



31 (2015) 1-15

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL PONDERADOR INVERSO A LA DISTANCIA ELEVADO A LA POTENCIA "n", EN EL CALCULO DE LA LEY MEDIA Y EN LA INTERPOLACION DE RECURSOS MINEROS

F. Cancino, D. Alvarado, J. Navea, L. Campos

Departamento de Ingeniería de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Atacama, Copiapó.

[felipe.cancino@uda.cl](mailto:felipe.cancino@uda.cl), [jorge.navea@uda.cl](mailto:jorge.navea@uda.cl)

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad realizar una variación al formulismo estándar del Método de Estimación de Recursos IVOR (Inverso a la Distancia al Cuadrado), el cual es utilizado para determinar la Ley media de un Yacimiento Minero, estudiando y analizando cómo afecta al cálculo de dicha ley y la estimación de recursos, la variación que se producirá en el Ponderador al hacerlo variar desde la potencia 1 a la "n".

Palabras claves: Ponderador, IVOR, Estimación de Recursos, Ley media.

### ABSTRACT

The main objective of the following investigation is to make an adjustment to the standard formulations to the Inverse Square Distance estimation method (IDS), which is used to determine the average grade of mineral deposit. The calculations of this grade and the estimated resources will be analyzed and studied and also weighting adjustments will be obtained when we make them change since 1 until "n" power.

Keywords: Inverse Distance, IVOR, resource estimation, average grade

## 1. INTRODUCCIÓN

La determinación de la ley media de un depósito mineral, es uno de los parámetros más importantes en la estimación de recursos, debido a que a través de este dato, y considerando los factores técnicos y económicos, el nombrado depósito mineral podría ser explotado, convirtiéndose en un Yacimiento Minero. La estimación de recursos es realizada a partir de la información generada en las campañas de exploración geológica, que demora años, incluso décadas, la que se basa en un número limitado de muestras, de la que sólo se podrá obtener una aproximación de la ley presente en cada una de ellas, hecho que repercutirá además en la determinación de la ley media final.

Para estimar de recursos, se cuenta con 2 métodos, los denominados: Clásicos o Tradicionales (Bloque minero, Método de los Triángulos, Métodos de los Polígonos, el Inverso a la distancia, entre otros), y los Geo-estadísticos. Si bien en la actualidad los Métodos Geo-estadísticos, concentran la mayor atención para la estimación de recursos, su alto costo (ya que necesita gran cantidad de datos), implica que los métodos tradicionales sigan aportando de forma significativa a la estimación, convirtiéndose el método de Inverso a la Distancia, en una alternativa importante cuando no se puede hacer uso de la geo-estadística.

## 2. MARCO TEÓRICO

Se entiende por estimación de recursos a la determinación de la cantidad de materia prima contenida en un yacimiento o en una de sus partes. Esta estimación se puede dividir en 2 grandes ítem: la "Global", que su fin es estimar la ley media y el tonelaje de todo el yacimiento y la "Local" que por el contrario sólo le interesa estimar la ley media de unidades o bloques dentro de una zona determinada a menor escala [1].

Los recursos mineros pasan a ser entonces "una concentración u ocurrencia de material natural, sólido, inorgánico u orgánico fosilizado terrestre de tal forma, cantidad y calidad que existe razonable apreciación acerca de su potencial técnico- económico" [2]. Dichos recursos tendrán una subdivisión dependiendo del grado de información geológica que se tenga en: Medidos, Indicados e Inferidos, siendo los dos primeros llamados "Reservas Mineras", ya que son "la porción económicamente explotable de un recurso mineral medido ó recurso mineral Indicado demostrado por al menos un Estudio de Pre factibilidad" [3].

Entonces estimar recursos, depende de la ubicación de los datos obtenidos, que incorporan también la densidad de los mismos, pero también de la concentración del elemento químico de interés del cuerpo mineral, concentración que se denomina como "ley media", la cual se expresa en %, como gramos por tonelada (g/t) u onzas por tonelada (oz/t) [4].

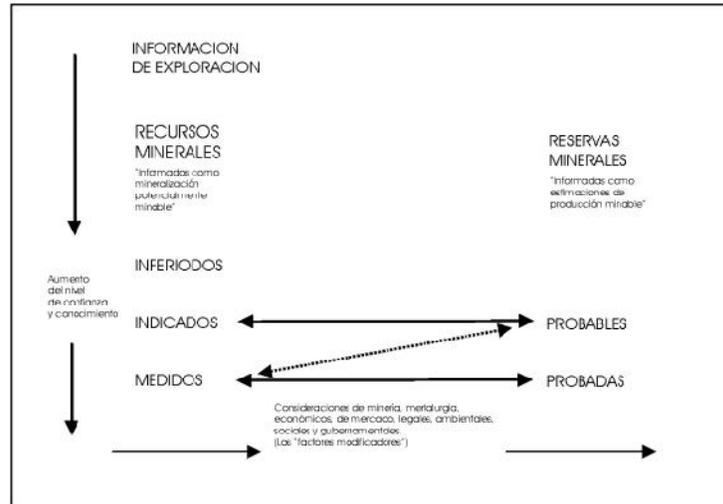


Figura 1: Relaciones entre Información de Exploración, Recurso Mineral Y Reserva Mineral.

