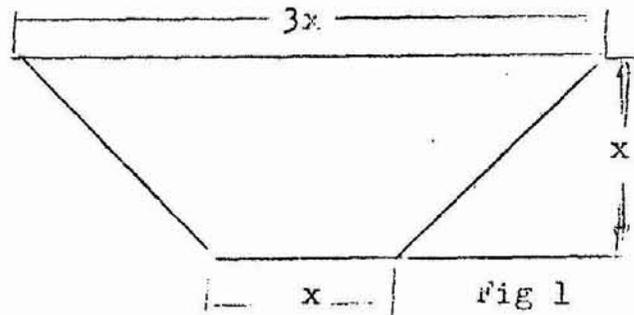
Dren tipo "Casagrande". Es una estructura de filtro invertido en que se ubican guijarros de diámetro medio uniforme en capas de diámetro decreciente de abajo hacia arriba. Se ubica

en las capas inmediatamente superior diámetro medio 1/5 del diámetro medio inferior inmediato hasta tapar el conjunto con arena ( 150 mm. - 30 mm. - 6 mm. - 1,2 mm. - arena fina).

Para cuantificar la capacidad de transporte del orden tipo Casagrande nos referimos a una sección geométrica trapezoidal como se ilustra en la Fig. 1 de base "3x" y "x" una altura "x" y consecuentemente

siendo A la sección en  $m^2$ , con x en m se tendría:

$$A = 2 x^2$$



Normalmente se forma la superficie colada en terreno natural o en terra plen apisonado con polietileno según Fig. 2. Se emplea un espesor de 0,2 mm.



Con la geometría indicada es posible fijar experimentalmente la capacidad de transporte o gasto  $Q$  en  $m^3$  de agua por  $m^2$  de sección y por hora en función de la pendiente  $i$  en % de la canal. Se obtiene así:

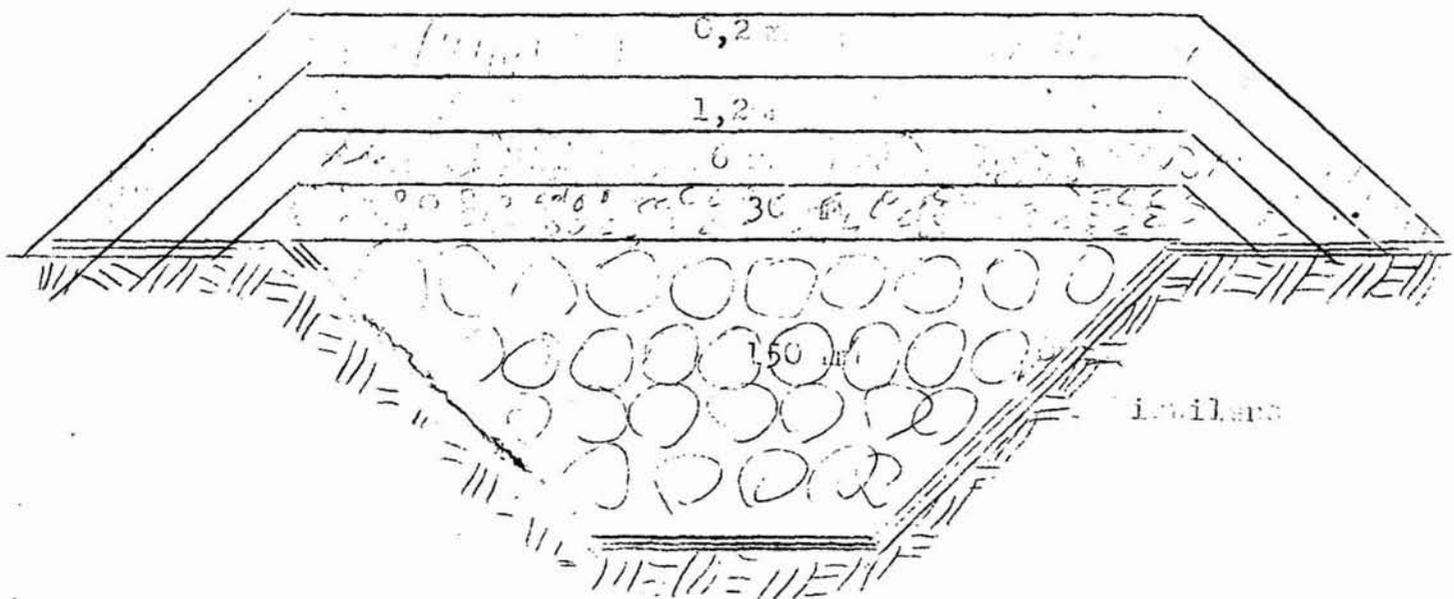
$$Q = 65,01851 \cdot i - 7,777781^2$$

Con la fórmula citada se establece la tabla:

