

## 1.2. ANEJOS A LA MEMORIA



### 1.2.1. ESTUDIO DE NECESIDADES



## ESTUDIO DE NECESIDADES

### Datos de población

Según datos proporcionados por el Ayuntamiento de **BERDÚN**  
 La población censal en 2017 fue: **227 habitantes**  
 Se trata de un núcleo que no tiene una gran influencia de estacionalidad.  
 Población permanente **500 habitantes**

El número de viviendas existentes son unas **200 viviendas**  
 Teniendo en cuenta una ocupación de **3,5 pers-viv**  
 Capacidad **700 personas**

Esto nos produciría una población estacional de:	200	hab
Considerando la estacionalidad y teniendo en cuenta una simultaneidad en la ocupación durante los meses estivales y época de esquí de:	0,8	
	plazas	factor
Plazas de hotel y casa rural	40	1,25
		50

Nos produce una población estacional de: **210 habitantes**

Por lo tanto sumando la población estable a la población estacional nos produce  
 Población estable + estacional **710 habitantes**

### Datos del Saneamiento

**BERDÚN** dispone de una red unitaria de saneamiento.

Actualmente hay 3 puntos de vertido.

Uno al Norte, otro al Noroeste y el más importante al sur.

Se necesita realizar un colector interceptor para unificar estos 3 puntos de vertido.

Actualmente Berdún no dispone de ningún elemento de tratamiento de las aguas residuales.

### Datos de Vertidos Industriales o de Instalaciones Turísticas

Según datos del Ayuntamiento no existe ninguna industria significativa que vierta a colector urbano.

Hoteles	25	
Casa rural	15	
total	40	<b>plazas</b>

## **DATOS DISPONIBLES DE ESTUDIOS ANTERIORES**

En el año 2008 el Instituto Aragonés del Agua redactó un proyecto de estación depuradora para el tratamiento de las aguas residuales de Berdún.

Realizó una campaña de analítica y de medición de caudal.

El resumen de esta campaña fue el siguiente:

Campaña realizada en invierno del 6 al 8 de agosto de 2008,

Caudal 90 m<sup>3</sup>/día

DBO5 458 mg/l

El caudal y carga contaminante anteriores nos producen:

Una población equivalente de: 687 H-e

Comparativamente con la población máxima calculada: 710 habitantes

Vemos que los datos pronosticados y los tomados in situ coinciden.

El proyecto de 2008 tenía previstas 2 depuradoras.

Depuradora norte proyectada para 100 h-e

Depuradora Sur proyectada para 800 h-e

## **DATOS DE DISEÑO UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO**

Se diseña la EDAR con los siguientes parámetros:

Población estable	<b>500</b>	<b>h-e</b>
Población estable + estacional	<b>750</b>	<b>h-e</b>
Meses valle	<b>9</b>	<b>meses</b>
Meses punta	<b>3</b>	<b>meses</b>
Dotación de vertido	<b>250</b>	litros/habit/día
Caudal diario meses valle	<b>125</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>
Caudal diario meses punta	<b>188</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>

## 1.2.2. PARÁMETROS DE CÁLCULO





AB INGENIERÍA CIVIL S.L.

## PARAMETROS DE CÁLCULO

Bases de Cálculo de la EDAR de		BERDÚN
Población residente habitual		500 habitantes
Población visitante estival 3 meses		250 habitantes
Población de dimensionamiento EDAR		750 habitantes
Dotación por habitante y día		250 litros/h-e/d
Caudal diario habitual		125 m <sup>3</sup> /d
Caudal diario estival		188 m <sup>3</sup> /d
Carga contaminante		
DBO5	Carga unitaria	60 gr DBO5/he/d
	Concentraci3n de llegada	240 mg/l
	Carga diaria habitual	30 Kg DBO5/d
	Carga diaria estival	45 Kg DBO5/d
SS	Carga unitaria	75 gr DBO5/he/d
	Concentraci3n de llegada	300 mg/l
	Carga diaria habitual	37,5 Kg DBO5/d
	Carga diaria estival	56,25 Kg DBO5/d

### DIMENSIONAMIENTO DE LA LINEA DE AGUA

Proceso	Caudal de dise1o		
	Nº veces	Q punta (m <sup>3</sup> /h)	Qdise1o (m <sup>3</sup> /h)
Pretratamiento	5	18,75	93,75
Tratamiento primario	2	18,75	37,50
Tratamiento biol3gico	1	18,75	18,75

Todos los alivios pasan por un deflector de flotantes



### 1.2.3. RESULTADOS A OBTENER





AB INGENIERÍA CIVIL S.L.

## RESULTADOS A OBTENER

Los resultados a obtener para la EDAR de **BERDÚN** son:

El efluente de salida de la planta, una vez tratado, deberá cumplir las especificaciones recogidas en el Real Decreto 509/1996, en el cual se establecen las normas básicas aplicables al tratamiento de aguas residuales.

PARAMETROS	CONCENTRACION	PORCENTAJE MINIMO DE REDUCCION	METODO DE MEDIDA DE REFERENCIA
DBO5	25 mg/l	70-90	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. determinación del oxígeno disuelto antes y después de 5 días de incubación a 20°C ±1°C, en completa oscuridad.  Aplicación de un inhibidor de la nitrificación
DQO	125 mg/l	75	Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico
Total de sólidos en suspensión	35 mg/l	90	Filtración de una muestra representativa a través de membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105° C y pesaje.  Centrifugación de una muestra representativa (durante 5 minutos como mínimo, con una aceleración media de 2.800 a 3.200g), secado a 105° C y pesaje.



#### 1.2.4. CÁLCULOS FUNCIONALES



## **CÁLCULOS FUNCIONALES**

<b><u>DATOS</u></b>		
Caudal diario	m3/d	188
Caudal medio 24 h: Qmedio24	m3/h	7,81
Caudal punta	m3/h	18,75
DBO5 de entrada:	ppm	240,00
Fracción DBO5 soluble en la entrada	%	50,00
Fracción DBO5 soluble en la salida	%	50,00
DBO5 diaria		45000,00
<b>Habitantes equivalentes según DBO5 (60gr/día)</b>		<b>750,00</b>
SS a la entrada	ppm	300,00
<b><u>RESULTADOS A OBTENER</u></b>		
DBO5 de salida decantada	ppm	25,00
S..S.T. Salida	ppm	30,00

<b>DECANTACIÓN PRIMARIA</b>		
Rendimiento de la decantación primaria SS		50%
SST de salida decantación primaria	mg/l	150,00
Rendimiento de la decantación primaria DBO5		30%
DBO5 de salida decantación primaria	ppm	168,00
La decantación primaria se dimensiona para que sea capaz de tratar un caudal de 2Qp.		
<b>Dimensiones</b>		
largo	m	4,25
ancho	m	4,25
Alto (lamina de agua)	m	3,29
Calado parte recta	m	0,61
Volumen	m3	29,28
Superficie	m2	18,06
<b>Velocidad ascensional</b>		
Qmedia24	m3/m2/h	0,43
2xQpunta	m3/m2/h	2,08
Longitud total del vertedero	m	16,00
Carga sobre vertedero calculada a 2Qp	m3/h/m	2,34
Carga sobre vertedero calculada a Qm	m3/h/m	0,49
<i>La carga máxima sobre vertedero recomendada por norma ATV es 5 m3/h/m</i>		
<b>Tiempo de retención</b>		
Qmedia24	h	3,75
Qpunta	h	1,56
<i>El tiempo de retención recomendado por la norma debe ser superior a 2,5 h</i>		
<b>HOMOGENEIZACIÓN</b>		
Volumen diario total	m3/dia	187,50
En el tratamiento primario se proyecta un volumen de laminación que acumule el caudal punta sostenido. Los biodiscos se alimentarán de forma continua mediante bombeo a caudal constante Qm.		
	h	18,00
Caudal medio en tratamiento biológico - Qm	m3/h	10,42
Caudal punta	m3/h	18,75
Volumen acumulado por hora	m3	8,33
Tiempo máximo de acumulación	h	5,00
Volumen de acumulación en el caso más desfavorable	m3	41,67
<b>Dimensiones</b>		
largo	m	4,25
ancho	m	4,25
alto (lámina de agua)	m	3,00
calado parte recta	m	2,00
volumen	m3	43,90
Volumen de homogeneización adoptado	m3	43,90

