

Consideraciones sobre las aguas subterráneas de la Demarcación Hidrográfica de Melilla.

Diciembre de 2013



CONSIDERACIONES SOBRE LA AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE MELILLA

INTRODUCCIÓN

Este documento, realizado en el marco del Convenio de Colaboración CHG-IGME, 2012-2015, ha sido elaborado desde la Unidad del IGME de Granada por Juan Carlos Rubio Campos y Luis Miguel Hueso Quesada.

En el presente documento se hace referencia a la situación de los diferentes acuíferos reconocidos en la Demarcación Hidrográfica de Melilla, su aprovechamiento para abastecimiento, calidad, presiones, estado cuantitativo y cualitativo, objetivos y protección dentro de la Planificación. Por último se hacen consideraciones sobre las investigaciones y estudios hidrogeológicos propuestos en el Programa de medidas del Plan.

La demarcación hidrográfica de Melilla está situada al sur del Mar de Alborán, en la península de Tres Forcas, en su cara oriental, junto a la albufera de la Mar Chica y al pie del Monte Gurugú, situado al SW del territorio. Tiene una superficie de 24 km² y su máxima altura apenas sobrepasa el centenar de metros. Toda el área presenta un relieve de escasa altitud, sin fuertes pendientes, lo que proporcionará una escasa resistencia a los vientos del Atlántico y del Mediterráneo. La Demarcación presenta un clima mediterráneo con temperaturas cálidas (18° de media anual) y escasas precipitaciones, estas se reducen a poco más de trescientos milímetros anuales, pero presentan una gran irregularidad interanual.

Geológicamente, Melilla se encuentra dentro de la cuenca neógena de Melilla (o Melilla-Nador), que es una de las cuencas post-orogénicas del noreste de la región del Rif, en la que la sedimentación marina comenzó durante el Tortonense o incluso el Serravalliense. Los afloramientos de estos materiales del Mioceno Superior fosilizan los principales eventos orogénicos alpinos y son fácilmente identificables a lo largo del Corredor Rifeño (fig. 1).

Precisamente, en esta zona del noreste del Rif donde se ubica geográficamente Melilla, aflora un complejo carbonático marino somero, de edad entre Tortonense y Messiniense, que se dispone sobre la vertiente sur de un alto estructural (cabo de las Tres Forcas) compuesto por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias estructuralmente basculadas.

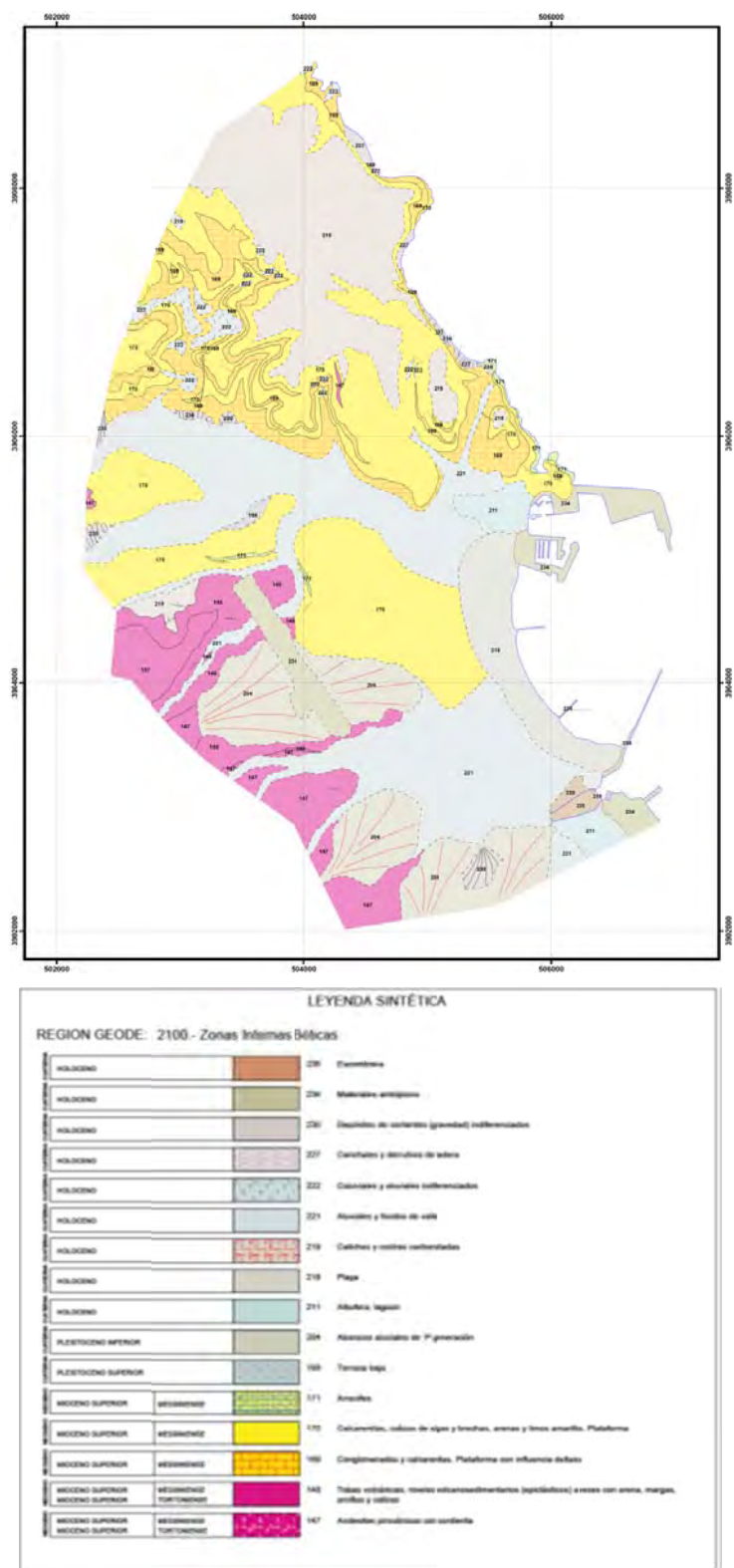


Figura 1. Mapa geológico continuo de España. Cobertura Hoja 50.000 nº 1078C MELILLA (IGME)