<u>i %</u>	<u>Q m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup></u>	<u>i %</u>	<u>Q m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup></u>
0,6	36,211	1,8	91,833
0,8	47,035	1,9	95,457
1,0	57,241	2,0	98,926
1,1	62,109	2,2	105,396
1,2	66,820	2,4	111,244
1,3	71,080	2,6	116,468
1,4	75,780	2,8	121,072
1,5	80,027	3,0	125,056
1,6	84,118	3,2	128,946
1,7	88,053	3,4	131,151
		3,6	133,266

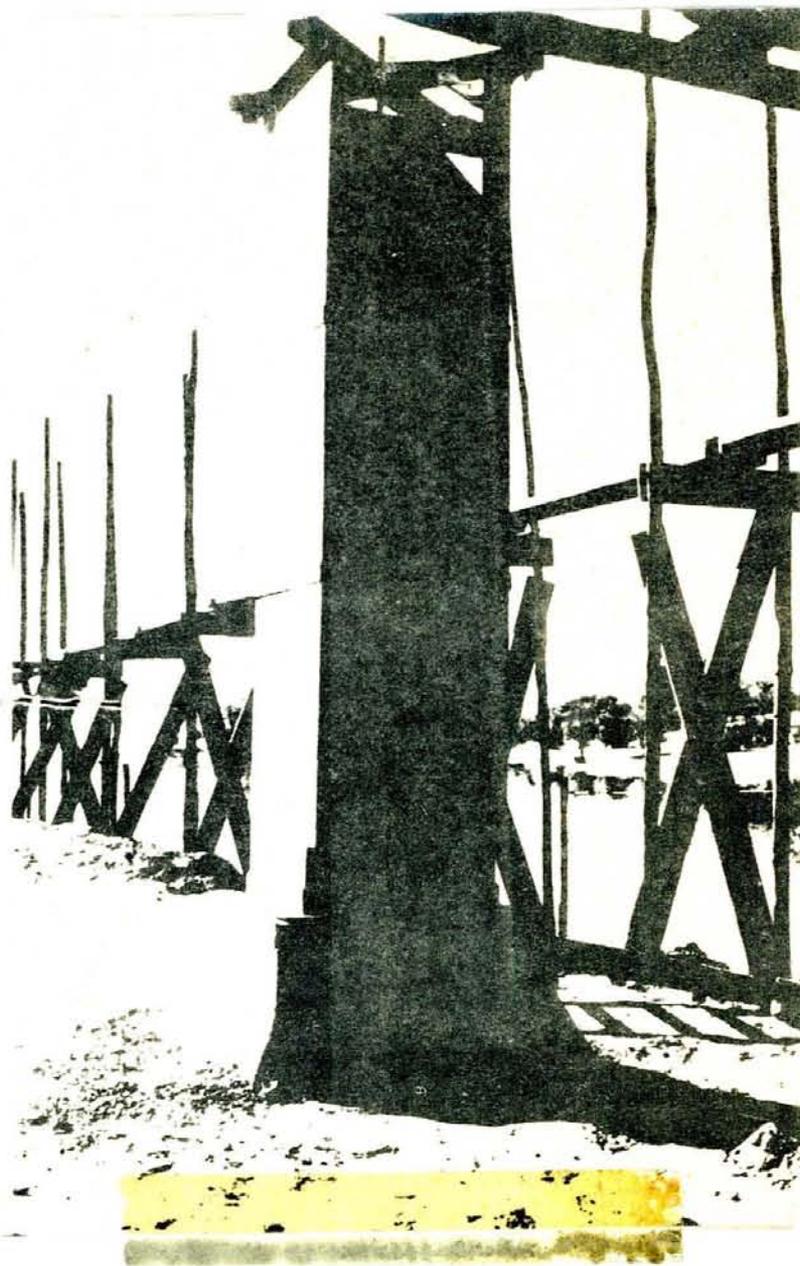
Contrariamente a lo que ocurre en las estructuras de pedraplenes de drenes Casagrande, según Fig. 3, las entubaciones rígidas han resultado inutilizadas totalmente en tranques como el de Plantas Hochschild y Matta de la Provincia de Atacama.

Fig. 3



En las fotos adjuntas de las instalaciones de la Planta El Cobre de Disputada de Las Condes se observa:

Foto 1.- Torre colec-  
tora de 3 lados im-  
permeables y un lado  
con vertedero ajusta-  
ble para rebalse al  
interior, montada so-  
bre Dren Casagrande.