<b>BIOLOGICO</b>		
Rendimiento según DBO5 total	%	89,58
Rendimiento según DBO5 soluble	%	85,12
Peso DBO5 total de entrada a biologico	kg/d	31,50
Producción específica de S.S. Kg T.S.S./kg DBO5 eliminada		0,50
S.S.T. Producidos	mg/l	35,75
S.S.T. Salida	mg/l	185,75
Contribución S.S. A la DBO5 total		0,50
DBO5 salida total sin decantar	mg/l	92,88
Carga orgánica total superficial minima	gr DBO5 /m2/d	10,00
Superficie necesaria de biodiscos	m2	3150
Superficie adoptada de biodiscos	m2	3200
Carga orgánica real	gr DBO5 /m2/d	9,84
Carga orgánica soluble superficial	gr DBO5 soluble/m2/d	4,92
Carga hidráulica a Q maximo	l/m2/d	9,50
Número de reactores	Ud	2,00
Superficie por reactor	m2	1600,00
Carga superficial adoptada	gr DBO5 /m2/d	9,84
Potencia necesaria motorreductor	kW	0,84
Potencia elegida para motorreductor	kW	1,10
Diámetro de discos	m	2,00
Diámetro del eje	m	0,13
Superficie de disco	m2	9,50
Nº de discos por reactor	Ud	169,00
Longitud por eje ocupada por discos	m	3,38
Nº de paquetes por reactor	Ud	2,00
Longitud tomada por estructura	m	0,12
Longitud total tomada por estructura	m	0,36
Longitud por gorriones	m	0,11
Espacio entre etapas	m	0,15
Longitud total entre apoyos	m	4,00
Número de líneas	Ud	1,00
Número de etapas	Ud	4,00
M2 por etapa		800,00
Carga orgánica en 1ª etapa	gr DBO5/m2/d	39,38
Carga hidráulica en la primera etapa	l/m2/d	234,38
Dimensiones de la cuba		
Longitud	m.	4,00
Anchura	m.	2,20
Calado	m,	1,00
Calado sumergido	m	0,93
Calado parte trapezoidal	m.	0,33
Volumen total 2 cubas	m3	32,74
Superficie transversal	m2	8,18
Tiempo de retención:		
Q24	h	4,19
Qpunta	h	1,75

<b>DECANTACIÓN SECUNDARIA</b>			
Caudal medio laminación en dec. Secundaria - Qm	m3/h		7,81
<b>Dimensiones</b>			
largo	m		4,25
ancho	m		4,25
Alto (lamina de agua)	m		2,94
Calado parte recta	m		0,26
Volumen	m3		22,95
Superficie decantador efectiva	m2		18,06
<b>Velocidad ascensional</b>			
Qmedia24:	m3/m2/h		0,43
Qpunta	m3/m2/h		1,04
Longitud total del vertedero	m		16,00
Carga sobre vertedero calculada a Qp	m3/h/m		1,17
Carga sobre vertedero calculada a Qm	m3/h/m		0,49
<i>La carga máxima sobre vertedero recomendada por norma ATV es 5 m3/h/m</i>			
<b>Tiempo de retención</b>			
Qmedia24:	h		2,94
Qpunta	h		1,22
<i>El tiempo de retención recomendado por la norma debe ser superior a 2,5 h</i>			
<b>DIGESTIÓN DE FANGOS</b>			
Ancho	m		4,25
Longitud	m		4,25
Alto	m		4,65
Volumen	m3		68,52
Volumen útil			68,52
<b>Volumen de fangos</b>			
Producción de fangos	m3/he/año		0,24
Fangos anuales s/he habituales y estacionales	m3/anuales		135,00
Media fangos mensuales	m3/mes		11,25
Tiempo de digestión	meses		6,00
Volumen mínimo del digestor			67,50

## 1.2.5. CÁLCULOS HIDRÁULICOS



## CÁLCULOS HIDRÁULICOS

### CAUDALES DE CÁLCULO

para el caso de época estival

Caudal medio diario            187,50    m<sup>3</sup>/día

Caudal horario medio            7,81    m<sup>3</sup>/hora

Q<sub>m</sub>                                    2,17    litros/s

Caudal punta (2,4xQ<sub>m</sub>)            18,75    m<sup>3</sup>/hora

Q<sub>p</sub>                                    5,21    litros/s

	Nº veces	Q punta (m <sup>3</sup> /h)	Qdiseño (m <sup>3</sup> /h)
Pretratamiento	5	18,75	93,75
Tratamiento primario	2	18,75	37,5
Tratamiento biológico	1	18,75	18,75

**ALIVIADERO PREVIO AL TAMIZ**

**COLECTOR AFLUENTE**

Tipo de conducción	THECØ300 mm
Diámetro interior	0,300 m
Coefficiente de Manning	0,013
Pendiente de la conducción	0,010 m/m
Sección mojada	0,07 m <sup>2</sup>
Perímetro Mojado	0,94 m
Radio Hidráulico	0,075 m
Velocidad	1,37 m/s
Caudal	<b>0,097 m<sup>3</sup>/s</b>
llegan 2 tubos Ø300 mm	<b>0,193 m<sup>3</sup>/s</b>
Cota de llegada tubo al pretratamiento	<b>615,77 m</b>
Resguardo	<b>0,10 m</b>
Cota del canal de llegada y alivio	<b>615,67 m</b>

**ALIVIADERO**

Tipo de vertedero:	Rectangular libre de pared gruesa		
Q mín a aliviar = 2 tubos llenos Ø300	193,40	l/s	
Ancho del vertedero:	0,95	m	
Altura sobre vertedero:	0,25	m	
Coefficiente de gasto:	0,375		
Caudal capaz de desaguar	197,25	l/s	
Cota de aliviadero (rampa)			<b>615,97 m</b>
Cota máxima de lámina de agua, para tubo lleno			<b>616,22 m</b>
Resguardo del cajero del canal			0,10 m
Cota de cajero del canal			<b>616,32 m</b>
Altura de canal			0,65 m

**DESBASTE**

Parámetros críticos para canal de:

Caudal:	93,75	m <sup>3</sup> /h
Caudal:	26,04	l/s
Caudal:	0,026	m <sup>3</sup> /s
Ancho:	0,4	m
Coefficiente de Manning:	0,014	

Calado crítico hc:	0,08	m
Radio hidráulico crítico:	0,055	m
Velocidad crítica:	0,861	m/s
Pendiente crítica:	0,007	m/m

Longitud del canal:	1,95	m
Calado fin del canal:	0,08	m
Calado inicio del canal:	0,09	m

**CANAL TAMIZ**

Resguardo respecto de canal aliviadero	0,10 m
Cota de solera del canal del tamiz	<b>615,57 m</b>

Calado para caudal máximo de dilucion en pretrata	0,40 m
---------------------------------------------------	--------

Cota de lamina de agua antes de alivio	<b>615,97 m</b>
Altura de canal	0,75 m

**Limitación de caudal en pretratamiento**

Caudal a limitar 2xQp	37,50 m <sup>3</sup> /h
	10,42 l/s

Orificio de salida a decantador - digestor

Orificio de pared gruesa

Diámetro:	0,1	m
Superficie:	0,008	m <sup>2</sup>
Coefficiente de gasto:	0,81	

Cota Altura del aliviadero =	Pérdida de altura:	0,15	m
	Caudal:	10,9	l/s

Resalto aguas abajo del tamiz	0,10 m
-------------------------------	--------

Cota canal de salida del pretratamiento	<b>615,47 m</b>
-----------------------------------------	-----------------

Cota alivio despues de tamices	<b>615,62 m</b>
--------------------------------	-----------------

**TUBERÍA DE CONEXIÓN PRETRATAMIENTO - DECANTACION 1ª**

Caudal de calculo	2xQp	<b>37,50 m3/h</b> <b>10,42 l/s</b>
PEAD D=160 PN 10		
Diámetro tubería		0,140 m
Rádío		0,070 m
Rádío hidráulico		0,035 m
Superficie		0,015 m <sup>2</sup>
Tipo de tubería		PE
Coefficiente de Manning		0,009
Caudal		10,42 l/s 38 m <sup>3</sup> /h
Velocidad		0,68 m/s
Pendiente pérdida de carga		0,003 m/m
Longitud de la conducción		4
Perdida en la tubería		0,01
Perdidas localizadas		
k	5	0,4
Perdidas localizadas		0,05
Total perdidas en la conducción		0,06 m

**TRATAMIENTO PRIMARIO, DECANTACIÓN PRIMARIA**

Lámina de agua en Dec Prim.