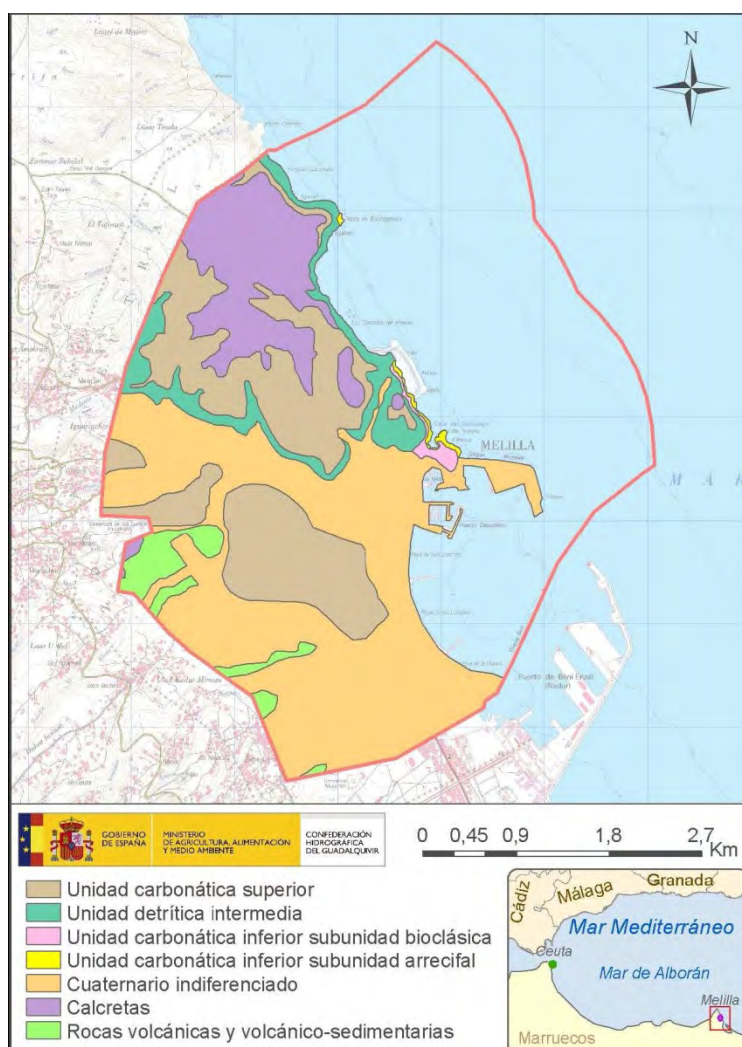


Figura 2. Unidades carbonáticas, detríticas y otros afloramientos de rocas volcánicas, cuaternario y calcretas.

Los ríos de la zona, teniendo su nacimiento en el sistema orográfico del Rif, muy cercanos a la costa, no pueden alcanzar el caudal, ni mucho menos la longitud necesaria para poder considerarse propiamente río, la mayoría de ellos son arroyos, casi siempre de curso intermitente, alimentados principalmente por aguas pluviales. La red fluvial de Melilla tiene como eje fundamental el río de Oro.

CONSIDERACIONES SOBRE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA RECONOCIDAS EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE MELILLA.

Acuífero Calizo (fig. 1, 2 y 4)

El acuífero calizo se encuentra al Norte de la Demarcación, limitado por la frontera al Oeste, con el mar Mediterráneo al Este y al sur por el cauce del río de Oro.

Fundamentalmente está formado por conglomerados, calcarenitas, calizas de algas, brechas, arenas y limos del Mioceno superior del Messiniense. Se extiende al norte del aluvial del río del Oro; si

bien existen afloramientos al sur, en la margen derecha del cauce, lo que podría permitir la recarga artificial de estas formaciones.

A techo presenta caliches y costras carbonatadas del Holoceno.

Este acuífero se alimenta por la infiltración superficial, a través de los cauces que lo atraviesan, principalmente el río Nano y por el Oeste a través de las capas permeables que comunican con el Acuífero Norte Tigorfatén, que se encuentra en territorio extracomunitario dentro de la Cuenca Hidrográfica.

Acuífero Volcánico (fig. 1, 2 y 4)

El acuífero volcánico se sitúa al Sur de la Demarcación, limita al Norte con el río de Oro y al Oeste con los límites administrativos.

Las rocas volcánicas se encuentran bien representadas en el Monte Gurugú desde donde se proyectaron diferentes coladas volcánicas. En Melilla destaca la presencia de afloramientos muy notables en Sidi Guariach y en el barranco Mezquita.

Los afloramientos visibles son de andesitas piroxénicas, tobas volcánicas y niveles volcanosedimentarios.

Entre los sedimentos neógenos que se extienden al sur del río del Oro, se constata la presencia de materiales volcánicos, por los sondeos existentes, lo que demuestra una intensa actividad volcánica. En definitiva, los materiales volcánicos se extenderían bajo el recubrimiento cuaternario/neógeno, al menos en la mitad meridional de la Demarcación (fig. 3).

Su alimentación se produce a través de la infiltración desde los cauces que lo atraviesan desde el Oeste por los estratos permeables afines del Volcánico, en territorio extracomunitario.

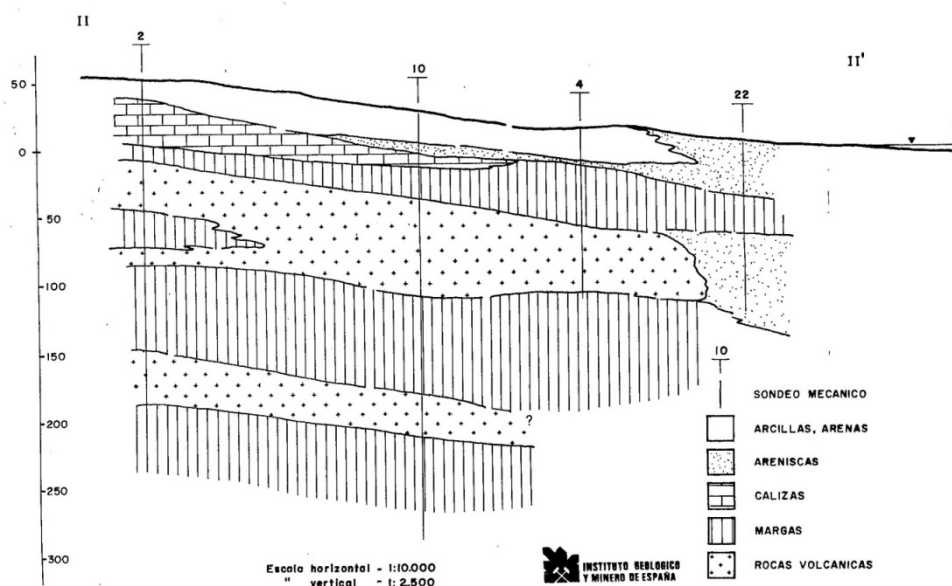


Figura 3. Corte geológico II-II' (Oeste del aeropuerto-Este Dique Sur) (IGME, 1985)

En el corte de la fig. 3, se identifican dos intercalaciones de roca volcánica a partir de diferentes sondeos (nº 2, 10, 4 y 22) que figuran en el mapa hidrogeológico del año 1985 (fig. 5).

En la intercalación superior, la continuidad con el mar se pierde en este sector, en lo que podría ser un límite de la línea de costa en ese momento. Para la intercalación inferior, se desconoce su

evolución lateral. La posible conexión actual de los diferentes niveles de la roca volcánica se considera crucial para establecer medidas frente a la intrusión marina.

El nivel superior, del que se posee mayor información, presenta unos 50 m de espesor, con el muro a unos 100 m bajo el nivel del mar. El segundo nivel con techo, es el sector Aeropuerto, a unos 225 m bajo el nivel del mar, tiene espesores de 20-30 m.

En cuanto a los límites de los niveles volcánicos, por la información existente, parecen acuñarse hacia el Norte, en las proximidades del río Oro. Hacia el este, el nivel superior se pone en contacto con areniscas y el inferior se acuña a margas y por el sur presentan continuidad con los materiales volcánicos en territorio extracomunitario.

Acuífero Aluvial (fig. 1, 2 y 4)

Entre las dos masas de agua subterránea definidas anteriormente se encuentra el Acuífero Aluvial, conformado por los sedimentos permeables del río de Oro. Este acuífero se alimenta a través de las infiltraciones del río de Oro, desde el Acuífero aluvial extracomunitario, situado al oeste, y del drenaje de los acuíferos limítrofes situados a mayor cota. El espesor podría llegar a alcanzar los 12 m de potencia.