### 1.1. Métodos de Estimación de Recursos:

Los distintos métodos de estimación de recursos que se emplean en la actualidad son definidos por los principios de interpretación empleados y las técnicas de interpolación espacial. Así se tienen los métodos de cálculos desarrollados y utilizados desde los principios de la minería hasta la actualidad, que se basan en procedimientos manuales y donde los principales parámetros son estimados a partir de la media aritmética y la media ponderada, estos métodos se les llama Clásicos o Geométricos y por otra parte están los métodos que se fundamentan en procedimientos matemáticos de interpolación definidos a partir de información espacial y estadística presente en los datos, dichos métodos como el Ponderador Inverso a la Distancia o los geo-estadísticos, los cuales son asistidos por computadoras, ya que manejan una gran cantidad de información. Si bien el Método de Inverso a la distancia, es considerado como un método clásico por

su forma, en su fondo se acerca más a un método geo-estadístico, por el procesamiento de los datos.

i. Método de Inverso a la Distancia, es un método de estimación que no es aconsejable en yacimientos con límites muy definidos (paso de mineralizaciones a estériles). Este método utiliza determinar los recursos a través de un factor de ponderación a cada muestra que rodea el punto central de un bloque mineralizado. El factor de ponderación es el inverso de la distancia entre el punto en cuestión y el conocido, elevado a una potencia en particular, su fórmula viene dada por:

$$L = \frac{\sum \frac{1}{d^m}}{\sum \frac{1}{d^m}}$$

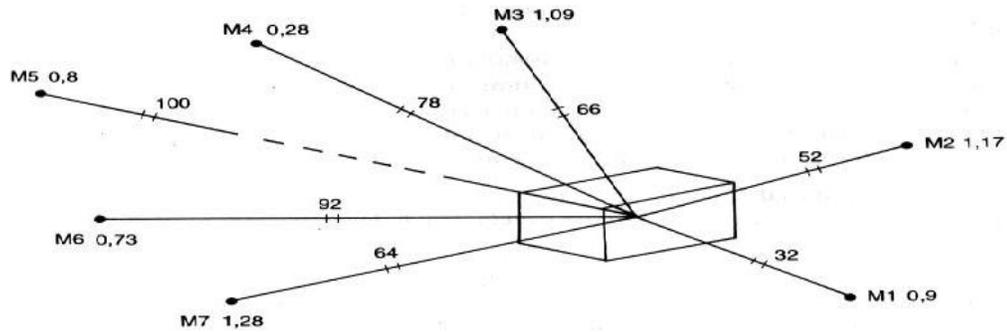


Figura 2: Bloque siendo estimado por Inverso a la Distancia.

ii. Método inverso a la distancia al cuadrado (I.V.O.R)

Se basa en la Hipótesis del potencial químico (Regla de los Cambios Graduales). Esta hipótesis postula que las atracciones son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia, y como gran parte de los depósitos se producen por intercambio iónico o por diferencias de potencial químico, su distribución debería ser de acuerdo con el inverso del cuadrado de la distancia.

Características del IVOR:

- Método analítico de cálculo de reservas.
- El cuerpo mineralizado, previamente, debe dividirse en bloques de igual tamaño.

- Se utiliza una vez que se ha definido la "unidad de explotación" o "Bloque Minero".
- Consiste en un cálculo de ponderadores (que le dan peso a las muestras en función de la distancia).
- Aplica un factor de ponderación a cada muestra que rodea el punto central de un bloque mineralizado, en el mismo nivel topográfico (caso bidimensional) o desde fuera del nivel (caso tridimensional).
- Método IVOR se aplica a Yacimientos de tipo masivo regular, principalmente de Fe, Cu y en algunos casos, mantos.

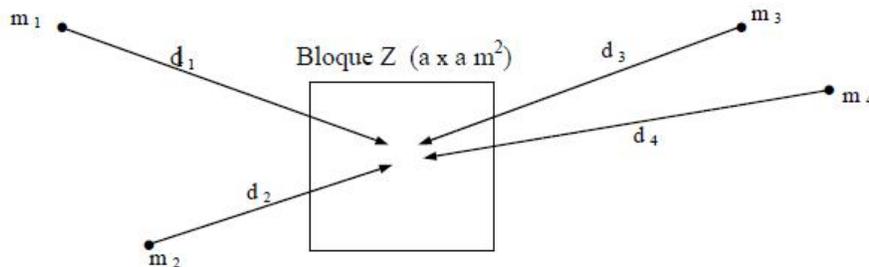


Figura 3: Representación de las influencias de leyes sobre el bloque.

El factor nombrado anteriormente es el inverso de la distancia entre cada muestra y el centro del bloque, elevado a una potencia "n", que suele tomar un valor entre 1 y 3. Quedando de la siguiente forma:

$$\lambda_i = \frac{\frac{1}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i^2}} \quad \text{condición } \sum \lambda_i = 1$$

Entonces, para encontrar la ley media se deberá realizar:

$$z = \sum \lambda_i * l_i = \frac{\sum_{i=1}^N l_i * \frac{1}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i^2}}$$

Para Seleccionar las muestras que tendrán incidencia sobre la estimación final, se hace necesario definir un área de búsqueda, también conocida como vecindad. Esta área de búsqueda podrá tener una forme circular o elíptica, que estará en función del comportamiento de las variables regionalizadas. Si el comportamiento de las muestras es isotrópico asociaremos el área de búsqueda a un circulo, por el lado contrario si presenta anisotropía hablaremos de un espacio con forma elíptica

### 3. METODOLOGIA

En primera instancia se decidió que era imperante poder analizar el comportamiento del ponderador a través de 2 tipos de variables regionalizadas, Isotropía y anisotropía (con o sin ángulo de anisotropía).

En consecuencia se hizo necesario determinar el alcance y el comportamiento de las variables regionalizadas mediante la utilización de software CS mine, además para comprobar el número de muestras que

tendrán presencia sobre la estimación final se utilizó software AutoCad generando radios y elipses de influencia.

Seguido de lo anterior se procedió a la modificación de la fórmula general del Método de estimación Tradicional IVOR (Inverso a la distancia al Cuadrado)

La aplicación de este nuevo formulismo se llevó a cabo estimando reiteradamente la ley de un bloque, modificando la potencia de la fórmula de IVOR desde 1 hasta "60", se ejecutaron las iteraciones a través de planillas Excel.