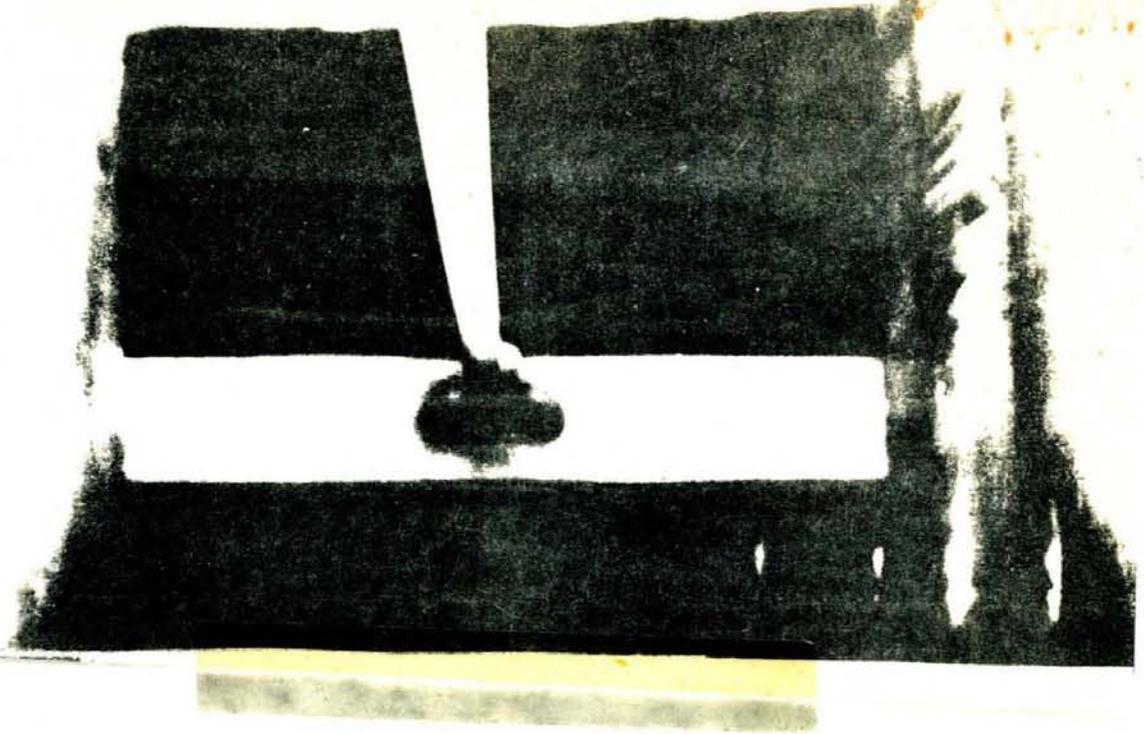


Foto 2. - Pié de torre con broche de fijación por perno de amarra central a traba superior de aprete. Se suelta la torre al abandonarla, con añadido previo de los componentes que configuran el filtro de fondo.