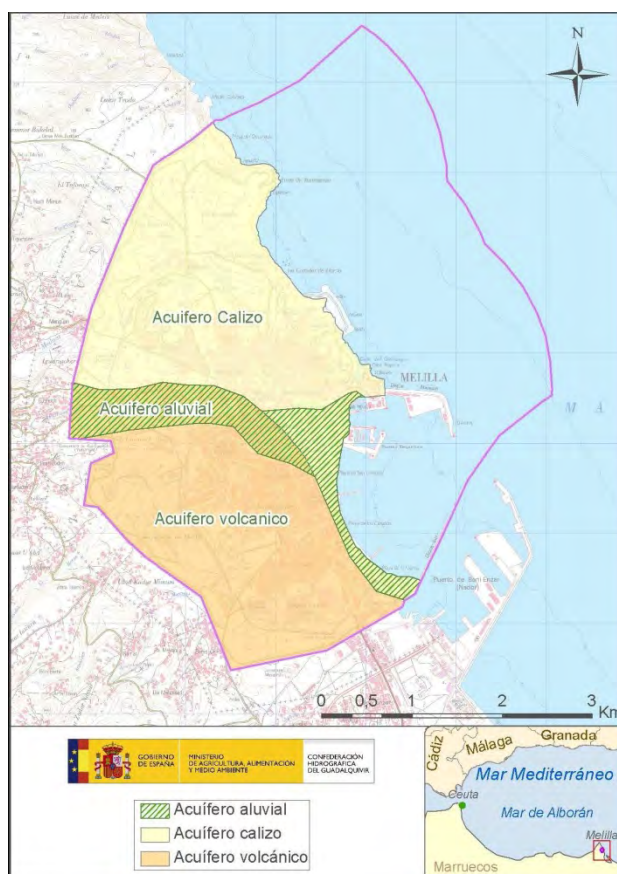


Fig. 4: Masas de agua subterránea

En la figura 5 y tabla 2, se incluye un plano hidrogeológico de la Demarcación, junto al inventario de puntos de agua más significativos, con datos del año 1985 (IGME, 1985) lo que da idea de los acuíferos explotados y los caudales de explotación que los sondeos permitían, en su momento, para el abastecimiento.

DENOMINACIÓN	UBICACIÓN	ESTRATOS GEOLÓGICOS	DESCRIPCIÓN	CARACTERIZACIÓN INICIAL
Acuífero Calizo	Norte Demarcación	Geología caliza de alta permeabilidad.	Acuífero calizo de una potencia de más de 100 m, alimentado por infiltración superficial del río nano principalmente y por aportación del acuífero Tigorfaten. Extracciones significativas para abastecimiento de aguas de 1,3 hm ³ /año. El nivel freático de explotación se encuentra a 100m de profundidad desde la cota del terreno, a 40 m bajo el nivel del mar, aprox. Notable peligro de intrusión marina.	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.
Acuífero Volcánico	Sur Demarcación	Facies volcánica	Acuífero Volcánico de una potencia de más de 150 m, alimentado por infiltración superficial y por drenaje de los acuíferos del Río de Oro y Sur (en territorio extracomunitario). Extracciones significativas de agua para abastecimiento. 3,1 Hm ³ /año. El nivel freático en explotación está a 35 m bajo el nivel del mar. Notable peligro de intrusión marina.	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.
Acuífero Aluvial	Aluvial del río de Oro	Rellenos cuaternarios del río de Oro	Acuífero aluvial del río de Oro, situado entre las dos formaciones geológicas de la Demarcación, sobrepuesta en parte con ambas. Se alimenta con el drenaje del cauce del río de Oro y desde la cuenca superior de esta misma corriente. Extracciones significativas de agua para abastecimiento a la Ciudad Autónoma. 1,2 hm ³ /año. Notable peligro de intrusión marina al estar situado el nivel freático en explotación bajo el nivel del mar.	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.

Tabla 1: Caracterización inicial de las masas de agua subterráneas

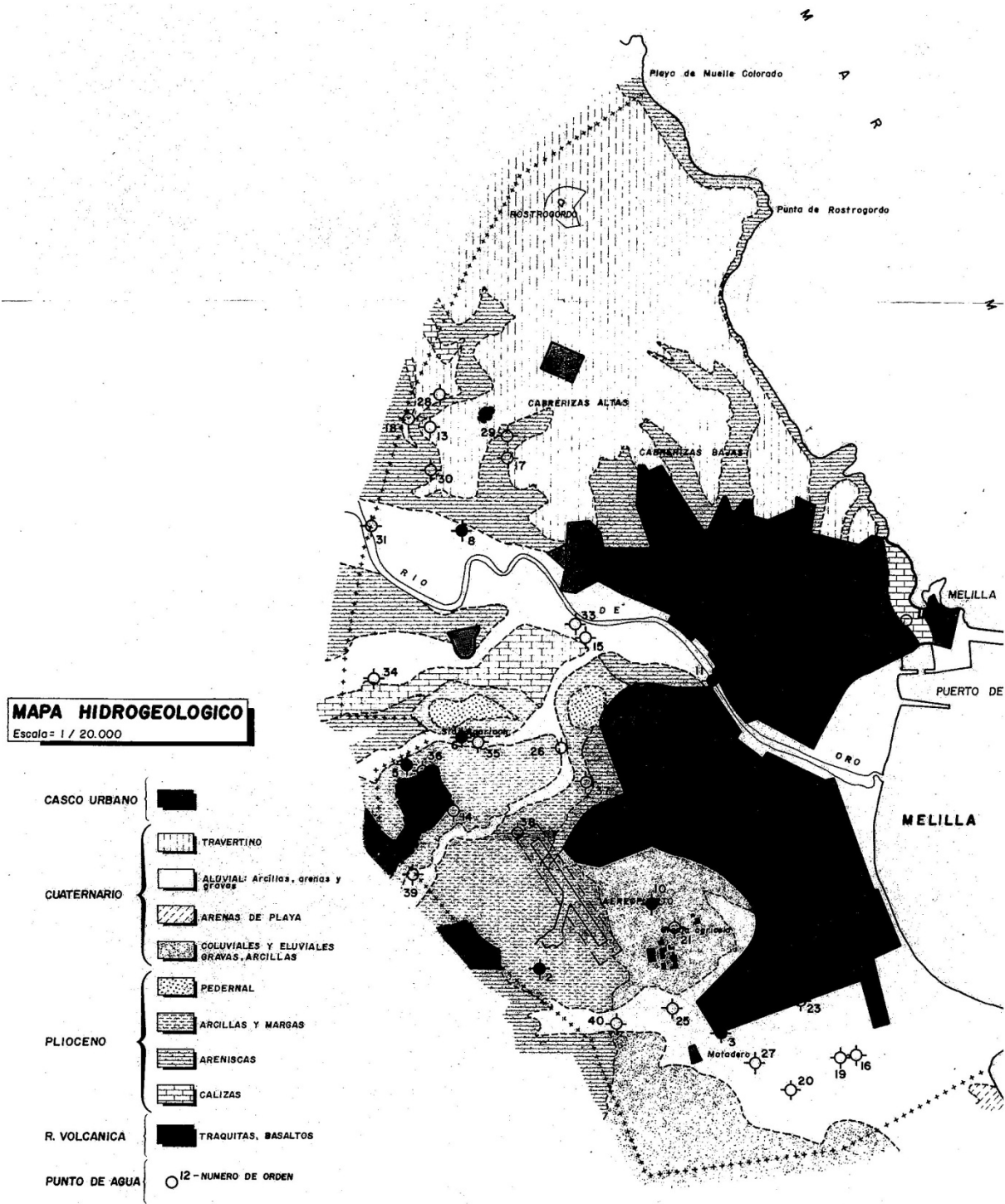


Fig. 5 Mapa Hidrogeológico escala 1/20000 (IGME, 1985)



