

TEMA 5. EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE RI



Contenidos

1. Objetivo de la evaluación
2. Eficacia en RI
3. Relevancia
4. Colecciones de test
5. Métricas para la eficacia.
 - 5.1. Evaluar resultados de RI no ordenados.
 - 5.2. Evaluar resultados de RI ordenados.

Bibliografía

A Introduction to Information Retrieval:

Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze.
Cambridge University Press, **2009**.

Capítulo 8

Speech and Language Processing: International Version, 2/E.

Daniel Jurafsky, James H. Martin.

Pearson International Edition, **2009**. ISBN-10: 0135041961.

Capítulo 23



1. OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN

Objetivo de la evaluación

Comparar sistemas entre sí.

¿Qué podemos comparar?

- Eficacia (precisión y cobertura).
- Eficiencia (temporal y espacial).
- Satisfacción del usuario (interfaz, modo de presentación de resultados, etc.).



2. EFICACIA EN RI



¿Cómo medir la eficacia en RI?

- Necesitamos una colección de test consistente en tres elementos:

1. Una colección de documentos.
2. Un conjunto de consultas.
3. Un conjunto de juicios de relevancia.*

**(gold standard o ground truth o judgment of relevance)*



Ajuste del rendimiento del sistema

- Cálculo de pesos (parámetros) para ajustar el rendimiento del sistema.
- **Incorrecto:** evaluar un sistema tomando la colección sobre la que se han ajustado los parámetros para maximizar su rendimiento.
- **Correcto:** utilizar una colección de desarrollo para entrenar y ajustar los parámetros, y otra colección para evaluar el rendimiento imparcial.

3. RELEVANCIA



¿Cómo expresar la relevancia?

- Forma estándar: valoración binaria de si es relevante o no relevante para cada par consulta-documento.
- Otras alternativas, considerar una relevancia dentro de una escala, como documentos altamente relevantes o marginalmente relevantes u otras.

Ejemplo - Listas de consultas evaluadas (Colección Times)

1.

- KENNEDY ADMINISTRATION PRESSURE ON NGO DINH DIEM TO STOP SUPPRESSING THE BUDDHISTS .
- Documentos relevantes: 268 288 304 308 323 326 334.

2.

- EFFORTS OF AMBASSADOR HENRY CABOT LODGE TO GET VIET NAM'S PRESIDENT DIEM TO CHANGE HIS POLICIES OF POLITICAL REPRESSION .
- Documentos relevantes: 326 334

Donde cada documento relevante de una consulta tiene el mismo grado de relevancia.

4. COLECCIONES DE TEST

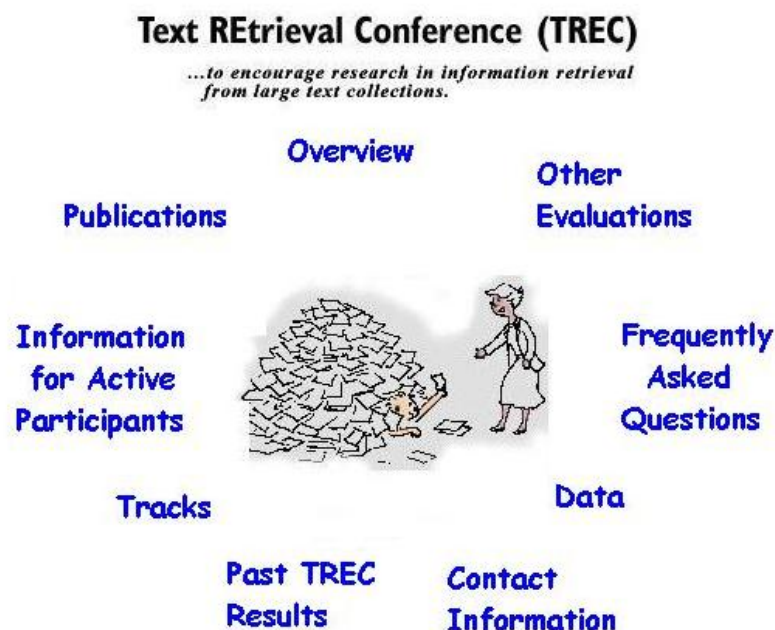


¿Cómo construir Colecciones de test?

- **Tradicional**: se estudia la relevancia de cada documento para cada consulta.
- **Pooling** (en competencias): solo se estudia la relevancia de los documentos devueltos por los participantes del concurso.
 - *Ventaja*: permite trabajar con colecciones de gran volumen de documentos.
 - *Desventaja*: no se sabe la relevancia de todos los documentos.