Cota canal de salida del pretratamiento	615,47 m
Pérdida en tubería pret-dec <sup>1ª</sup>	0,06 m
Resguardo	0,14 m
Cota máxima de salida Vertedero 1ª	615,27 m
<b>Cota adoptada</b>	<b>615,27 m</b>

**ALIVIADERO**

Caudal de cálculo máximo	2xQp	37,50 m <sup>3</sup> /h
		10,42 l/s

$$Q = m \operatorname{tg}(\alpha) \cdot \operatorname{raiz}(2 \cdot g) \cdot h^{5/2}$$

				rad
	2x(alfa) =	90	°	1,5708
Coef de gasto	m =	0,35		
Altura de agua	h =	0,02	m	
Caudal unitario	Q =	0,1	l/s	

Longitud de vertedero	16 m
Altura de vertices	3 cm
Parte recta	7 cm
Vertice libre	6 cm
Número de vertederos	123 ud

Caudal total	10,82 l/s
--------------	-----------

**Cota máxima lámina de agua** **615,29 m**

**CANAL DEL ALIVIADERO**

Parámetros críticos para canal de:

Caudal:	10,42 l/s
Caudal:	0,010 m <sup>3</sup> /s
Ancho:	0,15 m
Coefficiente de Manning:	0,013
Calado crítico hc:	0,08 m
Radio hidráulico crítico:	0,038 m
Velocidad crítica:	0,880 m/s
Pendiente crítica:	0,010 m/m

Longitud del canal:	8,0 m
Calado fin del canal:	0,08 m
Calado inicio del canal:	0,16 m

**ORIFICIO DE SALIDA A HOMOGENEIZACIÓN**

Orificio de pared gruesa		
Diámetro:	0,15	m
Superficie:	0,018	m <sup>2</sup>
Coefficiente de gasto:	0,81	
Pérdida de altura:	0,025	m
Caudal:	10,0	l/s
Altura del canal	0,185	m

**Canal adoptado 15 ancho x 18 alto incluido vertices**

**TUBERÍA DE CONEXIÓN DECANTACION 1ª-HOMOGENEIZACIÓN**

PEAD D=160 PN 10		
Diámetro tubería		0,140 m
Rádío		0,070 m
Rádío hidráulico		0,035 m
Superficie		0,015 m <sup>2</sup>
Tipo de tubería		PE
Coefficiente de Manning		0,009
Caudal	2xQp	10,42 l/s
		38 m <sup>3</sup> /h
Velocidad		0,68 m/s
Pendiente pérdida de carga		0,003 m/m
Longitud de la conducción		3
Perdida en la tubería		0,01
Perdidas localizadas		
k	3	0,4
Perdidas localizadas		0,03
Total perdidas en la conducción		0,04



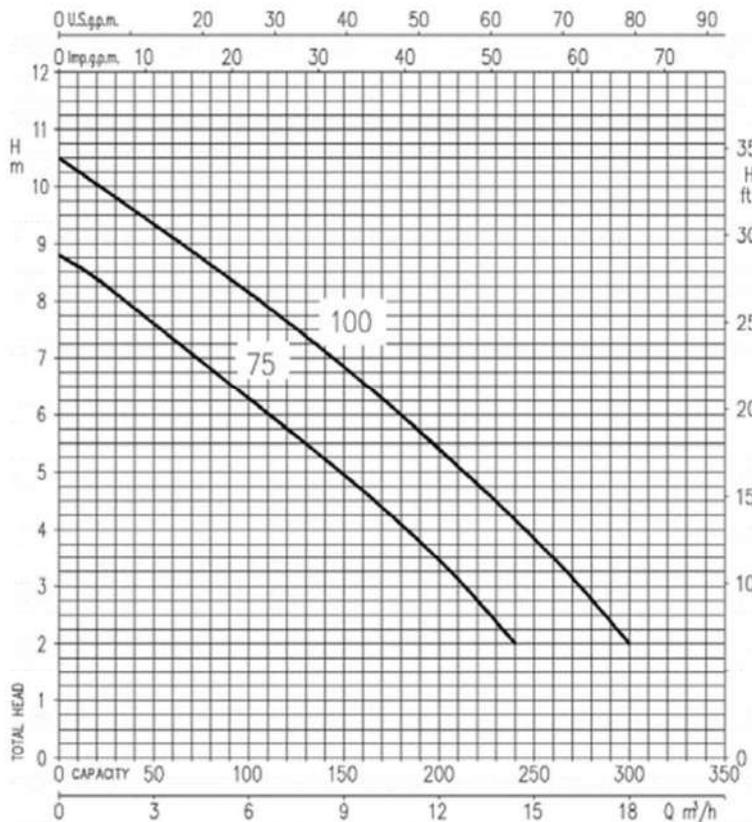
**TUBERÍA DE CONEXIÓN HOMOGENEIZACIÓN-BIODISCOS**

Tubo paso por gravedad desde homogeneización a biodiscos

Diámetro tubería			0,098 m
Rádío			0,049 m
Rádío hidráulico			0,025 m
Superficie			0,008 m <sup>2</sup>
Tipo de tubería			PE
Coefficiente de Manning			0,009
Caudal	Q <sub>p</sub>		5,21 l/s
			19 m <sup>3</sup> /h
Velocidad			0,69 m/s
Pendiente pérdida de carga			0,005 m/m
Longitud de la conducción			5
Perdida en la tubería			0,03
Perdidas localizadas			
k	5	0,4	2,00
Perdidas localizadas			0,05
Total pérdidas en la conducción			0,08
<b>Cota máxima lamina de agua biodiscos</b>			<b>614,93 m</b>

**BOMBEO ECUALIZACIÓN**

Caudal de homogenización estival	2,17 l/s
	7,81 m <sup>3</sup> /h
PEAD D=75 PN 10	
Diámetro tubería	0,069 m
Rádío	0,035 m
Rádío hidráulico	0,017 m
Superficie	0,004 m <sup>2</sup>
Tipo de tubería	PE
Coefficiente de Manning	0,009
Caudal	2,17 l/s
	8 m <sup>3</sup> /h
Velocidad	0,58 m/s
Pendiente pérdida de carga	0,006 m/m
Longitud de la conducción	8
Perdida en la tubería	0,05
Perdidas localizadas	
k	5                      0,4                      2,00
Perdidas localizadas	0,03
Total perdidas en la conducción	0,08



1 bomba  
1,1 kw                      temporizada

**BIODISCOS**

Cota máxima lamina de agua biodiscos	614,93 m
Cota lamina de agua adoptada en estati	614,93 m
Perdida en vertedero Dec 2ª a Qp	0,02
Pérdida en tubería a Qp	0,01
Resguardo	0,05 m
Cota cajero hormigon	615,00 m

**TUBERÍA DE CONEXIÓN BIODISCOS-DECANTACIÓN SECUNDARIA**

Diámetro tubería	0,150 m
Rádío	0,075 m
Rádío hidráulico	0,038 m
Superficie	0,018 m <sup>2</sup>
Tipo de tubería	PE
Coefficiente de Manning	0,009
Caudal <b>Qp</b>	5,21 l/s 19 m <sup>3</sup> /h
Velocidad	0,29 m/s
Pendiente pérdida de carga	0,001 m/m
Longitud de la conducción	5
Perdida en la tubería	0,00
Perdidas localizadas	
k	5                      0,4                      2,00
Perdidas localizadas	0,01
Total perdidas en la conducción	0,01