Una vez obtenida la variación de la ley media generada por el cambio del exponente, se procedió a analizar el comportamiento que presentan los ponderadores pertenecientes a las muestras localizadas al interior del área de influencia de la estimación, aplicando el análisis en el ponderador asociado a la muestra más cercana y su homóloga más lejana.

#### a. HIPOTESIS

Se estudiará el comportamiento del ponderador de inverso a la distancia desde la potencia 1 a la n, para determinar el intervalo de potencias, que arrojen una mejor estimación de la ley, intervalo que se podrá apreciar antes de la estabilización de la curva "Potencia del ponderador v/s ley media", para corroborar dicho intervalo se trabajará en el análisis de la muestra más cercana y más lejana.

#### b. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

i. Modificación de la Fórmula de Inverso a la distancia:

$$\lambda_i = \frac{\frac{1}{d_i^n}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i^n}}$$

Para el proceso de modificación de la Formula se debe tener en consideración lo siguiente:

Parte de las condiciones que se debe cumplir, es que al poner a prueba este método, la suma de los ponderadores que participan de la Estimación debe ser igual a 1:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

$$z = \sum \lambda_i * l_i = \frac{\sum_{i=1}^N l_i * \frac{1}{d_i^n}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_i^n}}$$

Donde:

li: Ley del sondaje

di: Distancia horizontal comprendida entre el centro del bloque y el sondaje.

n: Potencia que se desea evaluar dentro del sistema.

Z: Es el valor estimado de la ley del bloque.

i : Ponderador o peso de cada sondaje.

ii. Cálculo de la Ley Media en función de las variables regionalizadas.

Mediante software CS Mine se realizó un análisis vario gráfico de las muestras presentes en la estimación obteniéndose como resultado los alcances de las variables regionalizadas en los comportamientos isotrópicos y anisótropos.

### 1. Distribución Isotrópica

Considerando todas las muestras que se encuentran al interior del radio de influencia, se procede a elaborar tabla de cálculo que permita obtener la ley media del bloque en un cuerpo isotrópico, a modo de ejemplo se presentan los resultados utilizando la potencia n=2, ya que se iteró 60 veces, con la finalidad de apreciar el comportamiento de los ponderadores.

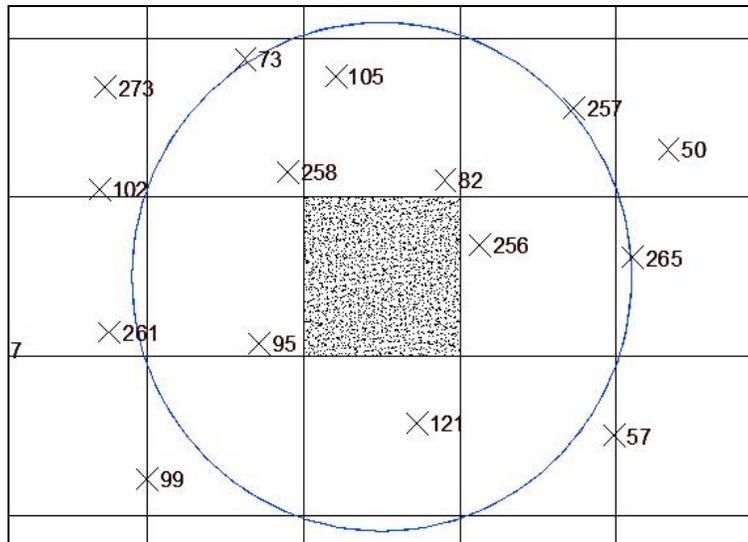


Figura 4: Radio de influencia para el comportamiento isotrópico del modelo  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1: Cálculo de la ley del bloque mediante Método experimental Inverso a la distancia elevado a la potencia "2.

Muestras	ley	Norte	Este	Norte'	Este'	Distancia	condicion	inv.distan	ponderador	*Li
82	0.659136	5047	2124	61.028	40.408	5357.223	Procede	0.00018666	0.22190257	0.146264052
95	0.974389	4944	2005	-41.972	-78.592	7938.351	Procede	0.00012597	0.1497517	0.145916393
105	0.105991	5112	2054	126.028	-29.592	16758.743	Procede	5.967E-05	0.07093501	0.007518466
121	0.173756	4894	2106	-91.972	22.408	8960.967	Procede	0.0001116	0.1326622	0.023050794
256	1.149590	5006	2146	20.028	62.408	4295.879	Procede	0.00023278	0.27672603	0.318121474
257	0.399755	5092	2206	106.028	122.408	26225.655	no procede	no procede	0	0
258	0.313227	5052	2023	66.028	-60.592	8031.087	Procede	0.00012452	0.1480225	0.046364683
265	0.319456	4998	2244	12.028	160.408	25875.399	no procede	no procede	0	0
Muestra		4985.972	2083.592				Sumatoria	0.0008412	1	0.687235862

Radio	160
exponente	2

A continuación se presentan los cálculos con los modelos anisótropos sin y con ángulo de anisotropía, en los cuales se consideraron las variables mencionadas con anterioridad.

