

II. MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

II.1. MARCO GEOGRÁFICO

La mina de Aznalcóllar está situada a 35 km al NO de Sevilla, en la cuenca alta del Guadiamar, 60 km aguas arriba del Parque Nacional de Doñana. La zona minera está ubicada inmediatamente al Este del pueblo de Aznalcóllar, y la cruza la carretera que parte de esta localidad en dirección Gerena (Figura 2.1). Prácticamente la totalidad de su superficie pertenece al término municipal de Aznalcóllar, el cual linda con el de Gerena (al Este) y Sanlúcar la Mayor (al Sur), todos en la provincia de Sevilla.

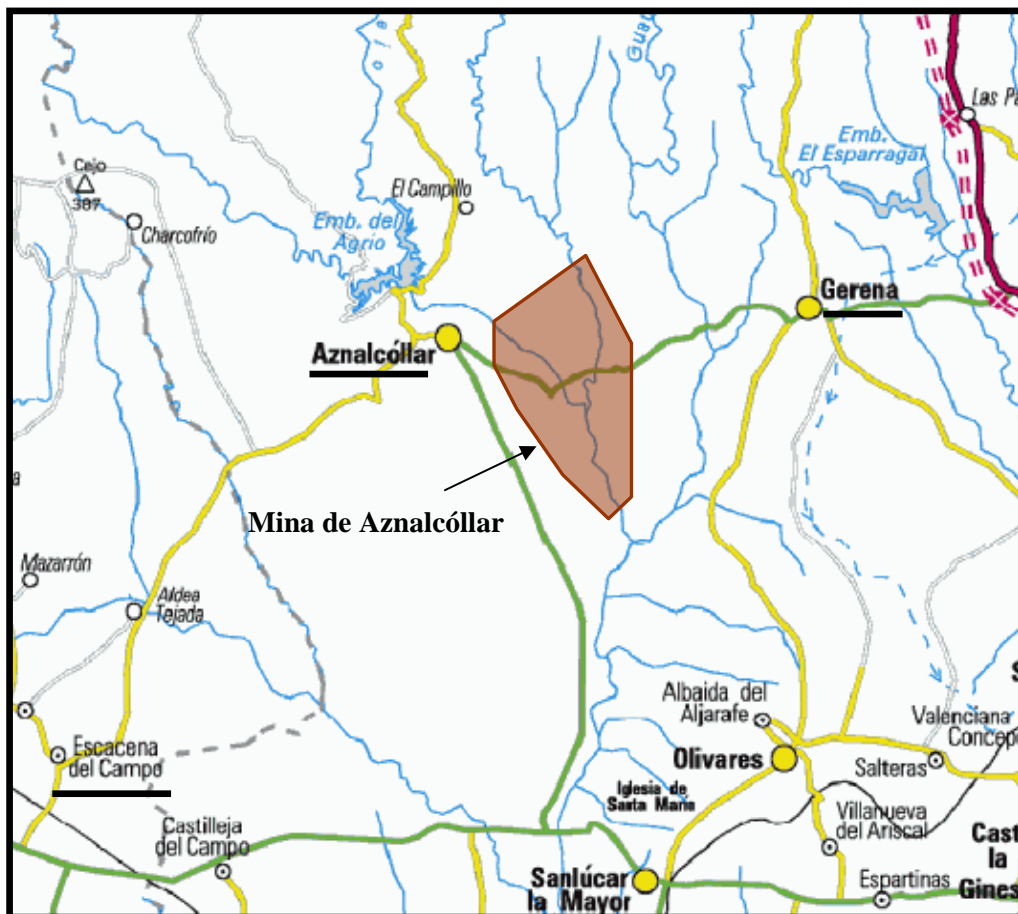


Figura 2.1. Situación geográfica del área minera de Aznalcóllar. De las localidades que están subrayadas (Aznalcóllar, Gerena y Escacena) se dispone de datos pluviométricos de periodos de tiempo prolongados (INM, periodo 1975-2004).

La superficie que ocupa el conjunto del área minera es de unas 1.000 ha, y en ella destacan los siguientes elementos (Figura 2.2):

- Corta Aznalcóllar (63 ha).
- Escombrera Noroeste (186 ha), inmediatamente al Norte de corta Aznalcóllar.
- Escombrera Este (115 ha), al Este de la corta Aznalcóllar y al Sur de la corta Los Frailes.
- Corta Los Frailes (57 ha), situada a 1 km al Noreste de la corta Aznalcóllar.
- Balsa de lodos clausurada después del accidente de 1998 (192 ha).

- Instalaciones mineras (trituración, molienda, concentrador, planta depuradora de agua, oficinas, etc.), ocupando 55 ha, actualmente en proceso de desmantelamiento.



Figura 2.2. Imagen del área minera de Aznalcóllar en la que se han señalado los elementos más significativos: cortas, escombreras, balsa clausurada y zona industrial. Ortofoto de Andalucía, vuelo 1:20.000 (2001-2002) B/N, Junta de Andalucía, [ICA \(2003\)](#).