**DECANTACIÓN SECUNDARIA**

**ALIVIADERO**

A caudal de homogenización  $Q_m$  2,17 l/s  
 $Q = m \operatorname{tg}(\alpha) \cdot \operatorname{raiz}(2 \cdot g) \cdot h^{5/2}$

			rad
	$2x(\alpha) =$	90 °	1,5708
Coef de gasto	$m =$	0,35	
Altura de agua	$h =$	0,011 m	
Caudal unitario	$Q =$	0,0 l/s	

Longitud de vertedero	16 m
Altura de vertices	3 cm
Parte recta	7 cm
Vertice libre	6 cm
Número de vertederos	123 ud

Caudal total	2,43 l/s
--------------	----------

A caudal punta 5,21 litros/s  
 $Q = m \operatorname{tg}(\alpha) \cdot \operatorname{raiz}(2 \cdot g) \cdot h^{5/2}$

			rad
	$2x(\alpha) =$	90 °	1,5708
Coef de gasto	$m =$	0,35	
Altura de agua	$h =$	0,015 m	
Caudal unitario	$Q =$	0,0 l/s	

Longitud de vertedero	16 m
Altura de vertices	3 cm
Parte recta	7 cm
Vertice libre	6 cm
Número de vertederos	123 ud

5,27 l/s

<b>Cota coronación muro decantacion 2ª</b>	<b>615,50 m</b>
<b>Cota vertices vertedero de salida</b>	<b>614,93 m</b>
<b>Diferencia de cotas entre coronacion y vertices</b>	<b>0,57 m</b>
<b>Cota máxima lamina de agua</b>	<b>614,94 m</b>
<b>Cota mínima lamina de agua</b>	<b>614,93 m</b>

**CANAL DEL ALIVIADERO**

Parámetros críticos para canal de:

Caudal:	5,21	l/s
Caudal:	0,005	m <sup>3</sup> /s
Ancho: <b>adoptado</b>	0,15	m
Coefficiente de Manning:	0,014	
Calado crítico hc:	0,05	m
Radio hidráulico crítico:	0,030	m
Velocidad crítica:	0,698	m/s
Pendiente crítica:	0,010	m/m

Longitud del canal:	8,0	m
Calado fin del canal:	0,05	m
Calado inicio del canal:	0,13	m

Parámetros críticos para canal de:

Caudal:	0,0022	m <sup>3</sup> /s
Ancho:	0,15	m
Coefficiente de Manning:	0,014	
Calado crítico hc:	0,03	m
Radio hidráulico crítico:	0,020	m
Velocidad crítica:	0,522	m/s
Pendiente crítica:	0,010	m/m

Longitud del canal:	8,0	m
Calado fin del canal:	0,03	m
Calado inicio del canal:	0,11	m

**Profundida del canal incluido vertices 0,18 m**

**Canal adoptado 15 ancho x 18 alto incluido vertices**

**TUBERÍA DE CONEXIÓN DEC.SECUNDARIA-MEDIDA DE CAUDAL**

Orificio de salida

Orificio de pared gruesa

Diámetro:	0,1	m
Superficie:	0,008	m <sup>2</sup>
Coefficiente de gasto:	0,81	
Pérdida de altura:	0,04	m
Caudal:	5,6	l/s

PEAD D=110 PN 10

Diámetro tubería			0,093 m
Rádío			0,047 m
Rádío hidráulico			0,023 m
Superficie			0,007 m <sup>2</sup>
Coefficiente de Manning			0,009
Caudal			5,21 l/s
Velocidad			0,77 m/s
Pendiente pérdida de carga			0,007 m/m
Longitud de la conducción			6
Perdida en la tubería			0,04
Perdidas localizadas			
k	3	0,4	1,20
Perdidas localizadas			0,04
Total perdidas en la conducción			0,08

PEAD D=63 PN 10

Diámetro tubería			0,055 m
Rádío			0,028 m
Rádío hidráulico			0,014 m
Superficie			0,002 m <sup>2</sup>
Coefficiente de Manning			0,009
Caudal			5,21 l/s
Velocidad			2,19 m/s
Pendiente pérdida de carga			0,118 m/m
Longitud de la conducción			3
Perdida en la tubería			0,35
Perdidas localizadas			
k	3	0,4	1,20
Perdidas localizadas			0,29
Total perdidas en la conducción			0,65

<b>Total perdidas canal decantador-salida</b>	<b>0,77 m</b>
<b>Cota de salida en arqueta de control</b>	<b>614,00 m</b>

**BOMBEO DE FANGOS A DIGESTOR**

Caudal diario a bombear	18,75 m <sup>3</sup> /día
Q med =	0,781 m <sup>3</sup> /h
nº de bombas	1
Caudal de cada bomba	12,0 m <sup>3</sup> /h
Arranques hora	3 arranques
Funcionamiento	1,30 minutos de funcionamiento hora

Tubería de bomba a emisario de fangos de recirculación

Tubería de PEAD d=75 mm PN 10	
Total caudal máximo de cálculo	3,33 l/s
Diámetro tubería	0,067 m
Rádío	0,034 m
Rádío hidráulico	0,017 m
Superficie	0,004 m <sup>2</sup>
Tipo de tubería	PE
Coefficiente de Manning	0,009
Caudal	3,33 l/s 12 m <sup>3</sup> /h
Velocidad	0,95 m/s
Pendiente pérdida de carga	0,017 m/m
Longitud de la conducción	10 m
Perdida en la conducción	0,17 m

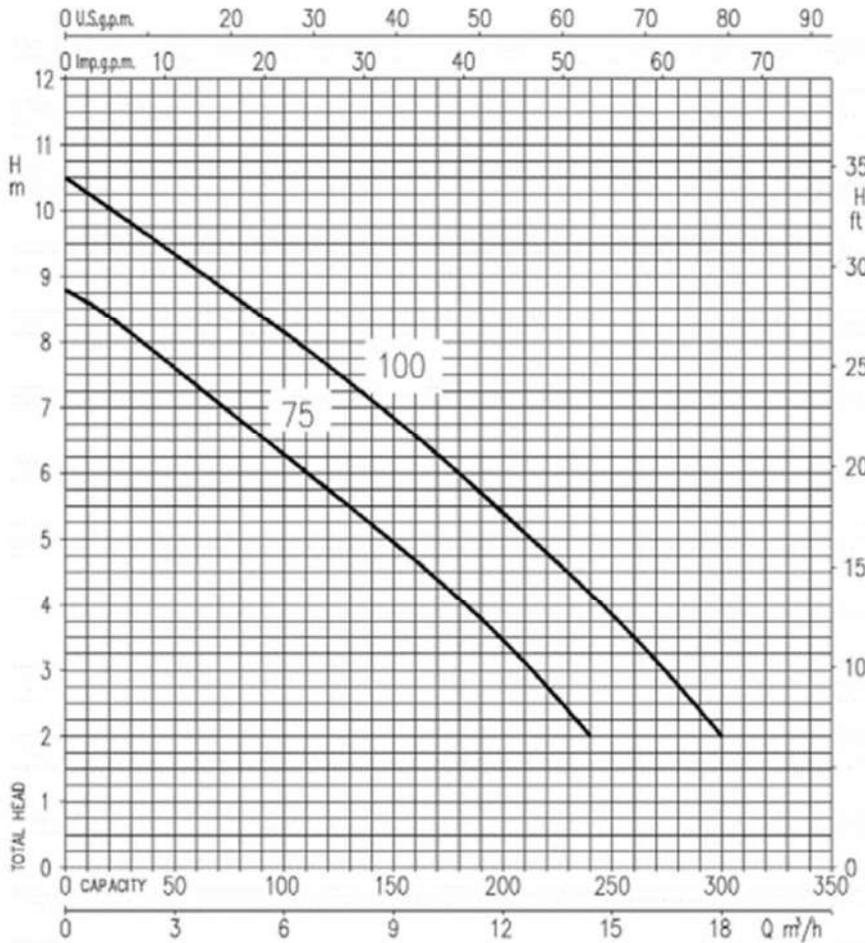
PERDIDAS LOCALIZADAS AH2 =  $Kn \times V^2 / (2 \times g)$

	K	unidades	
Codo 90°	0,3	5	1,5
Entrada brusca	1	1	1
Salida brusca	1	1	1
	Kn =		3,5
	V =		0,95
	g =		9,81
	AH2		0,16 m
Perdidas en tubería			0,33 m
altura geométrica			3,00 m
altura manométrica bombeo			3,33 m

AB INGENIERÍA CIVIL S.L.