Nº INVENTARIO IGME	Nº ORDEN	TOPONIMIA	CONSTRUCTOR	PROF. mts	ACUIFERO	CAUDAL l/seg	OBSERVACIONES
215330001	1	Ataque Seco		7	Calizo	15	Abastecimiento
215330002	2	Aeropuerto I	IGME 1975-76	245	Volcánico	50	Abastecimiento
215330003	3	Altos del Real I	IGME 1981	133	Volcánico	35	Abastecimiento
215330004	4	Maestranza I	IGME 1981	122	Volcánico	35	Abastecimiento
215330005	5	Sidi Guariach I	IGME 1981	140	Volcánico	10	Abastecimiento
215330006	6	Sidi Guariach II	IGME 1976	130	Volcánico	20	Abastecimiento
215330007	7	Polígono			Calizo		
215330008	8	Cañada de la Muerte	IGME	105	Calizo		Abastecimiento
215330009	9	Reina Regente	Ayuntamiento	15	Calizo	45	Abastecimiento
215330010	10	Crr. Aeropuerto I	IGME	310	Volcánico	35	Abastecimiento
215330011	11	Río Oro			Aluvial	10	Jardines
215340001	12	Hornabeque					Abastecimiento
215330013	13	Río Nano 1	INC (2)	80	Calizo	3.5	Abandonado
215330014	14	Sidi Guariach	INC (3)	38		0	Abandonado
215330015	15	Río Oro	INC (4)	127	Aluvial + Calizo	11	
215330016	16	Cuartel de la Legión 1	INC (5)	50	Aluvial + Calizo		
215330017	17	Cabrerizas	INC (6)	85	Calizo	3	
215330018	18	Río Nano 2	INC (7)	72	Calizo	2	
215330019	19	Cuartel de la Legión 2	INC (8)	50	Calizo	8	
215330020	20	Pajares	INC (11)	117	Volcánico		Agua salada
215330021	21	Granja Agrícola	INC (12)	79	Volcánico	90	
215330022	22	P-03	SGOP	144	Volcánico		Piezómetro
215330023	23	P-01	SGOP	113	Volcánico		Piezómetro
215330024	24	P-04	SGOP	120	Volcánico		Piezómetro
215330025	25	Fábrica de Harinas	IGME	211	Volcánico		No utilizado
215330026	26	Jardín Valenciano	IGME	315	Volcánico	0	Nulo
215330027	27	Huerta Cano	IGME	300	Volcánico	0	Nulo
215330028	28	Barranco de Nano	IGME 1956 (2)	75	Calizo	2.5	S. reconocimiento
215330029	29	Barranco de la Muerte	IGME 1956 (1)	111	Calizo		S. reconocimiento
215330030	30	B. de Nano	IGME 1956 (3)	69	Calizo	1.5	S. reconocimiento
215330031	31	Río Oro	IGME 1956 (6)	143	Calizo + Volcán.	2.8	S. reconocimiento
215330032	32	Hernán Cortés	IGME 1956 (4)	80	Calizo + Volcán.	3.9	S. reconocimiento
215330033	33	Río Oro	IGME 1956 (5)	80	Calizo + Volcán.	4.7	S. reconocimiento
215330034	34	A. Frahana	IGME 1956 (7)	68	Calizo	2	S. reconocimiento
215330035	35	Sidi Guariach	IGME 1956 (10)	112	Volcánico	10	S. reconocimiento
215330036	36	Sidi Guariach	IGME 1956 (11)	97	Volcánico	11.7	S. reconocimiento
215330037	37	Crt. Sidi Guariach	IGME 1956 (8)	145	Calizo + Volcán.	4.4	S. reconocimiento
215330038	38	Barranco	IGME 1956 (9)	77	Calizo + Volcán.	1	S. reconocimiento
215330039	39	Barranco	IGME 1956 (13)	94.5	Volcánico	1.1	S. reconocimiento
215330040	40	Moyan IV	IGME 1956 (12)	52.7	Volcánico	0.4	S. reconocimiento
215330041	41	Aeropuerto 2	IGME 1975-76	242	Volcánico		
215330042	42	Barrio Real	INC (10)	89	Volcánico	35	
215330043	43	Altos del Real 2	IGME 1978	126	Volcánico		No instalado
215330044	44	Maestranza 2	IGME 1978	115	Volcánico		No instalado
215330045	45	Maestranza 3	INC (9)	87.5	Volcánico	70	
215330046	46	Sidi Guariach 1-B	IGME 1977-81	262	Volcánico		Se reprofundizó en 1981
215330047	47	Sidi Guariach 2-B	IGME 1976	120	Volcánico		No instalado
215330048	48	Cañada de la Muerte	INC (1)	75	Calizo	18	
215330049	49	Reina Regente	SGOP	50	Calizo	50	No se explota
215330050	50	Crt. Aeropuerto	IGME 1981	260	Volcánico		Instalado

Tabla 2: Inventario de puntos de agua (IGME, 1985)

CONSIDERACIONES SOBRE LA UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS RECONOCIDAS EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE MELILLA

La realidad hidrogeológica del territorio no permite un planteamiento basado en aumentar el número de captaciones o “descubrir” nuevos recursos por lo que se propone un uso conjunto de los recursos existentes dándole prioridad al agua desalada y dejando el agua subterránea como reserva estratégica.

Los recursos hídricos disponibles son aquellos que pueden ser utilizados para la satisfacción de la demanda que en el caso de Melilla tiene su origen en las aguas subterráneas, la desaladora y la posible reutilización de agua. En el último caso es preciso para regenerar el agua depurada la creación de nuevas infraestructuras.

Horizonte	ORIGEN RECURSOS. VOLUMEN hm³/año		
	A. SUBTERRÁNEA	DESALACIÓN	REUTILIZACIÓN
2015	4,1	7,3	0,4
2021	4,1	10,9	6,0

Tabla 3: Recurso disponible por Origen

La figura 6, muestra los puntos de abastecimiento actuales de la ciudad.

La producción desde la planta desalinizadora es de 20.000 m³/día y se ha aprobado una ampliación, hasta alcanzar una producción final de 30.000 m³/día.

Complementándose la dotación con los manantiales de Trara y Yasinen, además, en casos extremos de emergencia por falta de agua existe la posibilidad de entrada de buques desde la península para suministrar agua potable a la ciudad de Melilla. La figura 6 muestra los puntos de abastecimiento de la ciudad.