II.2. CLIMATOLOGÍA

II.2.1. Clima regional

El clima de la comarca, de tipo mediterráneo subtropical, puede considerarse como de transición entre los climas típicamente templados de latitudes medias, con influencia atlántica, y los subtropicales propios de latitudes inferiores. Su posición geográfica dentro de la provincia de Sevilla y de Andalucía hace que la comarca se vea afectada por el Atlántico y por el desierto del Sahara, por lo que la dinámica general de la atmósfera está determinada por dos procesos principales: el primero favorece que en invierno la región se vea influenciada por los frentes atlánticos, el segundo hace posible que en verano predomine las altas presiones (anticiclón de las Azores) y la penetración de la influencia climática del desierto. El clima se caracteriza por presentar veranos secos y calurosos mientras que en invierno, con temperaturas relativamente suaves, es cuando suelen concentrarse las precipitaciones que, en general, resultan más bien escasas e irregulares. Debido al carácter templado-cálido de sus temperaturas y a la escasez relativa de precipitaciones se produce un acusado déficit hídrico, que hace que el agua sea siempre un bien escaso e irregularmente distribuido.

II.2.2. Temperaturas medias

Las temperaturas medias anuales de la comarca rondan los 16-18 °C. La evolución anual de las temperaturas presenta un resalte en los meses centrales de la estación veraniega (julio y agosto). En éstos las máximas rebasan los 40 °C y las mínimas se sitúan en torno a los 20 °C. En invierno, las temperaturas medias en los meses más fríos (diciembre y enero) rondan los 10-11 °C, aunque se pueden alcanzar mínimas de 0 °C. Hay que señalar también la presencia de heladas nocturnas en los meses de invierno.

Para la zona concreta de la mina, [BAPSL \(1998\)](#) estima que la temperatura media anual es de 17,8 °C, y las temperaturas medias mensuales se sitúan entre los 10,4 °C del mes de enero y los 26,8 °C en los meses de julio y agosto (Figura 2.3).

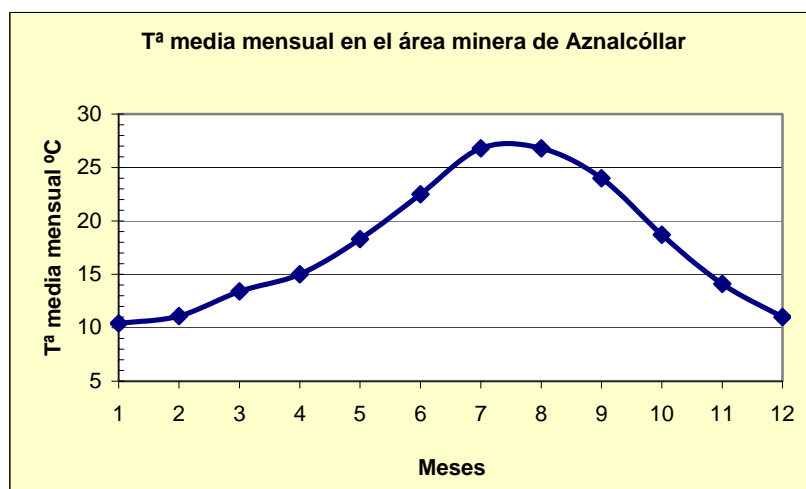


Figura 2.3. Temperatura media mensual en el área minera de Aznalcóllar ([BAPSL, 1998](#)).

En base a estos datos, cabe esperar que se produzca una acusada estratificación térmica en las masas de agua que inundan las cortas durante los meses de verano, la cual desaparecerá solo en los meses de invierno.

II.2.3. Régimen pluviométrico

Se han obtenido datos de precipitaciones, a través del [Instituto Nacional de Meteorología](#), de las estaciones de Gerena (5778) y Escacena (5826), desde 1975 hasta 2004, y de la estación de Aznalcóllar (5826U), desde 1992 hasta 2003 (Tablas 2.1, 2.2 y 2.3).

Considerando los registros de la estación de Gerena (la que presenta el periodo de datos más completo), la precipitación media anual, durante el periodo 1975-2004, es de 618 mm con un máximo de 1.167 mm y un mínimo de 302 mm. La distribución de las lluvias es irregular a lo largo del año, la precipitación mensual máxima se dan en diciembre, valor medio de 113 mm, y las mínimas en los meses de julio y agosto, valor medio inferior a 5 mm, observándose un máximo relativo el mes de abril, con 55 mm (Figura 2.4).