Tipo de bomba sumergible 1 bombas de:

Caudal	12,00 m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica	3,33 mca



1 bomba  
1 sin instalar  
0,75 kw

## ELECTROBOMBA SUMERGIBLE PARA AGUAS FECALES Acero Inox. AISI 304

Bomba sumergible para aguas fecales fabricada en Acero Inoxidable AISI 304. Diseñada para la evacuación de líquidos con contenidos filamentosos o sólidos en suspensión en aplicaciones tanto industriales como domésticas. Adecuada para su utilización en servicios sanitarios (WC), aguas cargadas con sólidos de máximo Ø 35 mm, aguas de lavado, pluviales, residuales, pozos negros y fosas sépticas, achique de locales inundados, riegos, fuentes y lumiartecnia.

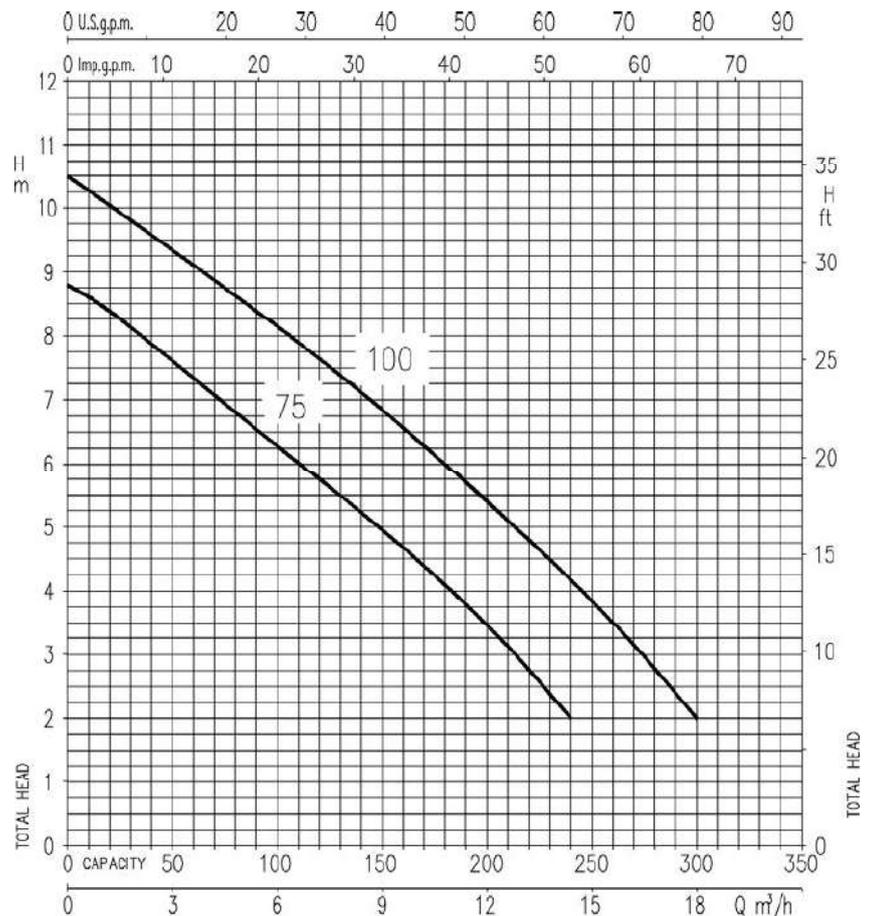


Hidráulica RIGHT

### Impulsor VORTEX

### CURVAS DE CARACTERÍSTICAS

(según ISO 9906 / 2)



### PRESTACIONES

- Máxima inmersión: 10 m.
- Temperatura máx. del líquido vehiculado: 50°C.
- Máximo paso de sólidos: 35 mm.

### MATERIALES

- Cuerpo de impulsión, impulsor, carcasa y tapa de motor: Ac. Inox AISI 304.
- Eje motor: Ac. Inoxidable AISI 303.
- Cierre mecánico: Doble cierre mecánico en cámara de aceite.  
Superior: Carbón/Cerámica/NBR.  
Inferior: SiC/SiC/NBR.
- Cable: 5 m con enchufe tipo Schuko.
- Disponible en versiones: **M: Monofásica**  
**MA: Con regulador de nivel**

### DATOS TÉCNICOS

- Motor asíncrono, 2 polos.
- Aislamiento Clase F.
- Protección IP68.
- Monofásica 230V ± 10% 50 Hz.
- Trifásica 400V ± 10% 50Hz.
- Condensador y protección termoamperimétrica de rearme automático incorporados (monofásica).
- Conexión descarga: DNI 1 1/2".

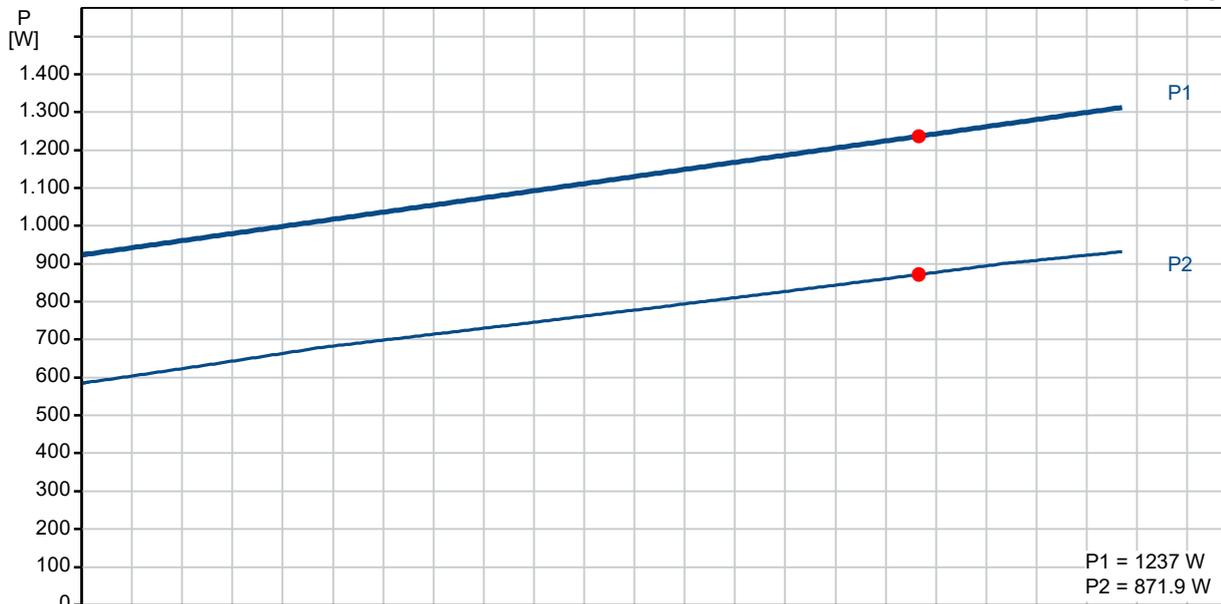
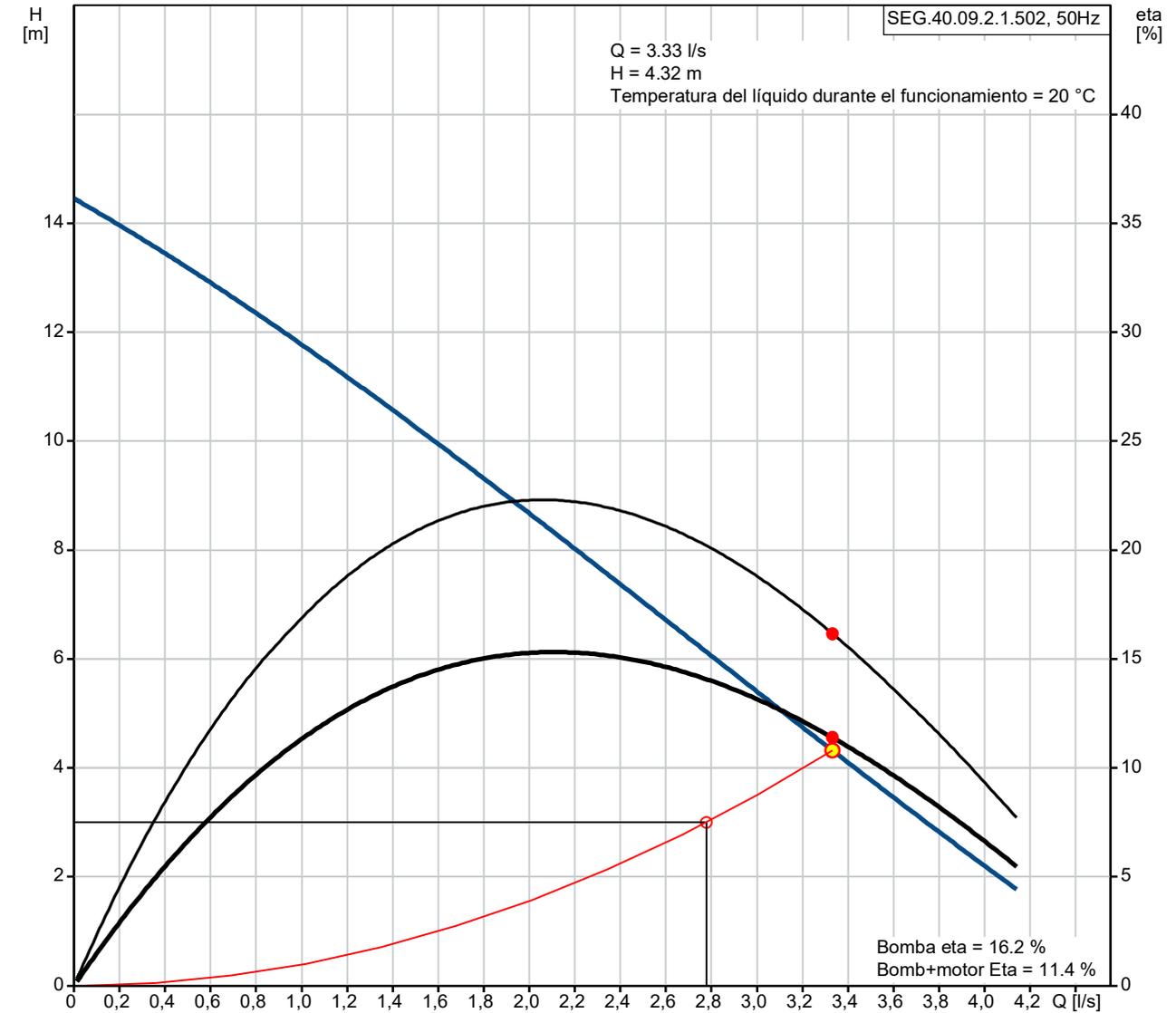
### TABLA DE CARACTERÍSTICAS