Colecciones de test más extendidas:

- **TREC Ad Hoc track**
(primeras 8 evaluaciones del TREC entre 1992 y 1999): 1.89 millones de documentos y juicios de relevancia para 450 consultas.
- La mejor subcolección, más consistente, la constituyen TREC's 6-8 con 150 consultas sobre 528.000 artículos. <http://trec.nist.gov>



Colecciones de test más extendidas:

- **CLEF - Conference and Labs of the Evaluation Forum**
(Cross Language Evaluation Forum)

<http://www.clef-initiative.eu/>

Promover la investigación, la innovación y el desarrollo de sistemas de acceso a la información con énfasis en la información multilingüe y multimodal.

- **Reuters-21578**, una colección de documentos
(inicialmente con 21.578 artículos que amplió a 806.791)
diseñada para tareas de clasificación de texto.

5. MÉTRICAS PARA LA EFICACIA

- 5.1. Evaluar resultados de RI no ordenados.
- 5.2. Evaluar resultados de RI ordenados.

Métricas para la eficacia

La forma de evaluación depende de si el conjunto de documentos resultante de la recuperación está ordenado o no (ranked or unranked).

5.1. Evaluar resultados de RI no ordenados.

Dos métricas muy extendidas en el área de la RI, precisión y cobertura (en inglés, *precision* y *recall*):

precision (P) en IR sirve para medir la fracción de documentos recuperados que son relevantes.

$$P = \text{nº de docs relevantes recuperados} / \text{nº de docs recuperados}$$

recall (R) en IR se define como la fracción de documentos relevantes que son recuperados.

$$R = \text{nº de docs relevantes recuperados} / \text{nº de docs relevantes en la colección}$$



Otra manera de presentar estas métricas

	Relevante	No relevante
Recuperado	true positives (tp)	false positives (fp)
No Recuperado	false negatives (fn)	true negatives (tn)

Precision $P = tp / (tp + fp)$

Recall $R = tp / (tp + fn)$

- **F-Medida** (F-measure o media armónica ponderada) es otra métrica que combina la precisión y la cobertura según un parámetro β .

$$F = \frac{(\beta^2 + 1)PR}{\beta^2 P + R} \quad \text{Si } \beta = 1 \quad F_1 = \frac{2PR}{P + R}$$

- Si $\beta < 1$ se le da mayor importancia a la Precisión.
- Si $\beta > 1$ se le da mayor importancia al *Recall*.

Ejercicio #1: Hay un total de 20 documentos relevantes en la colección. El sistema devuelve 8 relevantes y 10 no relevantes.

	Relevante	No relevante
Recuperado	8 tp	10 fp
No Recuperado	12 fn	tn

Calcula la Precisión, el Recall y la F_1 -medida

$N = 20$.

Ejercicio #1_Sol: Hay un total de 20 documentos relevantes en la colección. El sistema devuelve 8 relevantes y 10 no relevantes.

$$P = \frac{tp}{tp + fp} = \frac{8}{18} = 0.444 \qquad R = \frac{tp}{tp + fn} = \frac{8}{20} = 0.4$$

$$F_1 = \frac{2xPxR}{P + R} = \frac{0.3552}{0.844} = 0.4208$$

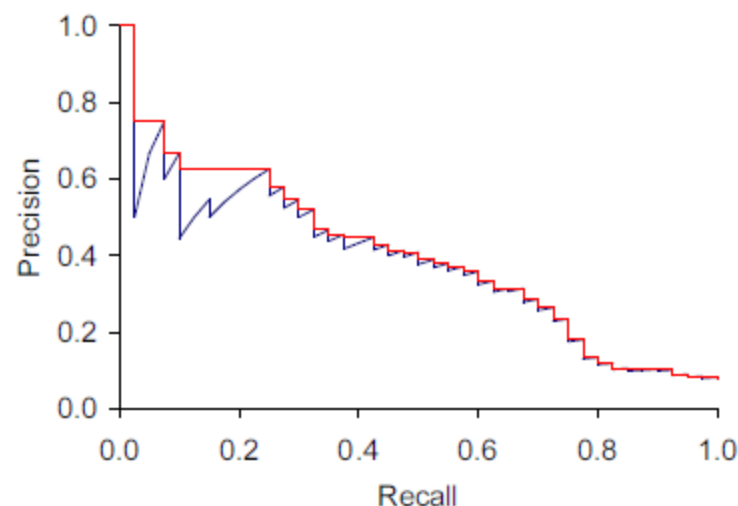


5.2. Evaluar resultados de RI ordenados.

- La *Precision*, el *Recall*, y la F-medida son medidas basadas en conjuntos de documentos no ordenados.
- Necesitamos extender estas medidas, o definir otras nuevas si queremos mostrar los k documentos de la parte superior de la lista ordenada de documentos recuperados (*ranking*).
- La métrica debería preferir un sistema de RI que ponga más arriba los documentos relevantes.