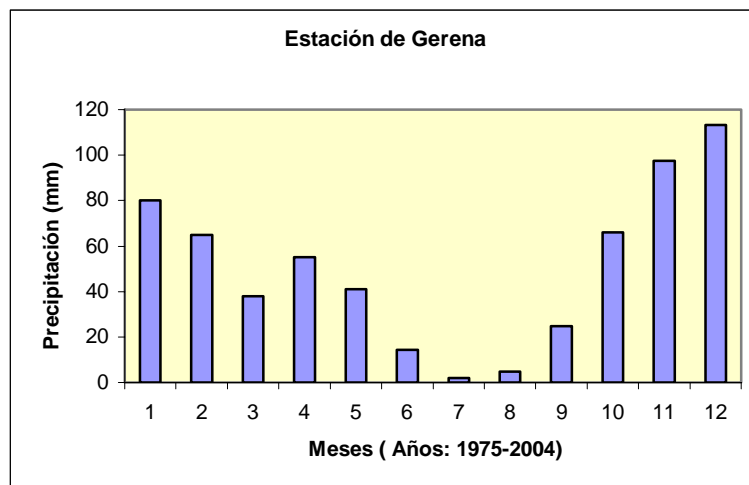


Figura 2.4. Precipitaciones medias mensuales en la estación de Gerena (periodo 1975-2004).

La pluviometría del año 2005 se ha obtenido de la estación agro-climática de Sanlúcar la Mayor (situada 10 km al Sur del área de estudio, Figura 2.1) a través de la página http://juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/estaciones_agroclimaticas (Figura 2.5). Sin embargo, por falta de registro continuo de esta estación durante los años 2006 y 2007, se ha tenido que recurrir a la estación agro-climática de Guillena (Figura 2.6), situada a 19 km al Noreste de la población de Aznalcóllar

En el año 2005, las precipitaciones mensuales caídas en la zona fueron escasas e irregulares (Figura 2.5), con un máximo de 105 mm en octubre. La precipitación total anual fue de 299 mm que, si se compara con la media anual (618 mm) obtenida para el periodo 1975-2004 de la estación de Gerena, permite afirmar que ha sido un año muy seco.

Gerena	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	anual
1975	105,5	95,0	116,0	39,0	48,0	19,5	0,0	0,0	0,0	0,5	9,5	165,0	598,0
1976	31,0	74,0	57,5	145,5	65,5	9,5	0,0	19,0	120,5	61,5	90,0	189,5	863,5
1977	196,0	121,0	0,0	8,0	5,0	15,0	5,0	0,0	0,0	92,5	137,5	223,5	803,5
1978	31,0	194,0	30,0	83,0	59,0	55,0	0,0	0,0	10,0	42,0	18,0	165,5	687,5
1979	136,0	147,5	77,5	44,0	0,0	4,0	2,0	0,0	9,0	197,0	2,5	33,5	653,0
1980	44,5	51,0	30,0	44,0	50,5	0,0	0,0	0,0	12,0	56,0	143,0	0,0	431,0
1981	0,0	17,5	25,5	61,0	7,5	5,5	0,0	0,0	5,5	28,0	0,5	151,5	302,5
1982	89,0	21,0	59,5	23,5	0,0	0,0	14,5	14,0	9,5	13,0	85,5	22,5	352,0
1983	0,0	26,0	1,0	52,5	11,5	2,0	0,0	11,0	0,0	28,5	313,5	57,0	503,0
1984	14,5	26,5	82,0	62,5	63,5	62,5	0,0	0,0	5,0	27,0	248,5	9,5	601,5
1985	228,0	90,5	4,5	114,0	52,0	25,5	0,0	0,0	1,5	0,0	146,5	175,5	838,0
1986	34,5	100,0	60,5	60,5	13,0	0,5	0,0	20,0	57,5	76,5	26,0		449,0
1987	223,5	135,5	15,0	40,5	0,0	0,0	23,0	47,5	14,5	129,0	141,0	397,5	1167,0
1988	150,5	11,0	1,5	8,0	117,5	83,0		0,0	0,0	53,0	123,0	0,0	547,5
1989	25,0	49,5	6,0	113,0	26,0	0,0	0,0	0,0	43,0				262,5
1990										65,0	37,0	19,5	121,5
1991	29,0	127,0		35,0		7,0			12,0	100,0	28,0	59,5	397,5
1992	2,0	49,5	15,5	73,0	24,0			2,0	25,0	90,0	3,0	18,0	302,0
1993	21,5	17,5	38,5	44,5	78,5	14,5	0,0	0,0	12,0	149,5		0,0	376,5
1994	42,0	84,0	0,0	37,0	55,5		0,0	0,0	4,5	17,5		29,5	270,0
1995	25,0	48,0	6,0	17,0		18,0	0,0	7,5	6,0	4,0	126,5	282,5	540,5
1996	378,0	20,0	30,0	30,5	112,5	0,0	0,0	0,0	31,0	28,0	100,0	410,0	1140,0
1997	168,9	0,0	0,0	56,1	45,5	27,2	5,3	0,0	60,8	59,5	276,7	170,9	870,9
1998	78,8		25,6	18,7	68,5		0,0		50,7	3,2	10,7	32,0	288,2
1999	32,6	11,0	66,9	38,6	10,3	6,0	0,0	0,3	43,4	173,4	0,0	34,8	417,3
2000	26,3	0,0	23,5	175,9	70,7	0,0		0,0	5,6	32,8	116,2		451,0
2001		45,2	122,1	0,0	36,3	0,9	0,0	0,0	72,1	86,7	106,5	44,5	514,3
2002	46,6	7,6	78,3	62,2	19,7	3,0	0,0	0,0	64,8	24,6	110,1	142,7	559,6
2003	73,9	88,3	51,9	92,4	1,2	0,0	0,0	0,0	17,0	213,7	139,3		677,7
2004	10,2	159,4		18,1	69,9								257,6
Promedio	83,1	67,9	40,0	55,1	42,2	14,3	2,1	4,7	26,7	68,2	100,7	113,4	618

Tabla 2.1; Precipitaciones medias mensuales de la estación pluviométrica de Gerena (5778), periodo 1975-2004. La media anual se ha obtenido sin considerar los años incompletos.