Modelo	kW	CV	Condensador		Intensidad absorbida (A)		Max. paso de sólidos (mm)	Q=Caudal								
			µF	Vc	1~	3~		l/min	40	80	100	120	160	200	240	300
Monofásica 230V 50Hz									2,4	4,8	6	7,2	9,6	12	14,4	18
Tri-fásica 400V 50Hz									H=Altura manométrica total (m)							
RIGHT 75 M	0,55	0,75	20	450	4,8	2,1	35	7,8	6,8	6,2	5,7	4,7	3,4	2	-	-
RIGHT 100 M	0,75	1	31,5	450	5,7	2,6	35	9,5	8,6	8,1	7,6	6,6	5,4	4,2	2	2

Contar	Descripción
1	<p><b>SEG.40.09.2.1.502</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Advierta! la foto puede diferir del actual producto</b></p> <p>Código: <a href="#">96075893</a></p> <p>Bomba centrífuga de una etapa, no autocebante, con puerto de descarga horizontal, diseñada específicamente para la elevación y el bombeo de aguas residuales de descarga de inodoros. La bomba incorpora un sistema triturador que tritura los sólidos destruibles, convirtiéndolos en fragmentos de menor tamaño y permitiendo su impulsión a través de tuberías de diámetros relativamente pequeños.</p> <p>La bomba posee superficies lisas que impiden la acumulación de suciedad e impurezas. Un acoplamiento de acero inoxidable resistente a la corrosión mantiene el motor sujeto a la carcasa de la bomba y facilita el mantenimiento de la misma.</p> <p>El sistema SmartTrim facilita el ajuste de la holgura del impulsor para maximizar la eficiencia de la bomba a lo largo de toda su vida útil.</p> <p><b>Paneles control:</b></p> <p>Sensor de humedad: sin sensores de humedad            AUTOADAPT: NO</p> <p><b>Líquido:</b></p> <p>Rango de temperatura del líquido: 0 .. 40 °C            Temperatura del líquido durante el funcionamiento: 20 °C            Densidad: 998.2 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Técnico:</b></p> <p>Caudal real calculado: 3.33 l/s            Altura resultante de la bomba: 4.32 m            Tipo de impulsor: SIST TRITURADOR            Cierre primario: SIC/SIC            Cierre secundario: LIPSEAL            Homologaciones en la placa de características: PA-I            Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B2</p> <p><b>Materiales:</b></p> <p>Carcasa de la bomba: Hierro fundido            EN1561 EN-GJL-200            Impulsor: Fundición            EN1561 EN-GJL-200</p> <p><b>Instalación:</b></p> <p>Temperatura ambiente máxima: 40 °C            Presión de trabajo máxima: 6 bar            Normativa de brida: DIN            Conexión de la red de tuberías: DN40/50</p>

Contar	Descripción
	Salida de bomba: DN 40 Presión nominal: PN 10 Profundidad máxima de instalación: 10 m Autoacoplamiento: 96076063  <b>Datos eléctricos:</b> Potencia de entrada - P1: 1.3 kW Potencia nominal - P2: 0.9 kW Frecuencia de red: 50 Hz Tensión nominal: 1 x 230 V Toler. tensión: +6/-10 % Arranques máx. por hora: 30 Intensidad nominal: 6 A Intensidad de arranque: 38 A Intensidad nominal sin carga: 2.9 A Cos phi - Factor de potencia: 0.99 Cos phi - Factor de potencia a 3/4 de carga: 0.98 Cos phi - Factor de potencia a 1/2 de carga: 0.94 Velocidad nominal: 2890 rpm Momento de inercia: 0.0036 kg m <sup>2</sup> Eficiencia del motor a carga total: 71 % Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 67 % Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 58 % Tamaño condensador - Funcionamiento: 30 µF Tamaño condensador - Arranque: 150 µF Número de polos: 2 Tipo de arranque: directo Grado de protección (IEC 34-5): IP68 Clase de aislamiento (IEC 85): F Resistente a explosiones: no Longitud de cable: 10 m Tipo de cable: LYNIFLEX Tipo de clavija de cable: NO PLUG  <b>Otros:</b> Peso neto: 42 kg VVS danés n.º: 391341111 NRF noruego n.º: 9045797 País de origen.: HU Tarifa personalizada n.º: 84137021

## 96075893 SEG.40.09.2.1.502 50 Hz





## 1.2.6. JUSTIFICACIÓN DE GASTOS DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO





AB INGENIERÍA CIVIL S.L.