2. Distribuciones Anisotrópicas con y sin ángulo de Rotación:

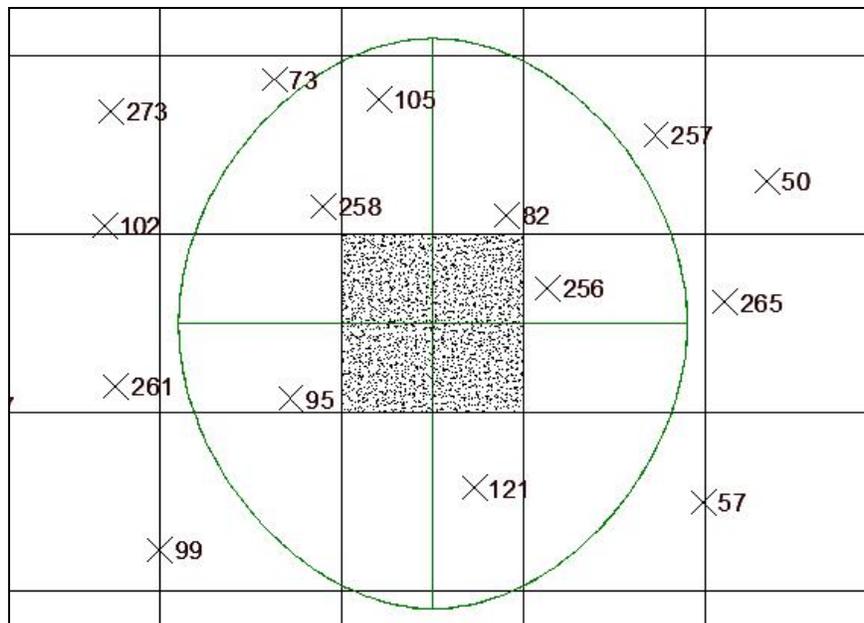


Figura 5: Elipse de influencia para el comportamiento anisotrópico sin ángulo de anisotropía

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2: Cálculo de la ley del bloque mediante Método experimental Inverso a la Distancia elevado a la potencia "2", en cuerpo anisótropo sin ángulo de anisotropía.

Muestras	ley	Norte	Este	Norte'	Este'	Distancia	condicion	inv.distan	ponderador	*Li
82	0.7	5047	2124	5047	2124	5590.481	procede	0.00017888	0.22782225	0.15016593
95	1.0	4944	2005	4944	2005	8820.737	procede	0.00011337	0.14439111	0.140693091
105	0.1	5112	2054	5112	2054	16883.841	procede	5.9228E-05	0.07543521	0.007995446
121	0.2	4894	2106	4894	2106	9032.698	procede	0.00011071	0.14100283	0.024500025
256	1.1	5006	2146	5006	2146	4852.273	procede	0.00020609	0.26248234	0.301747069
257	0.4	5092	2206	5092	2206	28366.186	noprocede	0	0	0
258	0.3	5052	2023	5052	2023	8555.572	procede	0.00011688	0.14886627	0.046628976
265	0.3	4998	2244	4998	2244	29551.217	noprocede	0	0	0
Muestra		4985.972	2083.592	4985.972	2083.592		Sumatoria	0.00078515	1	0.671730537

Rotación	N-E
Ang. Rota	0
Eje mayor	160
Eje menor	140
k	0.875
exponente	2

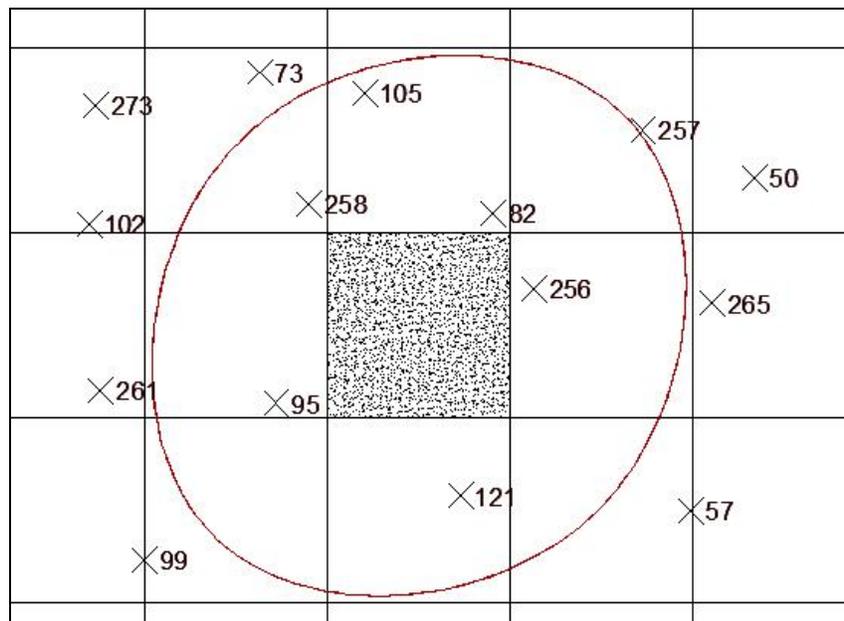


Figura 6: Elipse de influencia para el comportamiento anisotrópico con ángulo de anisotropía (N-45°E)

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3: Cálculo de la ley del bloque mediante Método experimental Inverso a la Distancia elevado a la potencia "2", en cuerpos anisótropos con ángulo de anisotropía

Muestras	ley	Norte	Este	Norte'	Este'	Distancia	condicion	inv.distan	ponderador	*Li
82	0.7	5047	2124	5070.66273	-2066.87312	5387.594	procede	0.00018561	0.23194719	0.152884826
95	1.0	4944	2005	4913.68502	-2078.18683	8034.139	procede	0.00012447	0.1555409	0.151557326
105	0.1	5112	2054	5067.12719	-2162.33254	18488.571	procede	5.4087E-05	0.06758971	0.007163895
121	0.2	4894	2106	4949.74747	-1971.41371	9895.452	procede	0.00010106	0.12628399	0.021942545
256	1.1	5006	2146	5057.2277	-2022.32539	4424.170	procede	0.00022603	0.28245689	0.324709616
257	0.4	5092	2206	5160.46529	-2040.71017	26244.820	no procede	0	0	0
258	0.3	5052	2023	5002.78048	-2141.82644	9176.275	procede	0.00010898	0.13618132	0.042655702
265	0.3	4998	2244	5120.86731	-1947.37208	27448.015	no procede	0	0	0
Muestra		4985.972	2083.592	4998.93664	-2052.29258		Sumatoria	0.00080023	1	0.700913910

Rotación	N-E
Ang, Rota	45
Eje mayor	160
Eje menor	140
k	0.875
exponente	2

#### 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Una vez estimada la ley media a distintas potencias, se procede a analizar la tendencia de la ley final:

##### a. Comportamiento isotrópico

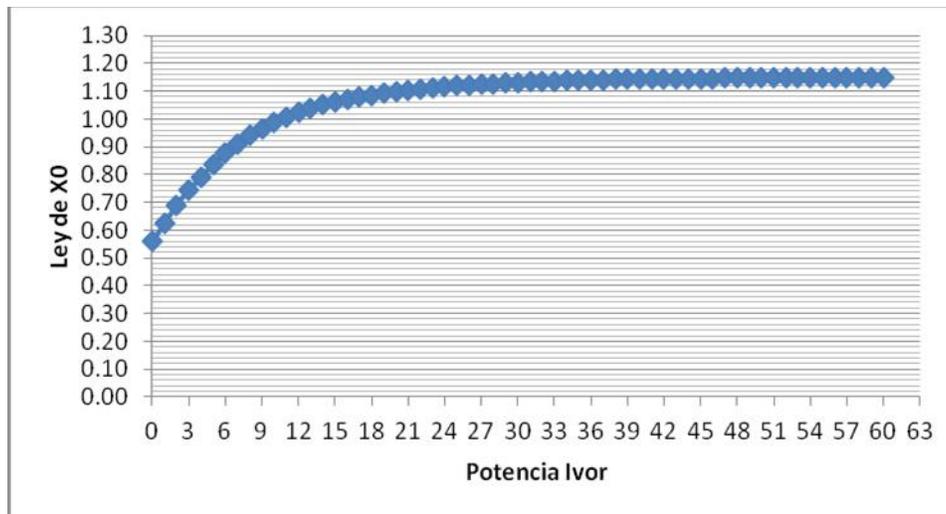


Gráfico 1: Variación Gradual de la ley producto del aumento del valor de la potencia en cuerpos isotrópicos.

b. Comportamiento Anisotrópico sin ángulo de anisotropía

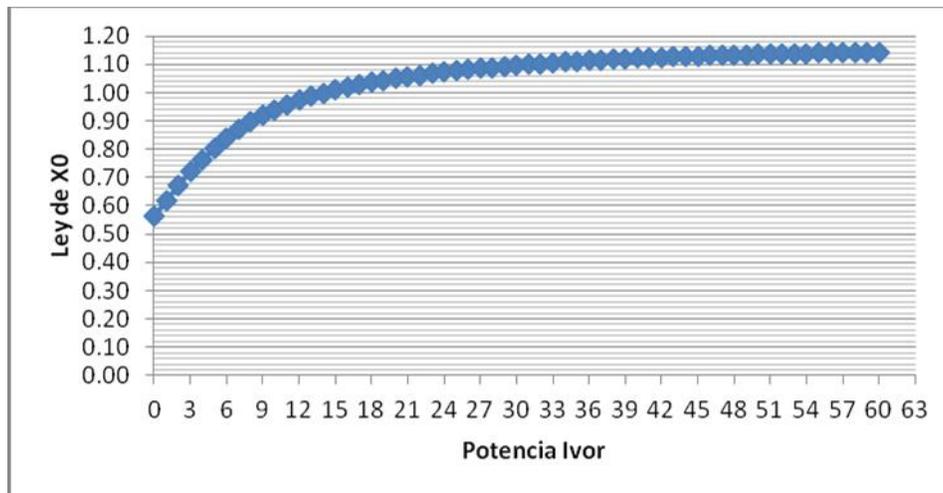


Gráfico 2: Variación Gradual de la ley producto del aumento del valor de la potencia, en cuerpos con anisotropía sin ángulo de anisotropía.

c. Comportamiento Anisotrópico con ángulo de anisotropía

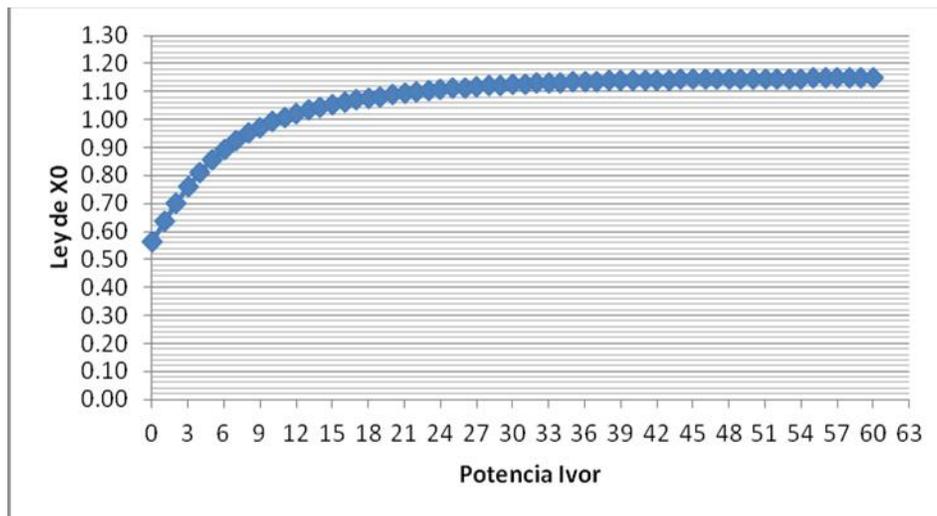


Gráfico 3: Variación Gradual de la ley producto del aumento del valor de la potencia, en cuerpos anisótropos con ángulo de anisotropía.

En los párrafos siguientes, se presentará como reaccionó el ponderador ante los cambios de potencias, se ha dejado en detalle, la reacción en cuerpos anisótropos con ángulo de anisotropía en la muestra más

lejana, como en la más cercana, y después se relacionarán todas las muestras que fueron influenciadas, tanto en sus comportamientos isotropos, como anisótropos (en sus 2 variantes)

- d. Reacción del ponderador asociado a la muestra más cercana frente a un cambio gradual del exponente, en comportamiento anisótropo con ángulo de anisotropía.