Escacena	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	anual
1975	105,5	112,2	135,7	24,9	59,5	45,3				2,5	110,8		596,4
1976	30,2	91,1	43,4	118,3	30,8	1,0		239,3	96,7	94,7	210,6		956,1
1977	168,4	193,4	4,0	6,7	1,5	19,7	6,5	2,4		131,9	169,5	293,4	997,4
1978	34,3	187,3	39,6	85,4	82,9	68,0	0,0		3,0	49,0	26,3	239,8	815,6
1979	221,5	174,5	73,9	73,6	0,0	7,0	22,4	0,0	0,0	197,3	5,0	46,5	821,7
1980		36,6		26,8	73,2		0,0	1,2	6,4	60,2			204,4
1981		26,4			15,2	6,1	14,0	0,0	15,0	12,5	0,0	218,0	307,2
1982	167,6	40,5	60,5	48,2	0,0	0,0	5,5	26,5	27,0	19,5	156,5	39,6	591,4
1983	0,0	37,9	16,1	99,2	22,0	1,0	0,0	5,5	1,5	48,0	387,2	61,0	679,4
1984	15,0	21,0	155,7	48,5	79,0	46,0	0,0		0,0	47,5	219,4	48,0	680,1
1985	249,3	112,5	12,0	118,4	48,9	28,0		0,0	19,0	164,5	180,7		933,3
1986	35,3	136,8	74,8	64,0	45,0	3,0	0,0	0,0	58,6	82,8	69,0	75,6	644,9
1987	229,0	130,8	19,3	48,3	5,0	1,5		51,0			98,5	380,0	963,4
1988	190,0	29,0	8,3	19,3	190,5	88,0	0,0	0,0	0,0	109,0	234,0	0,0	868,1
1989	107,0	56,0	11,0	171,5	49,0	0,0	0,0		74,5	91,5	362,5	459,0	1382,0
1990	71,0		15,5	157,5	18,5	0,0	0,0	0,0	4,0	132,0	58,5	38,5	495,5
1991	27,5	150,5	137,0	39,5		12,0			29,5	43,0	29,0	70,5	538,5
1992	13,5	23,3	25,2	76,6	43,8	122,0			36,0	103,0	5,5	72,5	521,4
1993	30,0	16,5	77,0	104,5	85,0	10,0	0,0	0,0	20,0	183,0		1,0	527,0
1994	45,5	76,5	1,5	56,0	68,5			0,0	3,0	41,0		31,0	323,0
1995	30,0	81,0	15,5	17,5	1,5	36,0	0,0	3,0	11,0		110,5	420,7	726,7
1996	538,6	28,5	37,0	40,5	124,5				75,5	42,0	52,0		938,6
1997	106,4	0,0	0,0	86,0	51,0	35,5	36,0	12,0	124,5	70,0	285,0	256,5	1062,9
1998	173,0	82,5	34,0	63,2	117,0	1,5	0,0	0,0	71,5	9,0	14,0	50,0	615,7
1999	89,0	10,0	76,0	32,0	26,2	0,0	0,0	0,0	69,0	188,0	0,0	52,3	542,5
2000	73,5	0,0	35,5	161,0	161,5	0,0	0,0	0,0	4,0	40,5	106,3		582,3
2001	259,7	52,5	127,0	7,0	17,5	0,0	2,0	0,0	89,0	78,0	139,0	212,5	984,2
2002	62,0	21,0	136,0	108,0	28,5	9,0	0,0	0,0	97,0	22,5	221,0	175,5	880,5
2003	81,5	90,5	80,9	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	275,5	121,0	137,4	888,8
2004	19,5	174,5	87,5	33,5	143,5								458,5
Promedio	113,4	75,6	55,0	69,9	54,8	20,8	4,1	15,5	36,5	86,6	129,7	146,9	717,6

Tabla 2.2 ; Precipitaciones medias mensuales de la estación pluviométrica de Escacena (5826), periodo 1975-2004.