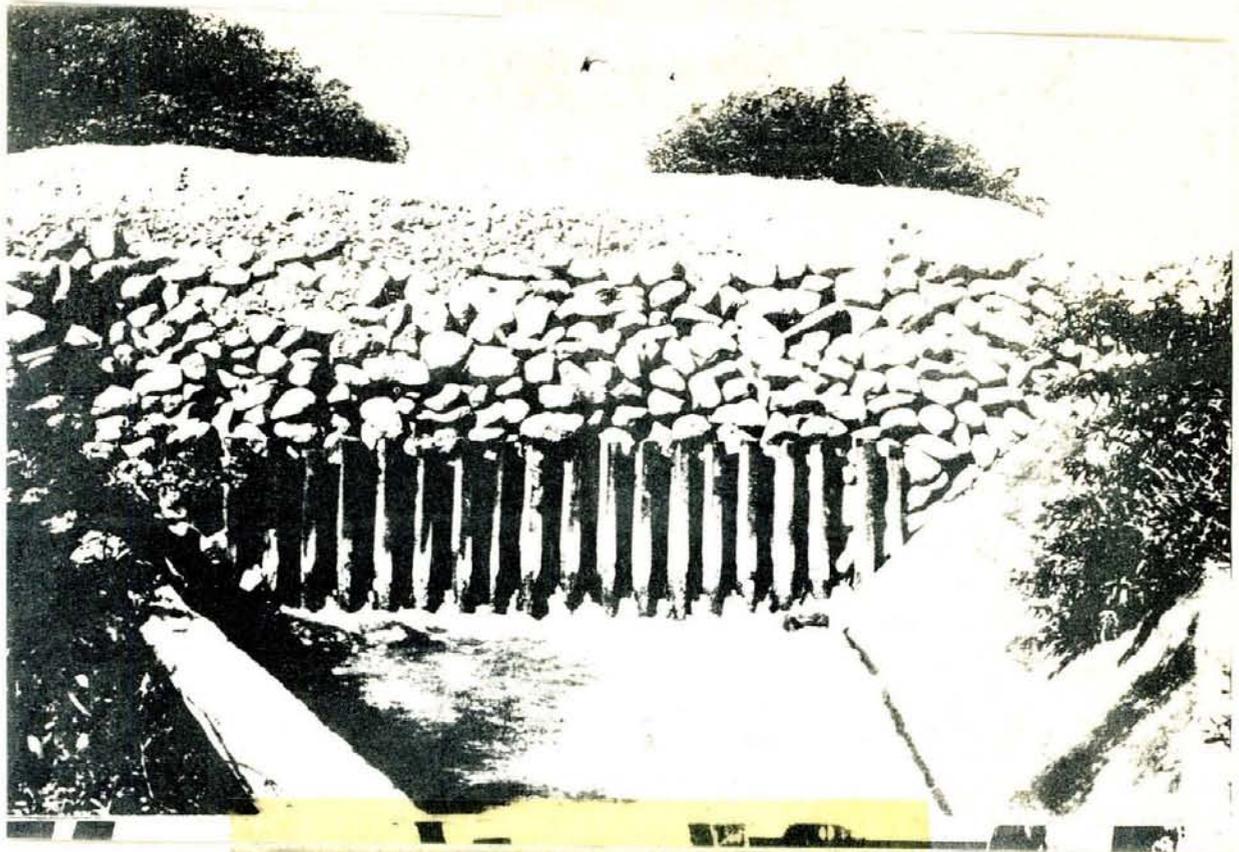


Foto 3. - Punta de descarga de Dren Casagrande en trabajo.

En el trabajo que se expone nos permitimos analizar soluciones que permiten recuperar, por lo menos, el 60% del agua de los relaves.

Las pérdidas por evaporación varían según el clima y la topografía escogida para ubicar los tranques de relaves. El clima mismo manifiesta variaciones importantes en una misma región y lugar geográfico, dentro de las naturales variaciones estacionales diurnas y nocturnas. Los factores de evaporación varían entre 1 y 40 mm. por 24 horas, lo cual puede significar que, en el balance de aguas intervinieren en la evaporación por hectárea de tranque de relaves expuesto, entre 10 y 400 m<sup>3</sup>/24 horas en agua perdida en el aire.

La permeabilidad de los suelos influye sólo en el comienzo de las obras. Normalmente los aditivos lamosos de los relaves levantan cualquier suelo en la zona lamosa a valores menores que el orden 10<sup>-6</sup> cm/seg, aún en suelos que originalmente exhibían el orden de permeabilidad 10<sup>-4</sup> cm/seg.

La zona lamosa normalmente puede incorporar al caudal subterráneo no más de 9 m<sup>3</sup> por hectárea y por 24 horas.

La zona arenosa no trae componentes que saturen o colmaten el piso por lo cual normalmente mantienen las características filtrantes del piso en que se depositan. En operación por ciclón es posible separar 50% de lamas y 50% de arenas en la distribución de sólidos. La distribución de agua en el ciclón es ajustable con 94% de agua en lamas y 6% de agua en las arenas. El balance de aguas para un tranque con 1.000 ton. diarias de relaves y 3.000 m<sup>3</sup> de agua/día será así sobre 8 hectáreas destinadas a lamas y 2 hectáreas destinadas arenas en el prisma resistente:

Balance de aguas:

Pérdida por evaporación en 10 hás. a 4 mm/24 horas	400 m <sup>3</sup>
Pérdida en 8 hás, zona lamosa, por filtración al piso 8 x 9 en 24 hrs.	72 m <sup>3</sup>
Pérdida en 2 hás, zona arenosa, por filtración al piso 2 x 25 en 24 hrs.	50 m <sup>3</sup>
Agua enbebida en arenas, 10% de 500 ton/día	50 m <sup>3</sup>
Agua enbebida en lamas, 20% de 500 ton/día	100 m <sup>3</sup>
Agua recuperable por Dren Casagran de/día	2.328 m <sup>3</sup>
Agua total empleada/día	3.000 m <sup>3</sup>

Lo cual permite destacar la importancia de la obra ya que permite disponer del 77% del agua necesaria en abastecimiento de recuperación.

SANTIAGO, Junio de 1972.

