



Aplicación del Método PATTERN en el Proceso de Análisis Cuantitativo Multicriterio de las Alternativas de Ubicación de la EDAR Este de Gijón (Asturias)

Sánchez Arango, M.; Cordón Ezquerro, J.; Rodríguez García, J.; Granero Castro, J.

Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad
TAXUS MEDIO AMBIENTE S.L. - C/ Santa Susana 5, Bajo A · 33007 Oviedo, ASTURIAS
Tel.: 985 24 65 47 - Fax: 984 15 50 60; E-mail: msanchez@taxusmedioambiente.com



INTRODUCCIÓN

La Ley 21/2013, de evaluación ambiental, establece la necesidad de "cuantificar los efectos significativos de un plan, programa o proyecto sobre el medio ambiente (...) mediante datos mensurables" (...)

El presente trabajo pretende describir la metodología desarrollada por TAXUS MEDIO AMBIENTE S.L. para la comparación cuantitativa de las 9 alternativas planteadas para la EDAR de Gijón Este, las cuales difieren en:

- El emplazamiento de la línea de aguas: se propusieron 5 ubicaciones para el nuevo tratamiento biológico: La Plantona (Alternativa 1), Cagonera (2), Peñarubia (3), Rinconín (4) y La Reguerona (5)
- El emplazamiento del nuevo desarenado-desengrasado: se consideró la ampliación de la EPAR actual, en la que se desarrollaba originalmente el tamizado (funcionalidad a) así como la ubicación de este junto a la nueva EDAR (b)

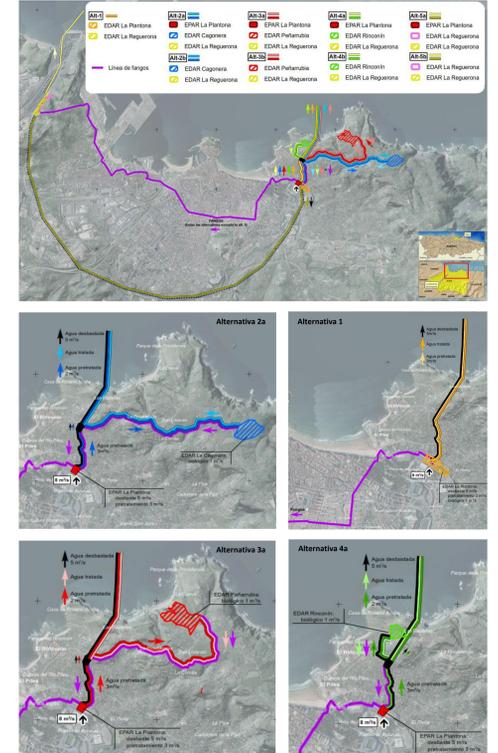
La combinación de las opciones descritas resultó en un total de 9 alternativas.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada se fundamentó en las siguientes fases secuenciales, cuyo desarrollo específico se detalla en la tabla siguiente:



OBJETIVOS	CRITERIOS	INDICADORES
TERRITORIALES Se pretende seleccionar la alternativa más beneficiosa para el desarrollo territorial del área de implantación	Efecto sobre la ordenación territorial	$I_{Ord} = \frac{A_{Urb} \times a + A_{NU} \times b + A_{NU-P} \times c + A_{Ubi} \times d}{S_{m\acute{o}x}}$ A _{Urb} = Superficie afectada por suelo urbano A _{NU} = Superficie afectada por suelo no urbanizable A _{NU-P} = Superficie afectada por suelo no urbanizable-POLA (Plan de Ordenación del Litoral asturiano) A _{Ubi} = Superficie afectada por suelo urbanizable
	Ocupación de terrenos en obra	$I_{Ocp} = a / S_{m\acute{o}x}$ a = Superficie afectada por alternativa S _{máx} = Superficie que ocupa la alternativa más extensa
TÉCNICOS Se pretende seleccionar la alternativa más coherente y eficiente	Eficiencia	$I_{Efi} = C / V$ C = Consumo de electricidad en MWh/año V = Volumen de agua tratada en un año en hectómetros cúbicos
	Coherencia	$I_{Coh} = l / L_{m\acute{o}x}$ l = Longitud en metros de conducciones L _{máx} = Longitud de la alternativa con la conducción más larga
AMBIENTALES Se pretende seleccionar la alternativa que menos impactos genere sobre el medio ambiente tanto en fase de obra como en explotación	Huella de carbono	$I_{CC} = CO_2 / CO_{2\ m\acute{o}x}$ CO ₂ = Emisión de toneladas de CO ₂ equivalente CO _{2\ máx} = Máxima emisión de toneladas de CO ₂ equivalente de entre todas las alternativas
	Afección a cauces	$I_{Hid} = \frac{A_{RP} \times a + A_{Af} \times b + A_{Ar} \times c + A_{Ch} \times d + A_{Ch-T} \times e}{S}$ A _{RP} = Superficie afección a ríos principales A _{Af} = Superficie afección a afluentes A _{Ar} = Superficie afección a arroyos A _{Ch} = Superficie afección a charcas temporales A _{Ch-T} = Superficie afección a charcas temporales S = Superficie que ocupa la alternativa
	Afección a vegetación	$I_V = \frac{\sum A_{ij} \times x_j}{S_{m\acute{o}x}}$ A _{ij} = Superficie afectada por la alternativa i para la formación j x _j = Valor asignado al tipo de formación (ponderación) S _{máx} = Superficie total de la alternativa más extensa
	Afección a fauna	$I_F = \frac{\sum C_{CEEA} + C_{CREA}}{P_{m\acute{o}x}}$ C _{CEEA} = Valor asignado para la categoría de la especie en el Catálogo Español de Especies Amenazadas C _{CREA} = Valor asignado para la categoría de la especie en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas P _{máx} = Puntuación máxima obtenida para el $\sum C_{CEEA} + C_{CREA}$ de entre todas las alternativas
	Afección a patrimonio cultural	$I_C = \frac{\sum L}{L_{m\acute{o}x}}$ L = Longitud que afecta la alternativa a cada elemento del patrimonio cultural L _{máx} = Longitud de la alternativa más larga
	Generación de ruidos	$I_R = \frac{R_C}{R}$ R _C = Número de receptores que cumplen la normativa para una alternativa dada R = Número de receptores de la alternativa
	Generación de olores	$I_o = \frac{\sum I_C \times A_{iC} + \sum (1 + \frac{I-V_i}{V_i}) \times A_{iI}}{\sum A_{iC} + A_{iI}}$ I _C = Valor de la isóclora que cumple la normativa A _{iC} = Área de la isóclora que cumple la normativa I _I = Valor de la isóclora que incumple la normativa A _{iI} = Área de la isóclora que incumple la normativa
ECONÓMICOS Se pretende seleccionar la alternativa más rentable	Coste energético	$I_e = (P \times C) / V$ P = Precio medio del MWh en 2017 C = Consumo en MWh/año V = Volumen de agua tratada en un año en hectómetros cúbicos