Tabla 4: Valores arrojados por el cambio de potencia en cuerpos anisótropos, con ángulo de anisotropía en la muestra más cercana.

Potencia	Ponderador										
0	0.16666667	11	0.71104942	22	0.89575058	33	0.96264446	44	0.98705729	55	0.99558327
1	0.22220044	12	0.73786928	23	0.90487158	34	0.96603947	45	0.98825755	56	0.99599596
2	0.28245689	13	0.76178035	24	0.91322193	35	0.96913415	46	0.98934765	57	0.99637023
3	0.34440562	14	0.78319088	25	0.92086668	36	0.97195377	47	0.9903375	58	0.99670964
4	0.40532221	15	0.80244679	26	0.9278642	37	0.97452168	48	0.99123615	59	0.99701739
5	0.46314139	16	0.819836	27	0.93426731	38	0.97685941	49	0.99205187	60	0.99729645
6	0.51656247	17	0.83559599	28	0.94012418	39	0.97898676	50	0.9927922		
7	0.5649748	18	0.8499223	29	0.94547898	40	0.98092201	51	0.99346402		
8	0.60829249	19	0.86297651	30	0.95037232	41	0.98268191	52	0.99407358		
9	0.64677162	20	0.87489319	31	0.9548417	42	0.98428187	53	0.99462659		
10	0.68085335	21	0.88578566	32	0.95892174	43	0.98573601	54	0.99512824		

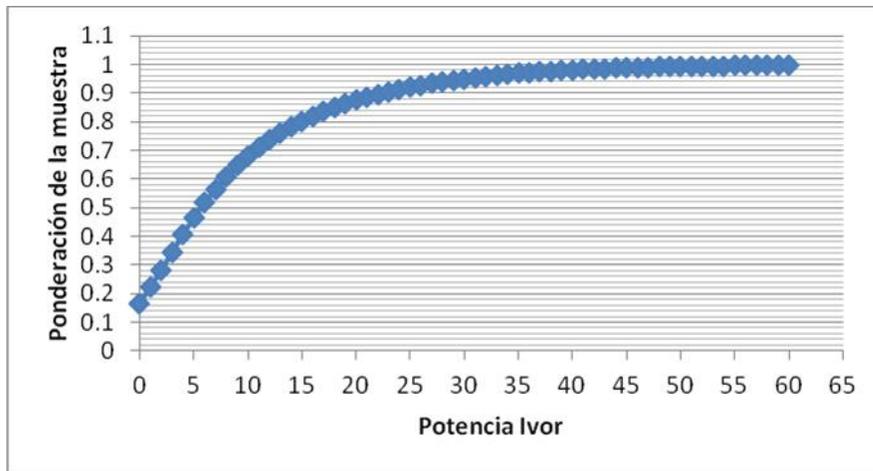


Gráfico 4: Comportamiento del ponderador al aumentar la potencia en cuerpos anisótropos con ángulo de anisotropía, en el sondaje más cercano.

4.5. Comportamiento del ponderador asociado a la muestra más lejana con respecto al centro de la estimación, en comportamiento anisótropo con ángulo de anisotropía.

Tabla 5: Valores arrojados por el cambio de potencia en cuerpos anisótropos, con ángulo de anisotropía en la muestra más lejana.

Potencia	Ponderador										
0	0	11	0.0002729	22	1.3195E-07	33	5.4423E-11	44	2.1417E-14	55	8.291E-18
1	0.10869489	12	0.00013853	23	6.5202E-08	34	2.6716E-11	45	1.049E-14	56	4.0575E-18
2	0.06758971	13	6.9962E-05	24	3.219E-08	35	1.3111E-11	46	5.1369E-15	57	1.9856E-18
3	0.04031465	14	3.5186E-05	25	1.5878E-08	36	6.4322E-12	47	2.5154E-15	58	9.7161E-19
4	0.02320904	15	1.7635E-05	26	7.8263E-09	37	3.1548E-12	48	1.2316E-15	59	4.7544E-19
5	0.01297283	16	8.8136E-06	27	3.8548E-09	38	1.5469E-12	49	6.0295E-16	60	2.3264E-19
6	0.00707796	17	4.3943E-06	28	1.8975E-09	39	7.5837E-13	50	2.9517E-16		
7	0.00378685	18	2.1864E-06	29	9.335E-10	40	3.7171E-13	51	1.4449E-16		
8	0.00199446	19	1.086E-06	30	4.5901E-10	41	1.8216E-13	52	7.0722E-17		
9	0.00103736	20	5.3857E-07	31	2.2559E-10	42	8.9252E-14	53	3.4615E-17		
10	0.00053419	21	2.6673E-07	32	1.1083E-10	43	4.3724E-14	54	1.6941E-17		