Aznalcóllar	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	anual
1992	5,2	23,2	9,5	48,7	23,8	46,2	0,0	3,0	31,0	94,6	3,0	37,0	325,2
1993	27,0	13,2	35,9	44,4	67,6	0,0	0,0		2,5	114,3		0,0	304,9
1994	33,5	77,0	0,0	40,0	46,2	0,0	0,0	0,0	3,2	22,5		21,0	243,4
1995	21,5	45,5	7,5	15,0	0,0	12,5	0,0	8,0	0,0	0,0	84,0	316,4	510,4
1996	322,5	37,0	37,0	33,0	115,5	0,0			12,0	28,0	92,0	396,5	1073,5
1997	176,5	0,0	0,0	55,0	24,5	46,0		23,0	59,5	38,0	281,5	214,0	918,0
1998			22,0	18,0	51,5	1,5		0,0	27,5	5,5	14,5	20,0	160,5
1999	59,3		58,0	53,0	7,5	0,0	0,0	0,0	46,0	130,0		38,0	391,8
2000	25,0	1,8	18,5	150,0	115,0	0,0	0,0	0,0		24,5	66,0		400,8
2001	145,0	59,5	186,0	5,0	32,0	0,0							427,5
2002										33,0	176,0	149,0	358,0
2003	72,0	112,0	40,4	96,0									320,4
Promedio	88,8	41,0	37,7	50,7	48,4	10,6	0,0	4,9	22,7	49,0	102,4	132,4	452,9

Tabla 2.3; Precipitaciones medias mensuales de la estación pluviométrica de Aznalcóllar (5826U), periodo 1992-2003.

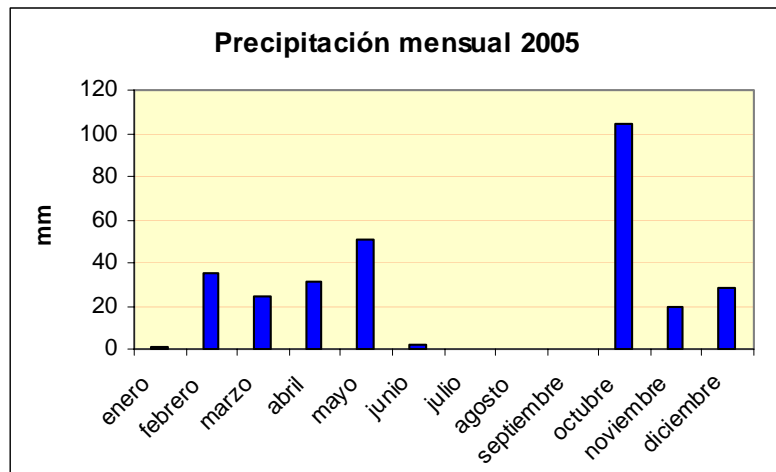


Figura 2.5. Precipitaciones mensuales del año 2005 de la estación agro-climática de Sanlúcar la Mayor.

Para el año 2006, la suma de las precipitaciones caídas fue de 630 mm, valor cercano a la media anual (618 mm) obtenida para el periodo 1975-2004 de la estación de Gerena. Las precipitaciones mensuales caídas en la zona fueron irregulares (Figura 2.6), con un máximo (175 mm) en octubre, y un mínimo (0 mm) en el mes de julio.

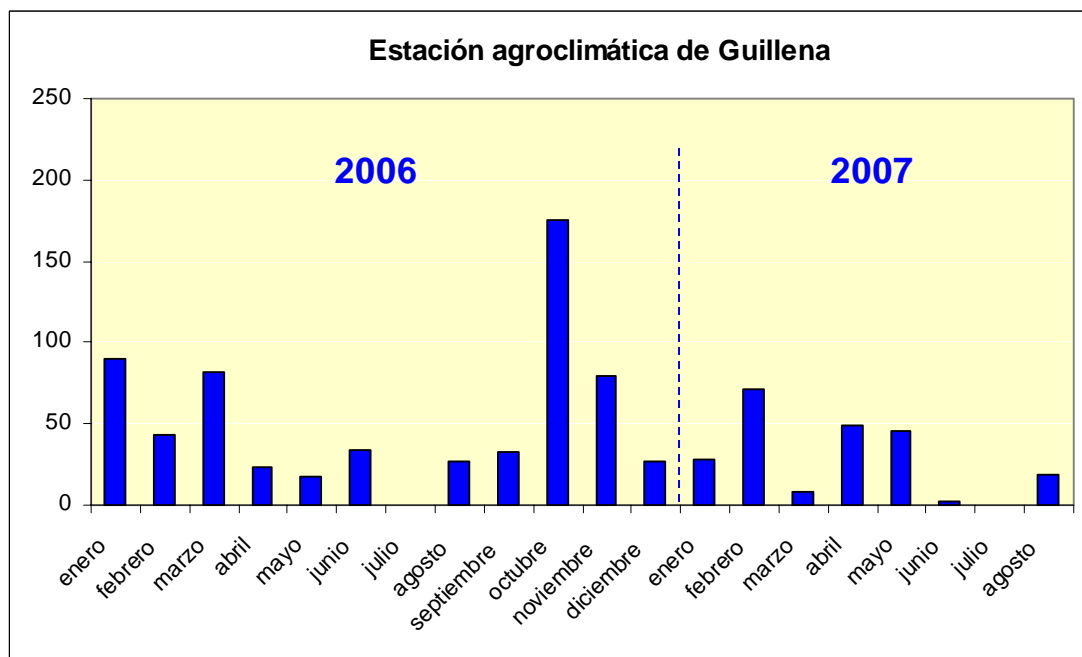


Figura 2.6. Precipitaciones mensuales del año 2006 y 2007 de la estación agro-climática de Guillena.