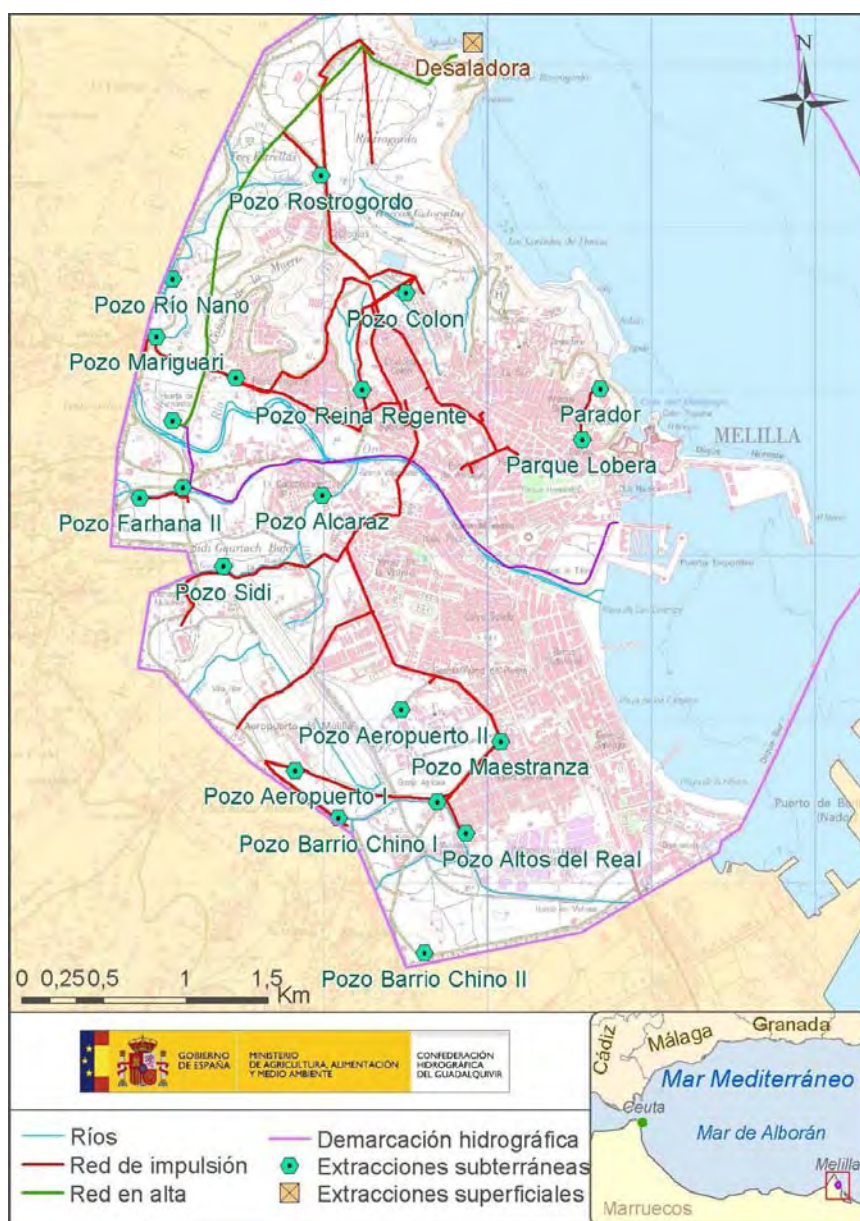


Figura 6: Puntos de abastecimiento actuales

En la demarcación hidrográfica de Melilla existe también una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) diseñada para tratar un caudal de unos 14.000 m³/día y que no es apta para eliminar las sales del agua. Para mejorar la eficacia de la ETAP se construye la Estación de Pretratamiento de Afino o Desalobrador permitiendo eliminar las sales y normalizar la calidad del agua que actualmente se sirve a la ciudad de Melilla, debido a la alta salinidad del agua en origen. Las nuevas instalaciones de la planta desalobrador están ubicadas dentro del actual recinto de la ETAP, aprovechando en parte las instalaciones existentes. Ambas plantas pueden operar independientemente. Por un lado la ETAP tratando el agua procedente de la Balsa de las Adelfas o del subálveo del río de Oro, realizando una filtración y eliminación de contaminación orgánica. Y por otro lado la desalobrador que trata bien el agua procedente de la ETAP o bien el agua procedente de los pozos de la ciudad.

El agua procedente de los pozos de la ciudad va a parar al Bombeo Averroes y de ahí a la ETAP o Desalobrador (Red de Impulsión). El recurso generado por la desalobrador está contabilizado dentro de los recursos subterráneos captados.

Esta estación desalobrador tiene una capacidad de tratamiento de aproximadamente 21.600 m³/día de agua bruta procedente tanto de pozos profundos como de aguas recogidas en la balsa de regulación Las Adelfas, situada en las inmediaciones de la planta, con el objetivo de aportar 15.000 m³/día a la red de abastecimiento de la ciudad.

Asimismo, existen dos galerías de captación en el subálveo del río de Oro desde las cuales, el agua es bombeada a las instalaciones de captación del agua del río de Oro. Desde aquí se bombea el agua hasta la balsa de Las Adelfas o la ETAP (Red en alta). La cantidad de agua suministrada por las captaciones desde el río de Oro y de las captaciones subterráneas ronda los 10.000 m³/día.

Todas las aguas provenientes de estos puntos de suministro se mezclan y se reparten a la red urbana. Las principales captaciones subterráneas en la Demarcación tienen como objetivo garantizar el abastecimiento urbano. Se relacionan a continuación agrupados por acuífero.

POZO	MASA
Pozo Mariguari	Acuífero calizo
Pozo Cañada de Hidum	
Pozo Rostrogordo	
Pozo Colon	
Pozo Reina Regente	
Parador	
Parque Lobera	
Pozo Río Nano	
Pozo Farhana I	Acuífero aluvial
Pozo Alcaraz	
Pozo Farhana II	
Captación Río de Oro	Acuífero volcánico
Pozo Altos del Real	
Pozo Ctra. de Hardú	
Pozo Barrio Chino I	
Pozo Aeropuerto I	
Pozo Sidi	
Pozo Aeropuerto II	
Pozo Maestranza	
Pozo Barrio Chino II	

Tabla 4: Captaciones subterráneas

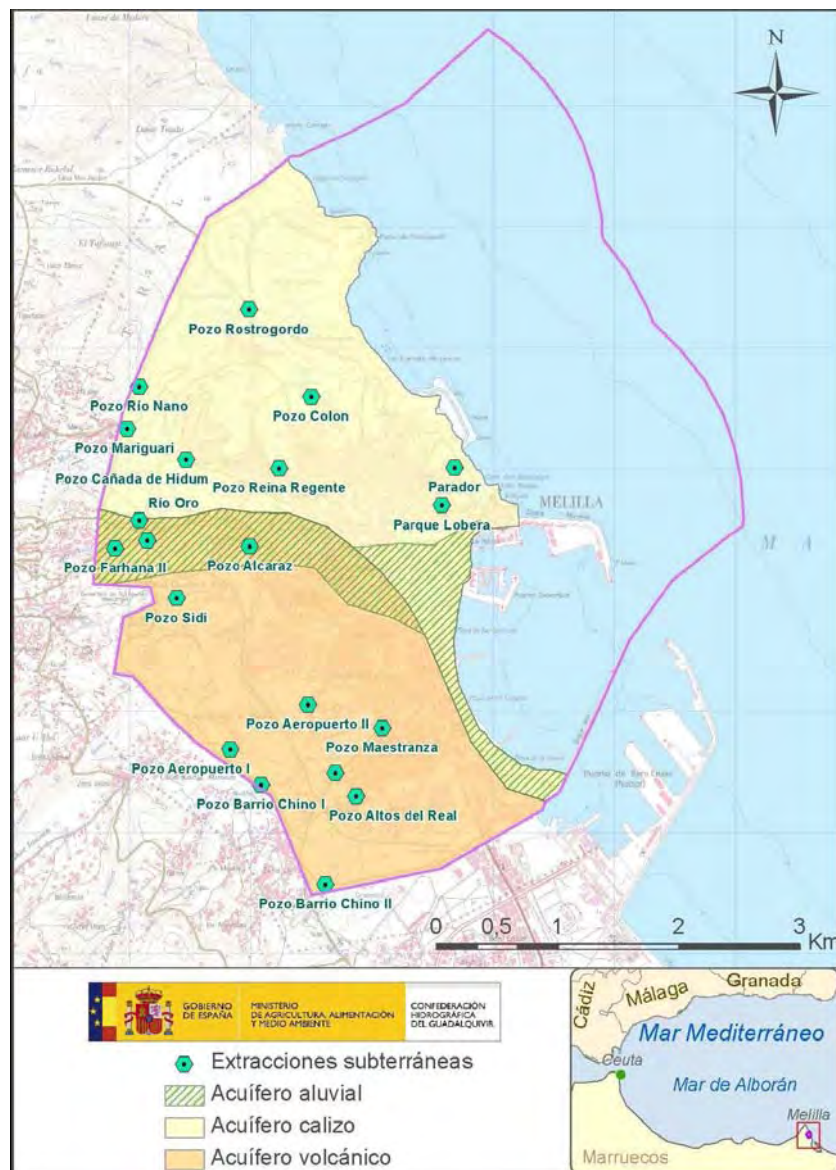


Figura 7: Situación captaciones subterráneas

Además de las prioridades de uso de la Demarcación Hidrográfica (Abastecimiento, uso individual, usos recreativos, etc.), dentro de cada clase y con carácter general, se dará prioridad a las actuaciones que se orienten a:

- Una política de ahorro de agua, de mejora de la calidad de los recursos y de recuperación de los valores ambientales.
- La conservación de la calidad y la regulación de los recursos subterráneos, con base en una explotación racional de los mismos.
- La explotación conjunta y coordinada de todos los recursos disponibles incluyendo aguas residuales depuradas, y las experiencias de recarga de acuíferos.
- Los proyectos de carácter comunitario y cooperativo, frente a iniciativas individuales.
- Sustitución, para el abastecimiento de poblaciones, de aguas subterráneas con problemas de calidad por aguas superficiales o subterráneas de adecuada calidad.

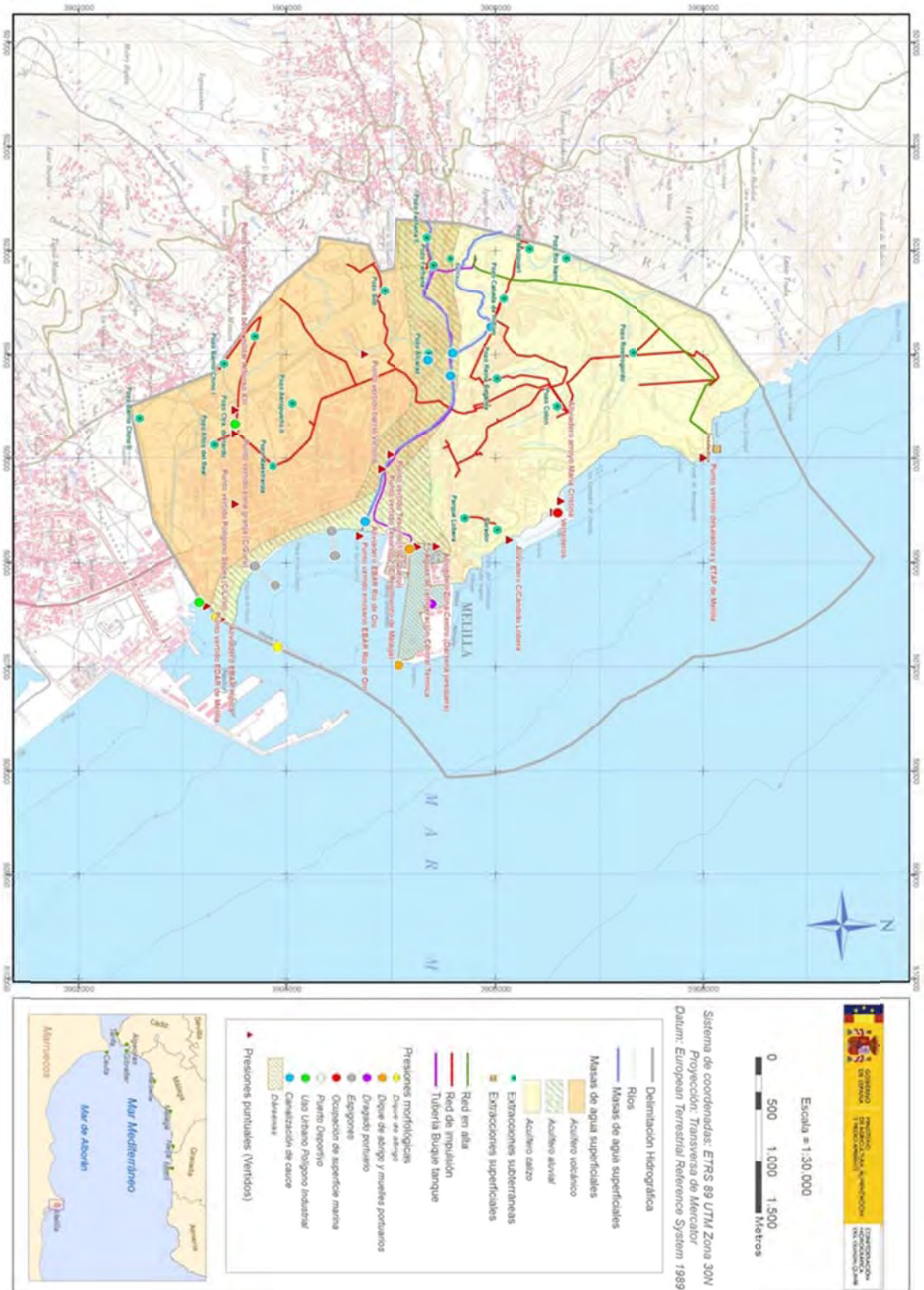


Figura 8. Masas de agua subterráneas, extracciones y presiones puntuales

CONSIDERACIONES SOBRE LAS PRESIONES EXISTENTES EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU ESTADO CUANTITATIVO Y CUALITATIVO Y SU PROTECCIÓN EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA

La IPH establece que, en cada Demarcación Hidrográfica se indicarán las presiones antropogénicas significativas a que están expuestas las masas de agua subterránea, entre las que se cuentan las fuentes de contaminación difusa, las fuentes de contaminación puntual y la extracción del agua.

Las masas de agua subterráneas de la Demarcación Hidrográfica de Melilla, tienen una fuerte incidencia de contaminación por asentamiento de población, siendo los acuíferos ubicados en el territorio de la Demarcación los más afectados por la contaminación difusa generada por el uso del suelo urbano en la Ciudad Autónoma de Melilla.

En las masas de agua subterránea acuífero calizo, acuífero volcánico y acuífero aluvial inciden las instalaciones, almacenes diversos y otras actividades que generan presión de contaminación puntual (fig. 8).

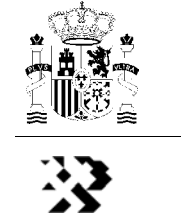
Destacamos como más significativos aeropuerto, instalaciones militares, polígono industrial y almacenes diversos, repartidos por el área de los tres acuíferos internos de la Demarcación.

Actualmente se cuenta con información de calidad en 16 puntos de control en las captaciones para abastecimiento repartidas en las diferentes masas de agua. Para cada uno de los pozos se cuenta con datos de conductividad; cloro libre residual; turbidez; Ph y temperatura. Además se cuenta con información de caudal y conductividad a lo largo de varios años en la captación del río de Oro. Aunque la serie disponible por el momento no es muy amplia, el análisis de los datos registrados ha permitido observar la existencia puntual de datos de conductividad muy elevados comparados con el umbral de 2.500uS/cm establecido en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Previamente se tenía información de puntos específicos en diferentes sectores de la Demarcación. Todas las aguas de la demarcación presentaban ya en 1985 (IGME, 1985) facies cloruradas sódicas y no estaba claro que todo el ion cloruro se debiera a procesos de intrusión marina. Sería necesario analizar también otras posibles procedencias (aportación de lluvia, existencia de sales en las formaciones), así como analizar la relación rCl/rCO_3H , rCl/rNa , rMg/rCa ,...