5. ANÁLISIS MULTICRITERIO: APLICACIÓN DEL MÉTODO PATTERN

El método PATTERN (Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers) trata de elegir, en presencia de múltiples criterios, los objetivos más adecuados. Para ello emplea el Índice de Pertinencia (IP), el cual puede ser definido como "la medida de la contribución de un elemento situado en un nivel inferior a la realización de un nodo superior". Precisa no obstante de la asignación de pesos específicos o coeficientes de ponderación a los criterios que intervienen en la evaluación, en función de la importancia relativa que tenga ese criterio para el decisor con relación a los demás.

$$IP = \sum C_j \times P_j$$

C_j = Valoración homogeneizada para el criterio j.
P_j = Peso Asignado al criterio/objetivo j

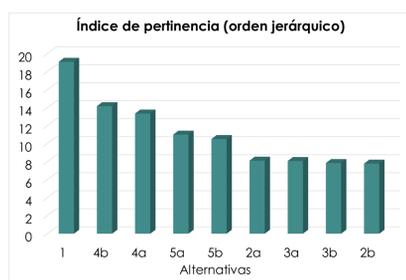
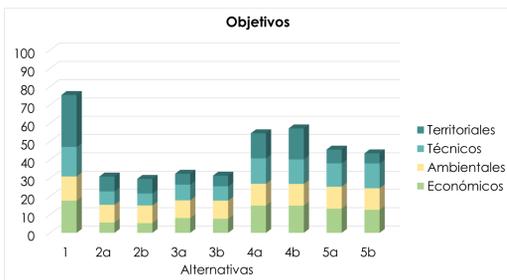
- Objetivos Territoriales: x 0,3
- Objetivos Técnicos: x 0,3
- Objetivos Ambientales: x 0,3
- Objetivos Económicos: x 0,1

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

ALTERNATIVA	Territoriales	Técnicos	Ambientales	Económicos	Índice Pertinencia (IP)	
La Plantona	1a	28,42	16,15	13,24	17,61	19,10
Cagonera	2a	8,15	7,30	9,74	5,62	8,12
	2b	7,96	6,55	9,69	5,32	7,79
Peñarubia	3a	5,95	8,58	9,73	8,07	8,08
	3b	5,82	7,79	9,98	7,70	7,85
Rinconín	4a	13,73	13,87	11,93	14,93	13,35
	4b	16,96	13,39	11,90	14,89	14,17
La Reguerona	5a	7,52	12,77	12,01	13,25	11,01
	5b	5,49	13,59	11,80	12,60	10,52

La tabla anterior resume los valores obtenidos por alternativa, para cada objetivo (tras su homogeneización a escala 0-100); así como el Índice de Pertinencia obtenido tras la aplicación de la fórmula y la asignación de pesos descrita en el punto anterior. Los resultados permiten concluir que:

- Para todos los objetivos considerados de forma independiente la Alternativa 1 se postula como mejor opción.
- El Índice de Pertinencia (que considera todos los objetivos de forma conjunta) también permite concluir que la Alternativa 1 es la mejor opción.
- La Alternativa 1 presenta una mejora porcentual del 25,81 % respecto a la Alternativa 4b que se encuentra en segundo lugar y una mejora porcentual de 30,10 % respecto a la Alternativa 4a.



6. COMPROBACIÓN DE LA ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD DE LA ELECCIÓN

Con objeto de conseguir mayor seguridad en el orden de preferencia obtenido, se desarrollaron los siguientes análisis específicos:

- **Análisis de sensibilidad:** Se basa en variar los pesos asignados a los distintos objetivos. Se estableció una variación de dos décimas respecto al valor original con saltos de una décima. Se obtuvieron un total de 70 combinaciones. En el 100% de los casos la Alternativa 1 se postuló como mejor opción.
- **Análisis de robustez:** Consiste en analizar el comportamiento de la puntuación final obtenida por cada alternativa al aplicarle el método PATTERN cuando los pesos asignados a cada objetivo pueden variar dentro de todo el rango de validez (entre 0 y 1), siempre que su suma siga valiendo 1. Se obtuvieron un total de 286 combinaciones. En el 100% de los casos la Alternativa 1 se postuló como mejor opción.