En 2007, en el periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 de agosto, la suma de las precipitaciones caídas ha sido de 222 mm, valor inferior a la precipitación que tuvo

lugar en este mismo periodo en 2006 (318 mm). En este periodo el mes más lluvioso fue febrero con 70 mm (Figura 2.6) y el más seco fue julio con 0 mm.

II.3. HIDROLOGÍA

El área minera de Aznalcóllar se emplaza sobre terrenos de las cuencas de los ríos Agrio y Los Frailes, muy cerca y al Norte de su intersección.

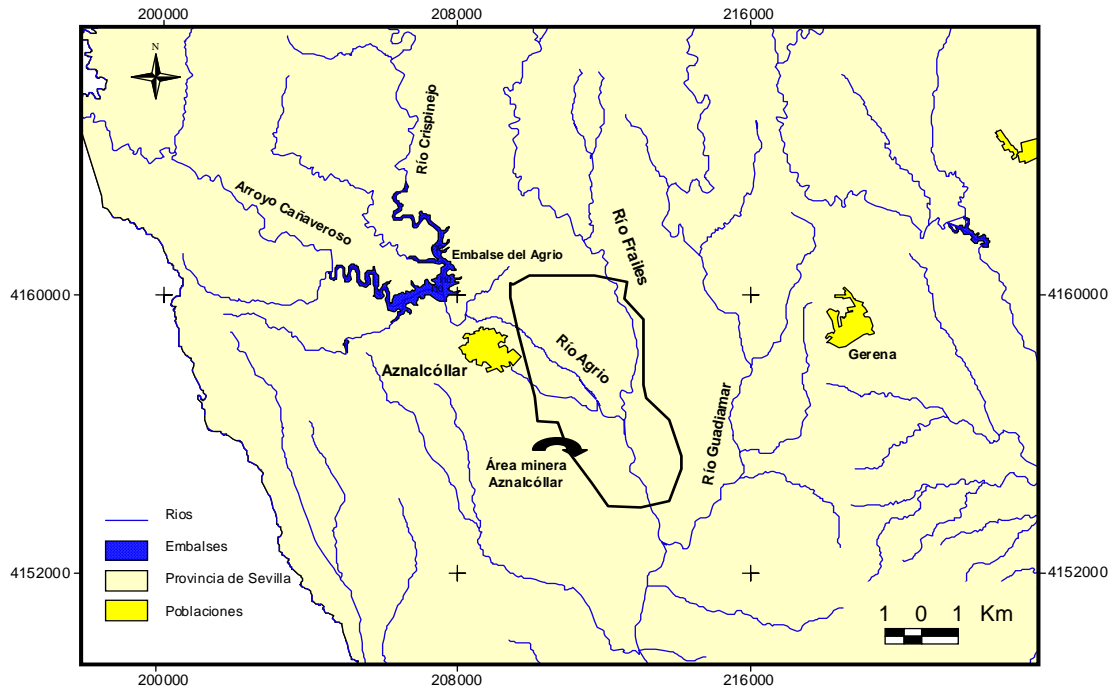


Figura 2.7. Mapa hidrológico.

Agua arriba de la corta de Aznalcóllar se encuentra el embalse del Agrio, al que alimentan principalmente el arroyo Cañaveroso y el río Crispinejo. A unos 4 km al Sur de dicha intersección, en las proximidades de la balsa de lodos clausurada, el cauce del río Agrio se une con el del Guadamar, afluente del Guadalquivir (Figura 2.7).

II.3.1. Subcuenca del río Agrio

La subcuenca del río Agrio (257 km²) está regulada por el embalse del Agrio. Este embalse fue construido por APIRSA en los años 70 (Borja *et al.*, 2001) para disponer del volumen de agua necesario para las explotaciones mineras. El embalse del Agrio tiene una capacidad de 50 hm³ y regula las escorrentías del río Crispinejo y del arroyo Cañaveroso. Agua abajo del embalse existe otro de menor capacidad, que actúa de contraembalse del que se deriva un canal, este canal es subterráneo en unos 1.700 m y aéreo en unos 2.000 m, fue construido con el objeto de desviar el cauce del río Agrio, que interceptaba con la corta de Aznalcóllar.

Para la cuenca que drena sus aguas al embalse del Agrio, formada básicamente por materiales paleozoicos, BAPSL (1998) ha estimado coeficientes de escorrentía del orden del 40%. Cifra superior a los coeficientes de escorrentía que se dan sobre

materiales del Mioceno, entre 10 y 25%, donde se debe ver favorecida la infiltración y la evapotranspiración por el tipo de material y por el escaso relieve.