## JUSTIFICACION DE GASTOS DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO

### COSTES FIJOS

#### 1-GASTOS DE PERSONAL

<i>Personal Técnico-Directivo:</i>		
Jefe de planta	1	persona

<i>Personal de Explotación:</i>		
Nº de horas diarias de personal en EDAR	2	h/d
Nº de días al año personal en EDAR	50	d/año
Nº de horas trabajadas año	100	h/año
Absentismo laboral (CEOE,6%)	6	h/año
Total horas necesarias	106	h/año
Horas año según convenio	1.776	h/año
Personal de Explotación	0,06	
Cualificación:		
Oficiales electromecánicos	1	

<i>Costes de personal</i>		
Categoría: oficial de 1ª		
Número de personas	0,06	
Función	Mantenimiento	
Coste anual individual	19.500,00 €	
Coste total por año	1.163,85 €	

**TOTAL COSTES PERSONAL AÑO** **1.163,85 € / año**

#### 2-GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

##### Mantenimiento de equipos mecánicos

<i>Mantenimiento Preventivo</i>		
Aceites y Grasas	200	€/año
Repuestos y revisiones generales y ordinarias	100	€/año
Pintura	50	€/año

<i>Mantenimiento Correctivo</i>		
Reparación equipos mecánicos	100	€/año
Reparación equipos eléctricos	100	€/año

<b>Total gastos mantenimiento de equipos</b>	<b>550</b>	<b>€/año</b>
----------------------------------------------	------------	--------------

##### Mantenimiento de la obra civil

<i>Obra civil y urbanización</i>	100	€/año
<i>Pintura</i>	50	€/año

<b>Total gastos mantenimiento obra civil</b>	<b>150</b>	<b>€/año</b>
----------------------------------------------	------------	--------------



AB INGENIERÍA CIVIL S.L.

**Conservación**

Jardinería	50	€/año
Limpieza	50	€/año
<b>Total gastos conservación</b>	<b>100</b>	<b>€/año</b>

**TOTAL MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN 800,00 € / año****3-CANON DE CONTRATACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA****Término de Potencia**

Potencia contratada	10,392 kW
Termino de potencia	6,8 €/kW/mes
<b>TOTAL AÑO</b>	<b>848 €/año</b>
Impuesto sobre electricidad	4,85% 41,1 €/año

**TOTAL CANON CONTRATACIÓN ENERGÍA 889,11 € / año****4-OTROS COSTES FIJOS****Coste de laboratorio**

Nº de Análisis	2 Ud/año
Coste por análisis	110 €/ud

<b>Total gastos laboratorio</b>	<b>220,00 € / año</b>
---------------------------------	-----------------------

**Mantenimiento de Vehículos**

Kilometraje anual	704 km/año
Coste por Km	0,21 €/km

<b>Total gastos kilometraje</b>	<b>147,84 € / año</b>
---------------------------------	-----------------------

**Telecomunicaciones**

Cuota mensual, datos y telefonía	15 €/mes
----------------------------------	----------

<b>Total gastos telecomunicaciones</b>	<b>180,00 € / año</b>
----------------------------------------	-----------------------

**TOTAL COSTES FIJOS 547,84 € / año****5-RESUMEN COSTES FIJOS**

<u>CONCEPTO</u>	<u>COSTE</u>	<u>INCIDENCIA</u>
<u>Costes de Personal</u>	1.163,85 €	34,2%
<u>Costes de Mantenimiento y Conserv.</u>	800,00 €	23,5%
<u>Costes Fijos de Electricidad</u>	889,11 €	26,1%
<u>Otros Costes Fijos</u>	547,84 €	16,1%

**TOTAL GASTOS FIJOS 3.401 €/año**  
**Repercusión en m3 de agua 0,054 €/m3**

## COSTES VARIABLES

### DATOS DE PARTIDA

#### Datos de Población

Poblacion equivVERANO 3 meses	750 h-e
P. equivalente resto del año 9 meses	500 he
Poblacion media ponderada	688 he

#### Caudales de Tratamiento

Caudal medio horario	7,2	m3/h
Ciclo diario de depuracion	24	h/d
Caudal medio diario	172	m3/d
Volumen anual tratado contando variacion estival	62734	m3/año

PARAMETRO	Entrada	Salida	Elim.diaria	Elim.anual
DBO5 (mg/l)	300	25	275	
DQO (mg/l)	500	125	375	
SS(mg/l)	375	35	340	
NTK(mg/l)	50	15	35	
DBO5 (Kg/d - kg/año)	52	4	47	17.252
DQO (Kg/d - kg/año)	86	21	64	23.525
SS(Kg/d - kg/año)	64	6	58	21.330
NTK(Kg/d - kg/año)	9	3	6	2.196

#### Datos del proceso

Tipo de proceso:	
Tratamiento Primario	si
Tratamiento Biológico	Biodiscos

#### Producción de fangos

kg DBO5 eliminada en el proceso biológico	47	kg/d
Producción específica de fangos	0,7	
Producción de MS diaria	33	kg/d
Porcentaje de SSV/SST	65%	
Producción de volátiles:	22	kg/d
Produccion diaria de fangos	33	kg/d
Produccion final de fangos	12076	kg/año
Concentracion de los fangos	7%	
Producción de fangos en peso	173	tm/año
Densidad del fango	1070	kg/m3
Volumen diario de fangos	0,44	m3/d
Volumen diaria de fangos	0,21	m3/he/año
Produccion anual de fangos	161	m3/año



AB INGENIERÍA CIVIL S.L.

## 1.2.6. JUSTIFICACIÓN COSTES EXPLOTACIÓN

### COSTES VARIABLES

#### 1-ENERGÍA ELÉCTRICA

##### Término de energía

Kwh consumidos año	24145	kwh/año
Termino de energía	0,11	€/kwh
TOTAL AÑO	2656	€/año
Impuesto sobre electricidad	5,11%	143

**TOTAL COSTES ENERGÍA AÑO** **2798,58** €/año

### RATIOS DE CONSUMO GLOBAL

kwh por m3 agua depurada	0,385	kwh/m3
kwh por kg de DBO5 eliminada	1,400	kwh/kg DBO5eliminada
Coste del Kwh	0,140	€/kwh

#### 2-COSTE DE AGUA POTABLE

Consumo total de agua	10	l/d
Consumo agua anual	3,65	m3/año
Precio agua	0,8	€/m3
Mínimo	80	€/año

**TOTAL COSTE DE AGUA POTABLE** **82,92** €/año

#### 3-EVACUACIÓN DE RESIDUOS

Residuos	Tamizado	
Producción Residuos	0,05	l/m3
Volumen residuos anual	3	m3/año
Volumen del container	5,0	m3
Nº Viajes año	0,6	
Precio unitario de viaje	120	€/viaje
Canon de vertido	30	€/Tm

**COSTE ANUAL RETIRADA RESIDUOS** **214,10** €/año



## LISTADO DE MOTORES Y CONSUMOS ENERGÉTICOS

EQUIPO	UD	F	R	CV	KW	KW total	Horas	Consumo
<b>PRETRATAMIENTO</b>								
Tamiz de escalera	1	1	0	0,51	0,37	0,37	4,00	1,48
<b>TRATAMIENTO PRIMARIO</b>								
Bombeo de homogeneización a biodiscos	1	1	0	1,51	1,10	1,10	4,00	4,40
<b>BIODISCOS</b>								
Motorreductores biodiscos	2	2	0	1,51	1,10	2,20	24,00	52,80
<b>LÍNEA DE FANGOS</b>								
Bombeo de fangos dec. primario	1	1	0	1,03	0,75	0,75	0,50	0,38
Bombeo de fangos dec. secundario	1	1	0	1,03	0,75	0,75	0,50	0,38
Bombeo arqueta de sobrenadantes	1	1	0	1,03	0,75	0,75	0,50	0,38
Bombeo recirculación digestor	1	1	0	1,03	0,75	0,75	0,50	0,38
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>								
Caudalímetro vertido final	1	1	0	0,12	0,09	0,09	24,00	2,16
Sonda nivel hidrostático	1	1	0	0,12	0,09	0,09	24,00	2,16
Automata	1	1	0	0,27	0,20	0,20	6,00	1,20
<b>SERVICIOS EDAR</b>								
Toma de fuerza	1	1	0	2,05	1,50	1,50	0,20	0,30
Alumbrado exterior	4	4	0	0,21	0,15	0,60	0,20	0,12
Alumbrado interior	2	1	1	0,21	0,15	0,15	0,20	0,03
<b>TOTAL diario</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>10,62</b>		<b>9,30</b>	<b>88,60</b>	<b>66,15</b>
<b>POTENCIA NORMALIZADA A CONTRATAR</b>						<b>10,392</b>		
<b>consumo anual kw.h</b>								<b>24145</b>