Curva precision-recall

- La curva (línea azul) tendrá forma de sierra debido a que si el $(k+1)$ -ésimo documento recuperado no es relevante la cobertura es la misma que la de los k documentos del tope pero la precisión descenderá.
- Una manera de suavizar estos dientes es calculando la **precisión interpolada** (línea roja).





5.2.1. Precisión interpolada

Definición (Manning et al., 2009-Cap.8):

P_{interp} a un cierto nivel de recall r se define como la precisión más alta que se encuentra para cualquier nivel de recall $r' \geq r$:

$$p_{\text{interp}}(r) = \max_{r' \geq r} p(r')$$

5.2.1. Precisión interpolada

Aunque toda la curva interpolada puede ser informativa, generalmente se trabaja con un número bajo de valores.

Precisión interpolada en 11 niveles de recall:

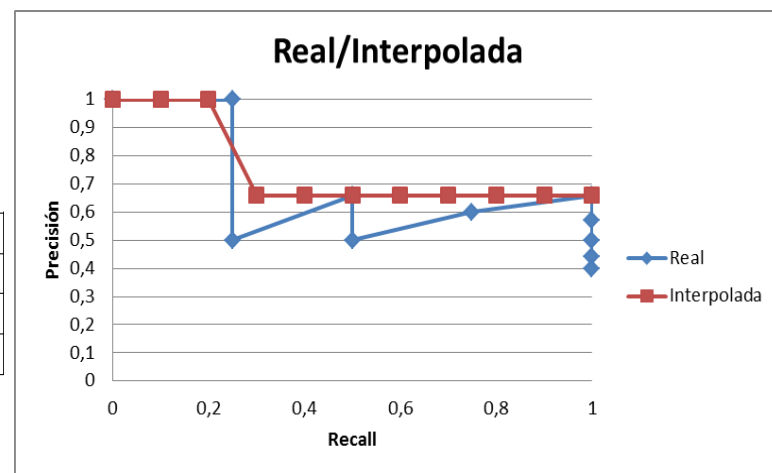
Para cada valor de recall estándar **i** desde 0.0 a 1.0 con incrementos de 0.1, se toma la precisión máxima obtenida en cualquier valor de recall real mayor o igual a **i**.

Ejercicio#2.

Para la consulta Q1 tenemos 4 documentos relevantes.
Calcula Precision&Recall Reales e Interpolados.

- Tabla Precision&Recall Reales:

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10
Recall	0.25	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



- Tabla Precision&Recall Interpoladas:

Precision	1	1	1	2/3	2/3	2/3	4/6 = 2/3	4/6	4/6	4/6	4/6
Recall	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

Para $r' \in [0.5-1] \geq r=0.3$
 $\max P(r') = \frac{2}{3}$

Recall = 1 / docs. relevantes -> para cada doc. relevante,
sumar recall, sino seguir con su valor actual.

Ejercicio#3.

Para la consulta Q2 tenemos 5 documentos relevantes.
Calcula Precision&Recall Reales e Interpolados.

- Tabla Precision&Recall Reales

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No
Precision										
Recall										

Ejercicio#3_sol.

Para la consulta Q2 tenemos 5 documentos relevantes.
Calcula Precision&Recall Reales e Interpolados.