DENOMINACIÓN	UBICACIÓN	ESTRATOS GEOLÓGICOS	DESCRIPCIÓN	CARACTERIZACIÓN INICIAL
Acuífero Calizo	Norte Demarcación	Geología caliza de alta permeabilidad.	Acuífero calizo de una potencia de más de 100 m, alimentado por infiltración superficial del río nano principalmente y por aportación del acuífero Tigorfaten. Extracciones significativas para abastecimiento de aguas de 1,3 hm ³ /año. El nivel freático de explotación se encuentra a 100m de profundidad desde la cota del terreno, a 40 m bajo el nivel del mar, aprox. Notable peligro de intrusión marina.	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.
Acuífero Volcánico	Sur Demarcación	Facies volcánica	Acuífero Volcánico de una potencia de más de 150 m, alimentado por infiltración superficial y por drenaje de los acuíferos del Río de Oro y Sur (en territorio extracomunitario). Extracciones significativas de agua para abastecimiento. 3,1 Hm ³ /año. El nivel freático en explotación está a 35 m bajo el nivel del mar. Notable peligro de intrusión marina.	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.
Acuífero Aluvial	Aluvial del río de Oro	Rellenos cuaternarios del río de Oro	Acuífero aluvial del río de Oro, situado entre las dos formaciones geológicas de la Demarcación, sobrepuesta en parte con ambas. Se alimenta con el drenaje del cauce del río de Oro y desde la cuenca superior de esta misma corriente. Extracciones significativas de agua para abastecimiento a la Ciudad Autónoma. 1,2 hm ³ /año. Notable peligro de intrusión marina al estar situado el nivel freático en explotación bajo el nivel del mar.	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.

Tabla 5: Caracterización inicial de las masas de agua subterráneas



Un cuadro resumen sobre las presiones se acompaña a continuación.

DENOMINACIÓN	UBICACIÓN	PRESIONES POR CONTAMINACIÓN DIFUSA	DESCRIPCIÓN	PRESIONES POR CONTAMINACIÓN PUNTUAL	DESCRIPCIÓN	EXTRACCIONES DE AGUA	DESCRIPCIÓN	OTRAS PRESIONES	DESCRIPCIÓN
Acuífero Calizo	Norte Demarcación	Usos de suelo urbano en zona de recarga natural	Vertido difuso de la edificación en la Ciudad de Melilla y poblaciones limítrofes fronterizas. Ocupa el total de la superficie del acuífero. Principales contaminantes N, S y materia orgánica de origen urbano.	Filtraciones de suelos	Ubicación de instalaciones, almacenes, aeropuerto y otras ubicaciones con potencial contaminante.	Abastecimiento de aguas	Captación de aguas para el abastecimiento de la ciudad de Melilla; 1,3 hm ³ anuales.	Intrusión marina	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.
Acuífero Volcánico	Sur Demarcación	Usos de suelo urbano en zona de recarga natural	Vertido difuso de la edificación en la Ciudad de Melilla y poblaciones limítrofes fronterizas. Ocupa el total de la superficie del acuífero. Principales contaminantes N, S y materia orgánica de origen urbano.	Filtraciones de suelos	Ubicación de instalaciones, almacenes, aeropuerto y otras ubicaciones con potencial contaminante.	Abastecimiento de aguas	Captación de aguas para el abastecimiento de la ciudad de Melilla; 3,1 hm ³ anuales.	Intrusión marina	Acuífero limítrofe con masa de agua marina. Potencial intrusión por extracciones al disminuir sensiblemente la línea piezométrica del freático.
Acuífero Aluvial	Aluvial del Río de Oro	Usos de suelo urbano en zona de recarga natural	Vertido difuso de la edificación en la Ciudad y poblaciones limítrofes fronterizas. Ocupa el total de la superficie del acuífero. Principales contaminantes N, S y materia orgánica de origen urbano.	Filtraciones de suelos	Ubicación de instalaciones, almacenes, aeropuerto y otras ubicaciones con potencial contaminante.	Abastecimiento de aguas	Captación de aguas para el abastecimiento de la ciudad de Melilla; 1,2 hm ³ anuales.	Intrusión marina	Acuífero permeable aluvial que conecta con las aguas del puerto y entorno, con extracciones en cota inferior al nivel del mar

Tabla 6: Presiones existentes sobre los acuíferos de la Demarcación

El elevado nivel de extracciones de los dos acuíferos costeros, calizo y volcánico, provoca una potencial presión de contaminación por intrusión marina. La puesta en servicio de la Estación Desaladora de agua marina permite disminuir el volumen de extracciones de los acuíferos que soportan el abastecimiento de la Ciudad Autónoma de Melilla, con la posible menor incidencia en la intrusión marina. No obstante, la evaluación de la intrusión marina en las masas de agua necesitará de la realización de estudios hidrogeoquímicos que permitan medir la permanencia actual del fenómeno de intrusión.

Según establece la IPH, se considerará que una masa o grupo de masas se encuentra en mal estado cuando el índice de explotación sea mayor de 0,8 y además exista una tendencia clara de disminución de los niveles piezométricos en una zona relevante de la masa de agua subterránea.

Los índices de explotación de los acuíferos de la demarcación son:

- Acuífero Calizo: 1,19
- Acuífero Volcánico 1,17
- Acuífero Aluvial 1,20

Además, el elevado nivel de extracciones de los dos acuíferos costeros, calizo y volcánico, provoca una potencial presión de contaminación por intrusión marina.

Por ello se considera que las tres masas de agua subterránea de la demarcación están en **Mal Estado Cuantitativo**.

En espera de que se realicen las actuaciones contempladas en el Plan de Medidas, se establece una **prórroga al año 2021** para el cumplimiento de los OMA en estas masas.

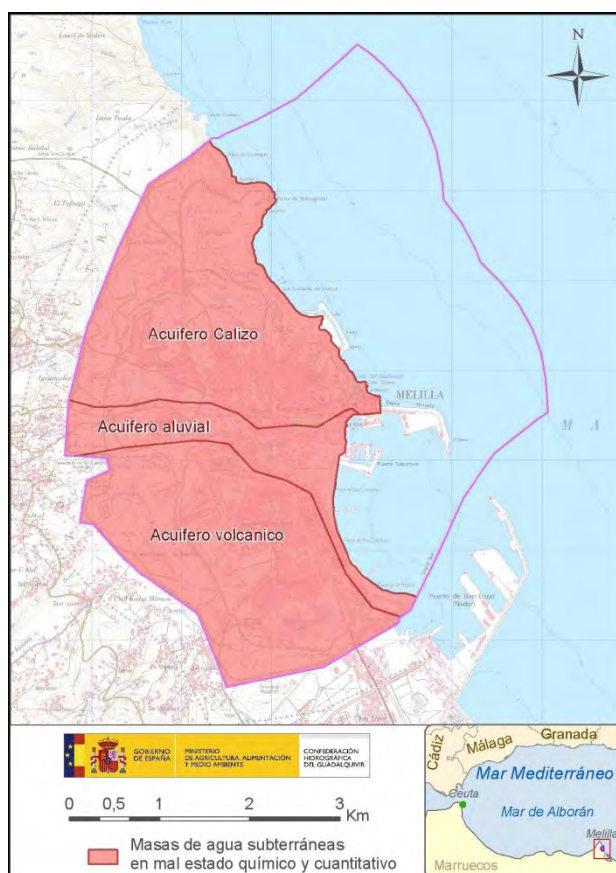


Figura 9: Estado cuantitativo y químico

Se han definido en la Demarcación 20 captaciones subterráneas de agua para abastecimiento. La superficie completa de las tres masas de agua subterránea de la Demarcación se ha determinado como zonas protegidas. **El perímetro de protección de las captaciones subterráneas coincide, por tanto, con el perímetro de la masa de agua de la Demarcación.**

El programa de medidas contempla multitud de actuaciones encaminadas a una mayor conocimiento de las masas de agua subterráneas (recarga, explotación, niveles piezométricos, calidad, etc). Ello permitirá una adecuada gestión del recurso que garantice su buen estado tanto cualitativo como cuantitativo.