Entre la boca del túnel de derivación, en la parte más meridional del contraembalse, y la corta Aznalcóllar, se disponen los estériles que conforman la escombrera noroeste. Estos materiales se encuentran depositados directamente sobre el antiguo cauce del río Agrio y debido a su gran altura colmatan sobradamente el valle (Figura 2.2).

II.3.2. Subcuenca del río Los Frailes

La subcuenca del río Los Frailes (76 km²) tiene un eje principal bien definido en dirección Norte-Sur, con numerosos afluentes por ambas márgenes. Esta subcuenca no está regulada por ninguna obra hidráulica. El borde oriental de la corta Los Frailes (Figura 2.2) queda a tan sólo 70 m del arroyo Los Frailes. Si hubieran continuado la explotación del yacimiento de Los Frailes estaba previsto interceptar el eje fluvial, por lo que ya se había proyectado la desviación del cauce.

II.4. MARCO GEOLÓGICO

La mina de Aznalcóllar se sitúa en el extremo oriental de la Faja Pirítica Ibérica (FPI), que se extiende desde el Noroeste de la provincia de Sevilla hasta la costa Portuguesa. Recibe este nombre por albergar gran cantidad de yacimientos de sulfuros metálicos, constituyendo una de las mayores reservas mundiales de estas sustancias. La información recogida en este epígrafe es una síntesis de la que figura en los diferentes informes realizados por Boliden-Apirsa, al ser los que poseen, dada su actividad, el mejor conocimiento sobre la geología del área minera (BAPSL, 1998, 1999, 2000 a y b, y 2001).

La zona minera se sitúa en la transición cartográfica de dos conjuntos de materiales geológicos muy diferentes:

- Los materiales del Paleozoico al Norte, fuertemente deformados, que dan un relieve de lomas con valles encajados, y dedicados principalmente a actividad forestal.
- Los materiales sedimentarios del Mioceno al Sur, que recubren discordantemente los materiales paleozoicos, con un relieve muy suave, y donde predominan las zonas de cultivos.

II.4.1. Paleozoico

Los materiales paleozoicos de la FPI pueden dividirse, de acuerdo con la bibliografía regional, en tres conjuntos litológicos: a) Grupo Filítico Cuarcítico (grupo P-Q), b) Complejo Volcano-Sedimentario (CVS) y c) Grupo Culm. En Aznalcóllar solo están presentes las dos primeras formaciones (Figura 2.8).

a) Formación P-Q

Se trata de una secuencia de plataforma, formada por una alternativa de pizarras y areniscas con claro predominio de las primeras, en las que se intercalan minoritariamente cuarcitas y niveles de calizas.

El tramo superior del grupo P-Q, y que constituye el paso a la siguiente formación (CVS), está constituido por una serie de pizarras negras de edad Struniense, con niveles piroclásticos poco potentes, y calizas de edad Fameniense (IGME, 1978). El tramo de pizarras negras tiene una potencia variable pero siempre superior a los 300 m en el entorno de la mina. Aparecen en una serie de afloramientos que se extienden desde el Sur de Aznalcóllar, siguiendo por el canal de derivación del Agrio y el antiguo cauce del río y la rampa de exploración del yacimiento de los Frailes, hasta el río del mismo nombre, de modo que constituye una banda continua entre el pueblo y este último punto.

b) Complejo Volcano-Sedimentario

Consiste en rocas de origen volcánico de diferente quimismo con intercalaciones de sedimentos marinos. Esta formación contiene todos los yacimientos estratiformes de sulfuros masivos y mineralizaciones de manganeso.

En la corta de Aznalcóllar pueden diferenciarse cuatro unidades estructurales diferentes.

- Una unidad inferior ácida formada por riolitas con episodios piroclásticos.
- Una serie de pizarras y tufitas, que albergan los niveles mineralizados.
- Otra serie de pizarras y tufitas fuertemente intruida por diques de carácter ácido que, a techo, presenta una intrusión dacítica.
- En el canal del Agrio aparece una unidad que comienza con un nivel de pizarras, a las que se superpone una importante intrusión dacítica.

En la corta Los Frailes se identifican los mismos términos litológicos pero formando una sucesión distinta, probablemente debido a razones tectónicas aún desconocidas.

En su conjunto, las unidades litoestructurales del paleozoico se disponen con una orientación aproximada E-O, acusado buzamiento hacia el Norte y ligera inmersión hacia el E.

II.4.2. Mioceno

Los materiales de esta edad afloran principalmente al sur de las cortas de Aznalcóllar y Los Frailes, ya que al Norte presenta afloramientos aislados, y pertenecen al piso Tortoniense (Figura 2.8).

Se distinguen dos formaciones, denominadas Niebla-Posadas la inferior y Margas Azules la superior.

a) Formación Niebla-Posadas

Abarca los sedimentos basales de la transgresión miocena y reposan discordantes sobre los materiales paleozoicos. Afloran en una banda delgada en la parte septentrional de la cuenca miocena y formando afloramientos aislados sobre el paleozoico. Litológicamente se componen de dos conjuntos distintos, el inferior de carácter continental y el superior marino.