- Tabla Precision&Recall Reales:

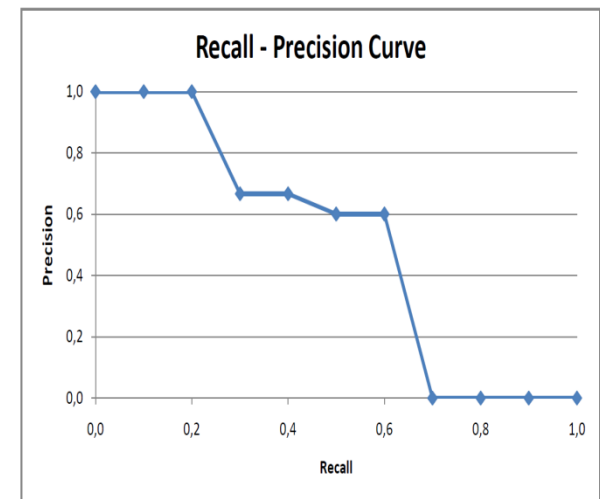
Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
Recall	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

- Tabla Precision&Recall Interpoladas:

Precision	1	1	1	2/3	2/3	3/5	3/5	0	0	0	0
Recall	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

Para $r' \in [0.4-0.6] \geq r=0.3$
 $\max P(r') = \frac{2}{3}$

Ya no hay valores $r' \geq r$
 $\max P(r') = 0$



5.2.2 Promedio interpolado

11-puntos de precisión promedia interpolada

Cuando se dispone de más de una consulta:

- Para cada consulta, la precisión interpolada se mide en los 11 niveles de Recall de 0.0, 0.1, 0.2, . . . , 1.0.
- Para cada nivel de recall se calcula la *media aritmética* de la precisión interpolada a ese nivel de recall para cada consulta en la colección de test.

Ejercicio #4.

Para las consultas Q1 y Q2 calcula Precision&Recall Promedio Interpolado y la curva de Recall-Precision.

- Tabla Precision&Recall Interpoladas Q1

Precision	1	1	1	2/3	2/3	2/3	4/6 = 2/3	4/6	4/6	4/6	4/6
Recall	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

- Tabla Precision&Recall Interpoladas Q2

Precision	1	1	1	2/3	2/3	3/5	3/5	0	0	0	0
Recall	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

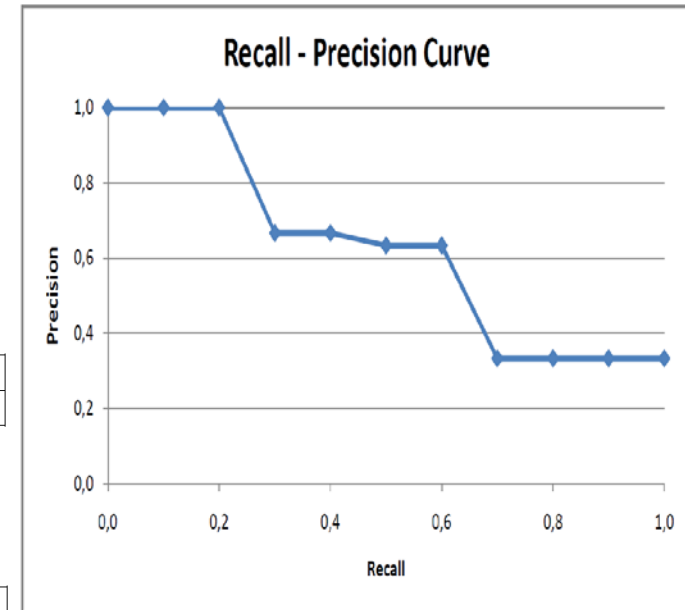
- Tabla Precision&Recall Interpoladas Q1+Q2

Precision	1	1	1	2/3	2/3	19/30	19/30	1/3	1/3	1/3	1/3
Recall	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

$$\frac{2/3 + 2/3}{2}$$

$$\frac{2/3 + 3/5}{2} = 19/30$$

$$\frac{4/6 + 0}{2} = 1/3$$



5.2.3 Medir la eficacia mediante un único valor

- Mean Average Precision (MAP)
- R-Precision
- Precision-at- k



Mean Average Precision (MAP)

- Proporciona una medida única de calidad en todos los niveles de recall.
- Para una consulta **simple** la ***Precisión media*** es el promedio del valor de precisión obtenido después de que cada documento relevante sea recuperado en la lista ordenada de documentos recuperados.
- Si algún documento relevante no se recupera entonces el valor de precisión que sumaremos para promediar será 0.
- Tenemos que conocer a priori nº de docs. relevantes.