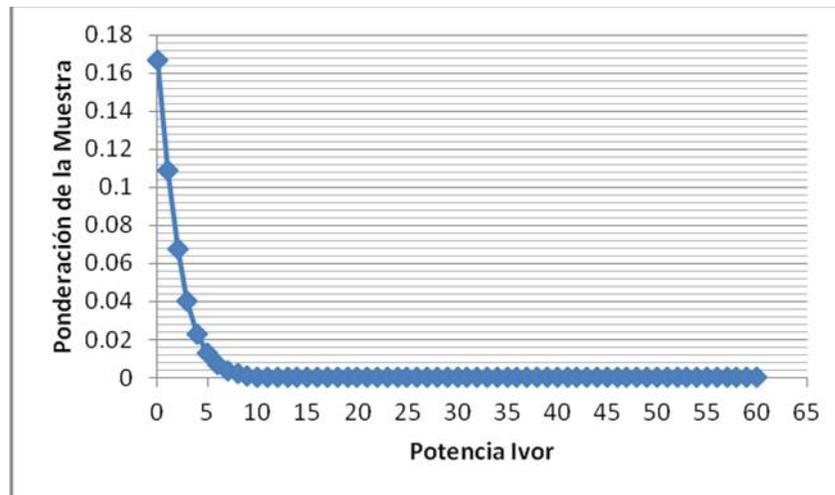
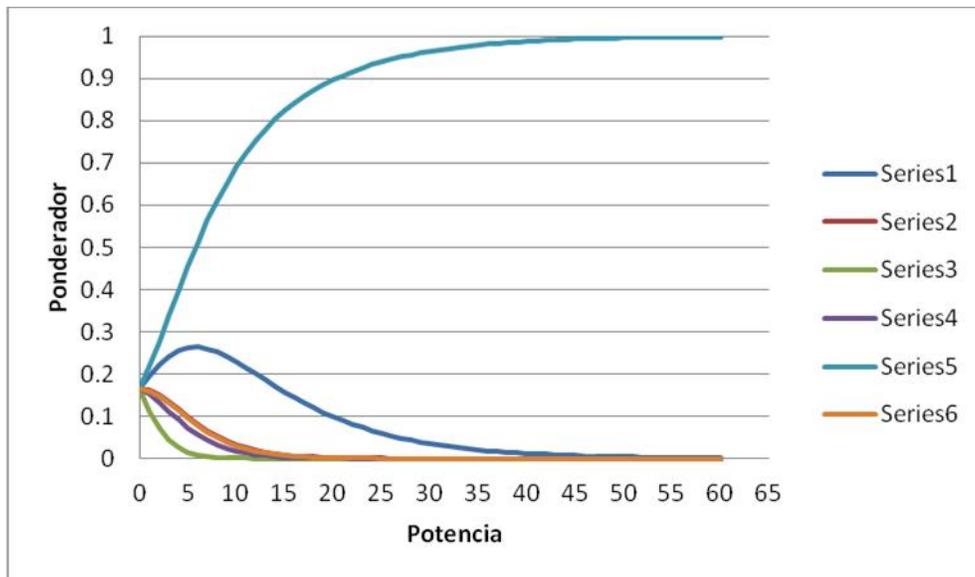


Gráfico 5: Comportamiento del ponderador al aumentar la potencia En cuerpos anisótropos con ángulo de anisotropía, en la muestra más lejana

Comportamiento del ponderador asociado a las muestras presentes que están inscritas dentro del radio o elipse de influencia

En los siguientes gráficos se podrá apreciar la reacción que presentarán los ponderadores asociados a las muestras que tienen participación sobre la estimación final, frente a un aumento circunstancial de la potencia del método inverso a la distancia.

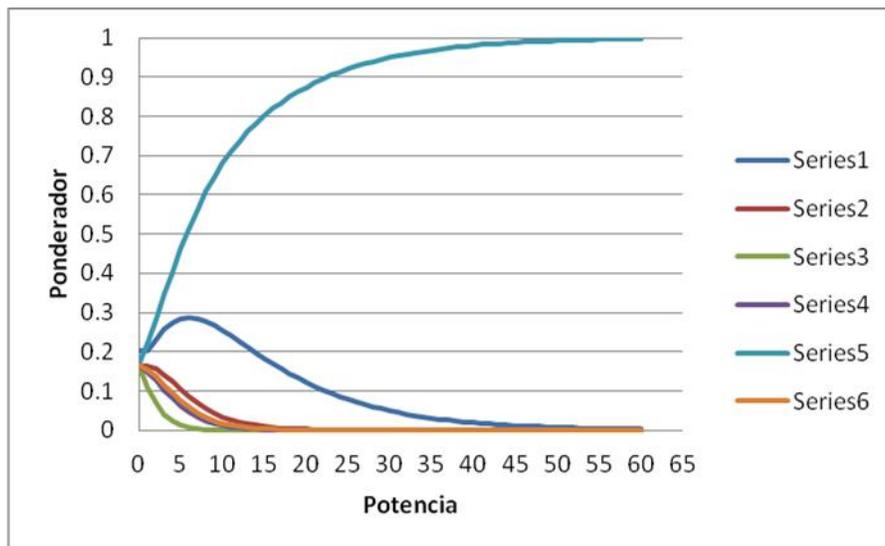
4.5.1. COMPORTAMIENTO ISOTROPICO



Serie1	SDH82	Serie2	SDH95	Serie3	SDH105
Serie4	SDH121	Serie5	SDH256	Serie6	SDH258

Gráfico 6: Comportamiento del ponderador al variar la potencia, en las muestras que tendrán participación de la estimación final, en tendencia isotrópica.

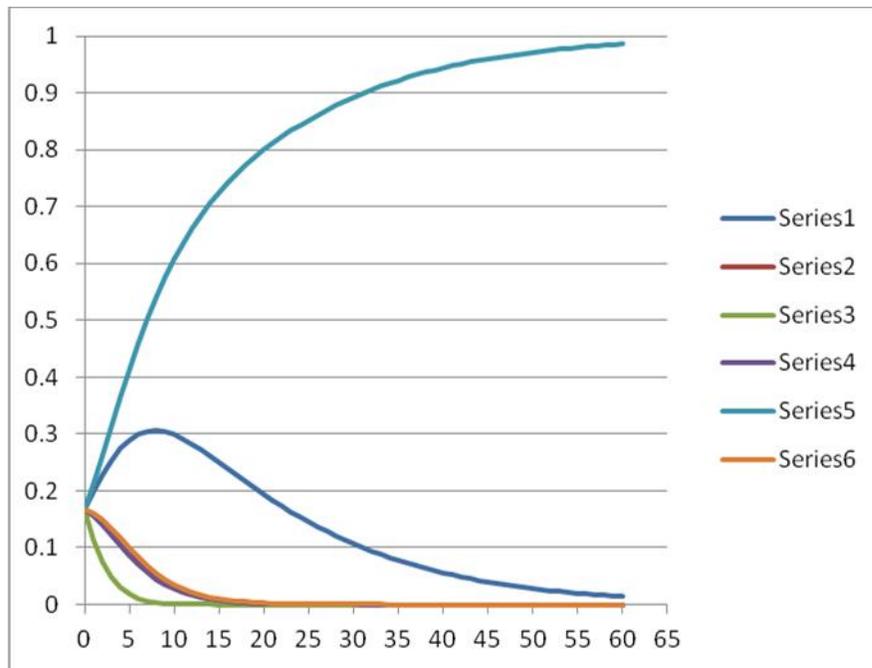
4.5.2. COMPORTAMIENTO ANISOTROPICO CON ÁNGULO DE ANISOTROPÍA



Serie1	SDH82	Serie2	SDH95	Serie3	SDH105
Serie4	SDH121	Serie5	SDH256	Serie6	SDH258