El tramo inferior continental se inicia con conglomerados poligénicos, con clastos de pizarras, rocas volcánicas, cuarzo, etc. El techo del tramo suele estar constituido por niveles de arenas conglomeráticas. No se conoce la datación de estos materiales pero, por su relación con los sedimentos marinos suprayacentes, se considera que pueden ser del Tortonense, situado dentro del mioceno superior.

El tramo superior marino, en contacto aparentemente normal con el tramo inferior, está constituido por una serie de niveles de calizas, a veces conglomeráticas o arenosas, con abundantes fósiles.

b) Formación Margas Azules

Sobre la formación anterior y concordante con ella se depositan margas de color gris-azulado cuando se presentan frescas y beige-amarillento cuando están alteradas. Hacia la base presentan niveles arenosos y limosos. Su potencia se ve incrementada hacia el sur.

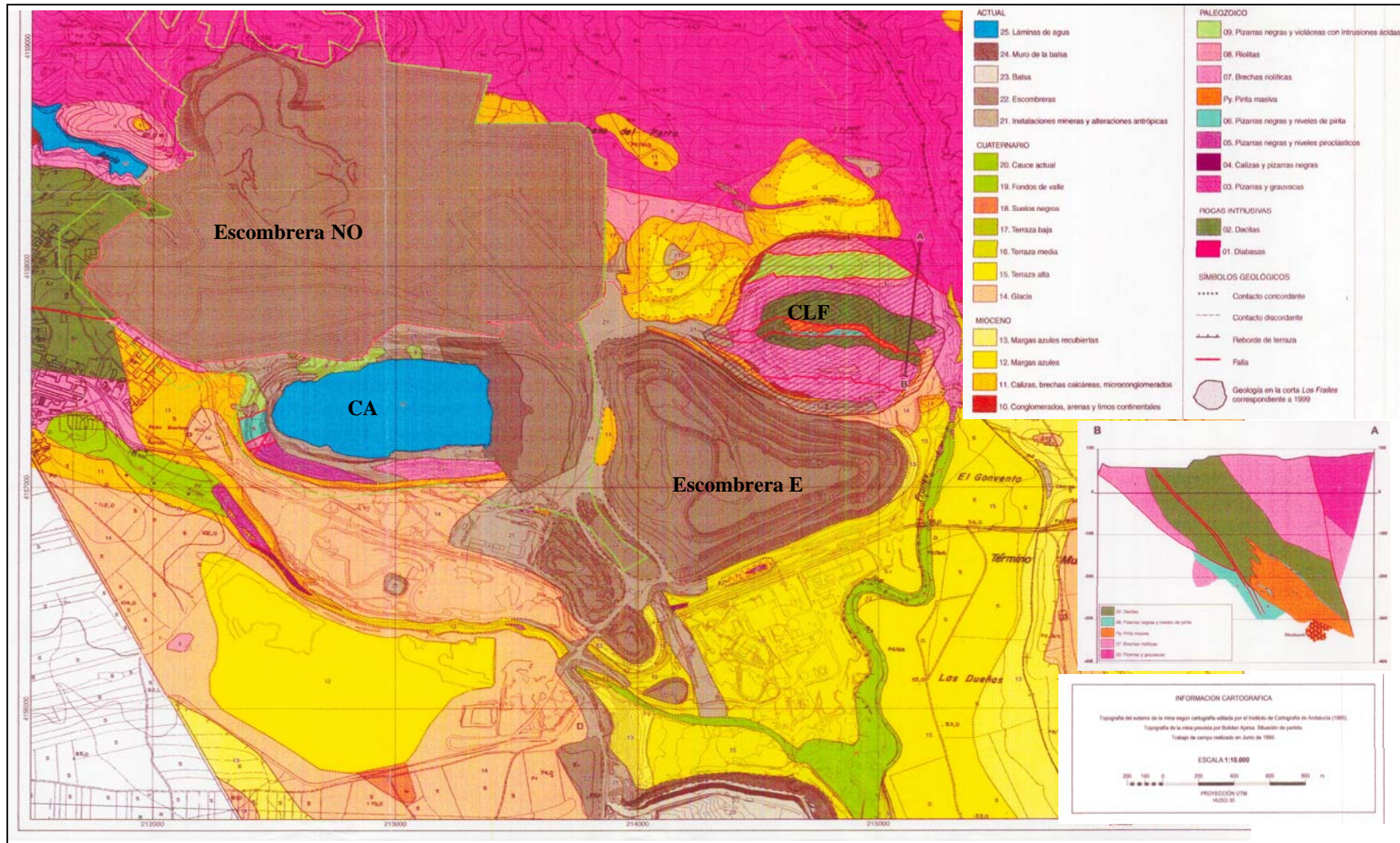


Figura 2.8. Geología de la zona minera de Aznalcóllar (BAPLS, 2000 a). CA: Corta Aznalcóllar, CLF: Corta Los Frailes.