Ejemplo. Consulta con 5 documentos relevantes en las posiciones 1, 3, 6, 10 y 15

Obtendríamos precisiones de 1, 0.66, 0.5, 0.4, 0.3 entonces la **precisión media de la consulta** sería:

$$P_media = \frac{\overset{1/1}{1} + \overset{2/3}{0.66} + \overset{3/6}{0.5} + \overset{4/10}{0.4} + \overset{5/15}{0.3}}{5} = 0.57$$

- Esta medida favorece a los sistemas que devuelven los documentos relevantes en las primeras posiciones de la lista ordenada.
- El valor de MAP para una colección de test es la media aritmética de los valores de precisión promedio para las consultas individuales.
- No se eligen niveles fijos de recall, y no hay ninguna interpolación.

- Sea $\{d_1, \dots, d_{m_j}\}$ el conjunto de documentos relevantes para una consulta $q_j \in Q$.
- Sea R_{jk} es el conjunto resultante de la recuperación ordenada desde el primer resultado hasta llegar al documento relevante d_k , entonces **MAP(Q)** será:

$$\text{MAP}(Q) = \frac{1}{|Q|} \sum_{j=1}^{|Q|} \frac{1}{m_j} \sum_{k=1}^{m_j} \text{Precision}(R_{jk})$$

Ejercicio#5. Para cada consulta Q1 y Q2 calcula Precisión media y MAP del conjunto.

- Tabla Precision&Recall Reales Q1 (4 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10
Recall	0.25	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- Tabla Precision&Recall Reales Q2 (5 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
Recall	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

- Precisión media Q1 =
- Precisión media Q2 =
- MAP =

Ejercicio#5. Para cada consulta Q1 y Q2 calcula Precisión media y MAP del conjunto.

- Tabla Precision&Recall Reales Q1 (4 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10
Recall	0.25	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- Tabla Precision&Recall Reales Q2 (5 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
Recall	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

- **Precisión media Q1** = $(1 + 2/3 + 3/5 + 4/6) / 4 = 0.73$
- **Precisión media Q2** = $(1 + 2/3 + 3/5 + 0 + 0) / 5 = 0.45$
- **MAP** = $(0.73 + 0.45) / 2 = 0.59$

R-Precision

- Sea **R** el número total de documentos relevantes para una consulta,
- **R-Precision** será el número total de documentos relevantes encontrados entre los **R** primeros documentos devueltos, dividido por **R** .
- También se puede calcular la **media de R-Precision** entre un conjunto de preguntas.

Ejemplo.

Si hay 20 documentos relevantes para una pregunta, y entre los primeros 20 documentos devueltos se encuentran 10 documentos relevantes, este valor sería:

$$R - \text{Precision} = \frac{10}{20} = 0.5$$

Ejercicio#6. Para cada consulta Q1 y Q2 calcula R-Precision y R-Precision media.

- Tabla Precision&Recall Reales Q1 (4 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10
Recall	0.25	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- Tabla Precision&Recall Reales Q2 (5 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
Recall	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

Q1: Total de documentos relevantes=4.

R-Precision para Q2 =

Q2: Total de documentos relevantes=5.

R-Precision para Q1=

Q1 + Q2: **Media de R-Precision** para Q1 y Q2 =

Ejercicio#6. Para cada consulta Q1 y Q2 calcula R-Precision y R-Precision media.

- Tabla Precision&Recall Reales Q1 (4 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10
Recall	0.25	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

- Tabla Precision&Recall Reales Q2 (5 docs. relevantes)

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
Recall	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

Q1: Total de documentos relevantes=4.

2 documentos relevantes recuperados del tope de 4 documentos. → **R-Precision** = $2/4 = 1/2$

Q2: Total de documentos relevantes=5.

3 documentos relevantes recuperados del tope de 5 documentos. → **R-Precision** = $3/5$

Q1 + Q2: **Media de R-Precision** para Q1 y Q2 = $(1/2+3/5)/2=11/20=0.55$

Precision-at- k

Precision-at- k : Precisión de los k primeros documentos recuperados (nº docs relevantes encontrados entre los k docs vistos)

- Precisión a un nivel de recuperación fijo.
- Apropiado para búsquedas en web: la mayoría de usuarios espera encontrar lo que busca en la primera o segunda página.
- Ventaja: no es necesario saber de antemano el total de docs relevantes para cada consulta.
- Desventaja: es la métrica menos estable, no promedia bien, y arbitrariedad al tomar el parámetro de k .

Ejemplo,

Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relevant	Yes	No	Yes	No	Yes	Yes	No	No	No	No
Precision	1/1	1/2	2/3	2/4	3/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10
Recall	0.25	0.25	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Precision at 5 = $3/5$

Precision at 10 = $4/10$