Gráfico 7: Comportamiento del ponderador al variar la potencia, en las muestras que tendrán participación de la estimación final, en tendencia anisotrópica con ángulo de anisotropía.

4.5.3. COMPORTAMIENTO ANISOTROPICO SIN ANGULO DE ANISOTROPIA



Serie1	SDH82	Serie2	SDH95	Serie3	SDH105
Serie4	SDH121	Serie5	SDH256	Serie6	SDH258

Gráfico 8: Comportamiento del ponderador al variar la potencia, en las muestras que tendrán participación de la estimación final, en tendencia anisotrópica sin ángulo de anisotropía.

5. DISCUSION DE RESULTADOS

El resultado de los gráficos da a conocer que para el actual modelo experimental, la estimación de la ley del bloque es similar en los tres comportamientos analizados, esto quiere decir que frente a un aumento considerable del exponente del modelo, la ley presenta 2 comportamientos altamente definidos: el primero es un aumento sustancial en la ley media del modelo cuando se utilizan exponentes que se encuentran acotados desde 0 a 14, y el segundo comportamiento es que para el resto de los exponentes evaluados (que en este caso es hasta el n° 60), la tendencia que presenta la ley final del bloque es estabilizarse en el valor 1.15 %

Se aprecia tanto en los comportamientos anisótropos, como en el comportamiento isótropo, que las curvas se asemejan.

La muestra del SDH 256 que representa a la muestra más cercana, demuestra que a medida que la potencia aumenta el ponderador tiende progresivamente a incrementar su participación, hasta estabilizar su aporte en la estimación final en un valor cercano al 100%.

La muestra más lejana, representada por el Sondaje 105, disminuye su participación, llegando inclusive a un aporte de valor tendiente "cero", para la estimación final.

La curva del sondaje 82 es la que muestra una variación más significativa, ya que esta va aumentando su participación hasta lograr un 30% de la estimación final, y luego decrece, o sea existe en un punto de inflexión en la potencia 7.

## 6. CONCLUSIONES.

Al efectuar un aumento del valor de potencia "n" del modelo, se produce un incremento positivo al ponderador del sondaje próximo al bloque de evaluación, y a su vez produce una pérdida en los ponderadores del resto de los sondajes evaluados, reafirmando una vez más los conceptos teóricos que indican significativa influencia en la determinación de la ley de un bloque asociado a la muestra más cercana, entonces su participación llega un punto que el peso presente en el Sondaje es tan grande, que la ley del modelo está constituida casi en su totalidad por la ley presente en dicho ponderador, por lo cual tiende a asimilar la ley de aquel sondaje. Efecto contrario ocurre con la muestra más alejada al centro de la estimación del bloque, ya que el ponderador asociado a esta muestra comienza a disminuir paulatinamente su participación a medida que incrementa el valor del exponente asociado al formulismo de IVOR, llegando al nivel de casi no tener incidencia sobre la estimación final.

La ley presenta 2 comportamientos altamente definidos: el primero es un aumento sustancial en la ley media del modelo cuando se utilizan exponentes que se encuentran acotados desde 0 a 14, y el segundo comportamiento es que para el resto de los exponentes evaluados, la tendencia que presenta la ley final del bloque es estabilizarse en el valor 1.15 %

El conjunto de resultados obtenidos mediante el empleo del modelo experimental, presentan una tendencia marcada al valor de la ley del sondaje, que se caracteriza por presentar una menor diferencia de distancia respecto del sector a evaluación.

Al aumentar constantemente el exponente asociado a la fórmula del método inverso a la distancia, no se logra una maximización de la estimación final, para valores de exponentes superiores a 7, esto se debe a que el ponderador que presenta una menor distancia del centroide de estimación tiende a aumentar su peso sobre la estimación final conforme aumenta el valor del exponente de la fórmula.

La estimación que se genera al utilizar un valor cero de exponente, en la fórmula Inverso a la Distancia, no se considerará representativa, esto se debe a que un análisis de los ponderadores, deja en claro que el peso que adquieren todas las muestras presentará el mismo valor, generando un valor final alejado de la realidad.

## 7. RECOMENDACIONES.

El comportamiento de los ponderadores asociados al rango de potencias de 1 al 7, entregan estimaciones representativas, por lo cual se recomienda efectuar estudios posteriores con la finalidad de encontrar la potencia que genera una estimación final más cercana a la realidad a través del intervalo encontrado.

## 8. REFERENCIAS

[1] Alfaro, Marco. Curso de Estimación de Recursos Mineros. Universidad de Santiago de Chile. 2007.

[2] González, Juan Pablo. Lineamientos CIM, para Recursos y Reservas Mineras. Seminario Valorización de Propiedades Mineras. 2012.

[3] Orche, E. Manual de evaluación de yacimientos mineros. Editorial Graficas Arias Montano. Madrid 1999.

[4] Bustillo, M., López Jimeno, C. Recurso minerales. Tipología, prospección, evaluación, explotación, minería e impacto ambiental. Editorial Graficas Arias Montano. Madrid 1996.