Además el programa de medidas contempla actuaciones para el incremento de la eficiencia y la satisfacción de la demanda que igualmente ayudarán a reducir los índices de explotación que actualmente sufren las masas y, como consecuencia, la potencial salinización.

Tipo de masa	Masa	Objetivo Medioambiental	Indicadores de Estado	Valor			Representatividad del indicador		
				Plan	2015	2021	Indicador Sistema	Alto	Bajo
Subterráneas	Todas	OBJETIVO GENERAL*	Nº masas de aguas subterráneas en buen estado	0		3	nº masas muestreadas	3	1
	Acuífero o calizo	Mejora estado químico	Nitratos	n/d		50 mg/l	Estudio específico		
			Conductividad	n/d		2.500 _S/cm	Estudio específico		
		Mejora cuantitativa	Índice de explotación	1,19		0,8	Estudio específico		

Tipo de masa	Masa	Objetivo Medioambiental	Indicadores de Estado	Valor			Representatividad del indicador		
				Plan	2015	2021	Indicador Sistema	Alto	Bajo
	Acuífero aluvial	Mejora estado químico	Nitratos	n/d		50 mg/l	Estudio específico		
			Conductividad	n/d		2.500 _S/cm	Estudio específico		
		Mejora cuantitativa	Índice de explotación	1,20		0,8	Estudio específico		
	Acuífero volcánico	Mejora estado químico	Nitratos	n/d		50 mg/l	Estudio específico		
			Conductividad	n/d		2.500 _S/cm	Estudio específico		
		Mejora cuantitativa	Índice de explotación	1,17		0,8	Estudio específico		

* Conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas. Estado de las masas superficiales y subterráneas. Indicadores de estado.

Tabla 7: Objetivos medioambientales en las diferentes masas de agua de la Demarcación.

CONSIDERACIONES SOBRE LAS INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS PROPUESTOS A REALIZAR EN EL DESARROLLO DEL PLAN HIDROLÓGICO.

La realidad hidrogeológica del territorio no permite un planteamiento basado en aumentar el número de captaciones o “descubrir” nuevos recursos por lo que se propone un uso conjunto de los recursos existentes dándole prioridad al agua desalada y dejando el agua subterránea como reserva estratégica.

Hay un **gran desconocimiento** en detalle de la recarga asociada a estos acuíferos, de la lluvia útil, superficie de infiltración, salidas al mar y volúmenes utilizados en territorio Marroquí. Así el balance aportado en el Plan podría considerarse pendiente de una evaluación actualizada en la fase de desarrollo del Plan (próximo trienio).

Es necesario profundizar en la **conexión del acuífero volcánico** con el mar (determinar si las margas actúan o no como sellado parcial o total del acuífero volcánico frente a la intrusión), así como en los aspectos relacionados con la **calidad del agua y su origen**.

El **programa de medidas** contempla multitud de actuaciones encaminadas a un mayor conocimiento de estas masas (recarga, explotación, niveles piezométricos, calidad, etc). Ello permitirá una adecuada gestión del recurso que garantice su buen estado tanto cualitativo como cuantitativo.

Además el programa de medidas contempla actuaciones para el **incremento de la eficiencia y la satisfacción de la demanda** que igualmente ayudarán a reducir los índices de explotación que actualmente sufren las masas y, como consecuencia, la potencial salinización.

Las inversiones en el Programa de medidas sobre el **apartado 8 de Protección y recarga de acuíferos** alcanza en el horizonte 2009-2015 (61053 €); en el horizonte 2016-2021 (241.000 €) y en el horizonte 2022-2027 (5.241.000 €).

En estas inversiones esta también propuesta la ejecución de un **embalse subterráneo de mejora de la regulación del aluvial del río Oro**. Además es de destacar que en el apartado de **Conocimiento, administración y gobernanza se incluye el programa de seguimiento y control del agua subterránea**.

Un resumen de las actuaciones previstas se acompaña a continuación:

- Determinación de las relaciones entre acuíferos, previa revisión de la geología de la zona a escala 1:10000 y determinación de áreas de infiltración.
- Puesta al día del inventario de puntos de agua, de la documentación existente, y reinterpretación de los ensayos de bombeo realizados en su día con un software más moderno, para caracterizar hidráulicamente los acuíferos.
- Estimación de la explotación real
- Evaluación actualizada de la recarga en cada uno de los acuíferos (volcánico, carbonatado y aluvial).
- Puesta en marcha con una frecuencia semanal, durante dos horas, de las instalaciones con caudales “representativos” para que su mantenimiento sea eficaz y evite la pérdida de rendimiento de los pozos (debe tenerse en cuenta que una instalación abandonada es difícil de rehabilitar en situaciones de emergencia).

- Análisis del flujo vertical en los pozos que captan el acuífero volcánico para determinar zonas productivas.
- Toma de muestras de isótopos, C^{14} y tritio en los diferentes acuíferos para evaluar procedencia de las aguas.
- Campañas geofísicas con sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo, para detección de roca volcánica, tomografías eléctricas para reconocimiento del acuífero calizo y del acuífero aluvial.
- Reconocimiento de sondeos previos y de sondeos de investigación con equipo de testificación geofísica (gamma natural, flowmeter, televiewer acústico, resistividad natural, conductividad y temperatura, etc.).
- Análisis de viabilidad para establecer modelos de pantalla hidráulica con aguas residuales depuradas o con hormigonado para frenado de la intrusión salina en los diferentes acuíferos (aluvial, volcánico y calizo).
- Propuesta de optimización de las instalaciones eléctricas asociadas al bombeo de las aguas subterráneas. Ahorro energético con adaptación de bombas a la curva característica, adaptación al contrato de suministro eléctrico y mejora del rendimiento hidráulico.
- Determinación de la existencia o no de la cuña de intrusión marina en los diferentes acuíferos.
- Establecimiento de sistemas automáticos de control de evolución de niveles y conductividad para conseguir un uso sostenible (27 puntos).
- Establecimiento de una red de control de la piezometría, calidad y de la “potencial” intrusión con la información actual.
- Estudio de la posibilidad de realizar operaciones de recarga artificial de acuíferos con recursos procedentes de esporádicos episodios lluviosos intensos y/o de aguas residuales con depuración terciaria.
- Análisis hidrogeológico de las posibilidades de captación de aguas subterráneas para abastecimiento de la desaladora.
- Realización de sondeos de investigación que servirán, con posterioridad, para el control de la evolución de niveles del uso sostenible de los recursos hídricos subterráneos y de la calidad.
- Plan de uso sostenible de las masas de agua subterránea (bombeo por sectores con tendencia a la recuperación del estado cuantitativo y cualitativo de las masas de agua subterráneas).

BIBLIOGRAFÍA

IGME (1985). Síntesis hidrogeológica de Ceuta y Melilla.

MAGRAMA (2013). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Ceuta.

IGME (en edición). Mapa geológico continuo de España a escala 1/50000. Hoja nº 1078 C MELILLA.

El autor de la nota técnica

Fdo: Juan Carlos Rubio Campos