## RESUMEN GASTOS

### RESUMEN GASTOS DE EXPLOTACIÓN

Total Presupuesto Gastos Fijos	3.400,81	€/año
Total Presupuesto Gastos Variables	6.041,33	€/año
<b>TOTAL PRESUPUESTO ANUAL</b>	<b>9.442,14</b>	<b>€/año</b>
Repercusión en m3	0,151	€/m3

### BALANCE DE INCIDENCIAS SOBRE EL MANTENIMIENTO

<u>CONCEPTO</u>	<u>COSTE</u>	<u>INCIDENCIA</u>
<u>Costes de Personal</u>	1.163,85 €	12,33%
<u>Costes de Mantenimiento y Conserv.</u>	800,00 €	8,47%
<u>Costes Fijos de Electricidad</u>	889,11 €	9,42%
<u>Otros Costes Fijos</u>	547,84 €	5,80%
<u>Costos energía eléctrica</u>	2.798,58 €	29,64%
<u>Costos agua potable</u>	82,92 €	0,88%
<u>Costos retirada residuos</u>	214,10 €	2,27%
<u>Costos retirada fangos</u>	2.945,73 €	31,20%
<b><u>TOTAL</u></b>	<b>9.442,14 €</b>	<b>100,00%</b>



### 1.2.7. ESTUDIO GEOTÉCNICO



ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDAR DE BERDÚN (T.M. DE  
CANAL DE BERDÚN, HUESCA) DENTRO DEL PLAN DE  
DEPURACIÓN TOTAL DE AGUAS RESIDUALES DE  
ARAGÓN,  
ZONA PIRINEOS P-1



**PETICIONARIO: SODEMASA**

**INFORME: 00603-BERDÚN**

**FECHA INFORME: JULIO DE 2008**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
2. SITUACIÓN GEOLÓGICA.
3. TRABAJOS REALIZADOS.
  - 3.1. TRABAJOS DE CAMPO.
    - 3.1.1. Calicatas mecánicas.
    - 3.1.2. Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.
    - 3.1.3. Valoración de riesgos geológicos.
  - 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.
    - 3.2.1. Ensayos realizados.
    - 3.2.2. Resultados obtenidos.
4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO.
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
  - 5.1. INTRODUCCIÓN.
  - 5.2. COLECTOR.
  - 5.3. EMISARIO.
  - 5.4. EDAR.

## ANEXOS

- I. Localización geográfica y de los ensayos de campo.
- II. Localización geológica e hidrogeológica.
- III. Perfiles litológicos de las calicatas.
- IV. Perfiles resistentes penetraciones dinámicas DPSH. Metodología aplicada.
- V. Boletines de ensayos de laboratorio.
- VI. Reportaje fotográfico.
- VII. Comunicaciones con los organismos afectados.

## 1.- INTRODUCCIÓN

La SOCIEDAD DE DESARROLLO MEDIOAMBIENTAL DE ARAGON, S.A.U. (en adelante SODEMASA) ha adjudicado a INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, SUELO Y MEDIO AMBIENTE, S.L. (en adelante INCOSUMA) la "Asistencia Técnica para la redacción de los estudios geotécnicos para las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de los núcleos incluidos en la zona PIRINEOS P-1 incluida dentro del escenario de depuración total en la Comunidad Autónoma de Aragón-Horizonte 2015".

Esta asistencia técnica abarca todo el ámbito de la comarca de La Jacetania, que incluye núcleos mayoritariamente de la provincia de Huesca pero también algunos de la provincia de Zaragoza. En total se estudian 52 núcleos.

En el ANEXO I (LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA) se recoge la ubicación y accesibilidad a la zona junto con la alternativa propuesta para la ubicación de las dos EDAR (EDAR norte y EDAR sur) y sus canalizaciones asociadas (colectores y emisarios). Esta información, junto con las características más reseñables de la actuación prevista y datos de la propiedad de las parcelas, habitantes equivalentes, etc., queda recogida en las fichas elaboradas por TYPESA y facilitadas por SODEMASA. Sobre este diseño previo se ha basado la actuación geotécnica.

En este informe se recoge el estudio del núcleo de Berdún perteneciente al término municipal de Canal de Berdún, en la comarca de La Jacetania (provincia de Huesca) que tiene una población a efectos de depuración de 873 habitantes equivalentes. El diseño del sistema de depuración está todavía en fase de definición si bien se estima una excavación máxima de 4,5 metros.

Durante la primera semana de Junio y tras remitir a los ayuntamientos correspondientes un fax indicando el inicio de los trabajos (en el ANEXO VII se recogen las comunicaciones que se han realizado con los ayuntamientos), un equipo de técnicos de INCOSUMA se desplazó hasta la localidad de Berdún para valorar "in situ" aspectos como la accesibilidad a las parcelas, el marco geológico, posibles riesgos geológicos, toma de datos en afloramientos rocosos, etc. Además se recabó información sobre la propiedad de los terrenos, no siendo necesaria la petición de permisos para la realización de los ensayos geotécnicos dado que éstos se situaron sobre monte público. También se estableció contacto con la ingeniería EUROESTUDIOS, responsable de los Estudios Técnicos Previos de la subzona 1-B, con el fin de intercambiar las informaciones que se fueran generando en las distintas fases acerca de los cambios de ubicación, trabajos realizados, etc.

Como ya hemos comentado anteriormente, en el plan de depuración está planteada la construcción de dos depuradoras, una al norte y otra al sur del núcleo de Berdún. El emplazamiento previsto para la depuradora situada al norte corresponde a una parcela de uso agrícola y a una zona de monte erial que presentan una cierta pendiente hacia el norte. El emplazamiento de la EDAR sur se localiza sobre una parcela de uso agrícola que presenta una topografía prácticamente horizontal. El acceso a ambas desde la carretera es bueno. Los colectores que existen actualmente se van a respetar y únicamente se proyecta un tramo nuevo en la zona urbana para unir dos sectores del núcleo. Este tramo discurre en su totalidad por calles pavimentadas. Para el estudio geotécnico se han replanteado dos calicatas mecánicas (una para cada EDAR). Adicionalmente, en la EDAR sur, en base a los materiales identificados en la calicata excavada en esta zona se decidió la realización de un ensayo

adicional de penetración dinámica tipo DPSH. Todos estos trabajos se realizaron se realizaron durante la segunda y tercera semana del mes de junio.

La ubicación de todos los ensayos queda reflejada en el ANEXO I, habiéndose tomado las coordenadas UTM mediante un GPS de mano de la casa GARMIN que permite una precisión de 3-5 metros, suficiente para las necesidades de esta fase de estudios.

## 2. SITUACIÓN GEOLÓGICA

La totalidad de la zona de estudio se localiza en la vertiente sur de la cadena Pirenaica, en el sector central de la misma y está circunscrita a la Unidad Geológica denominada como Cuenca de Jaca-Pamplona, rellena por sedimentos terciarios del Eoceno y Oligoceno.

La zona norte se caracteriza por la presencia de una serie turbidítica (alternancias de areniscas y lutitas) en la que destacan las megacapas carbonáticas intercaladas. El sector central se caracteriza por el desarrollo de una potente serie de margas eocenas de coloraciones grises muy destacables en el paisaje. Por último, al sur se desarrollan series fluviales con areniscas y conglomerados alternando con lutitas, que marcan el tránsito del Eoceno superior al Oligoceno.

Sobre estos materiales se instala la red fluvial que durante el Cuaternario ha dejado abundantes depósitos de tipo aluvial junto a los cauces fluviales (Aragón, Aragón Subordán, etc.) y se produce la regularización de laderas y vertientes generándose depósitos de glaciares y coluviales. En los sectores más septentrionales de la zona pueden incluso detectarse depósitos de morrena correspondientes a las máximas glaciaciones.

Estructuralmente la zona se corresponde con un vasto sinclinal asimétrico con directrices claramente pirenaicas (WNW-ESE). Las principales estructuras corresponden a un gran cabalgamiento a nivel de la serie turbidítica que se detecta en la megacapa de Embún-Jaca, posteriormente afectado por estructuras menores de cabalgamiento y pliegues vergentes al sur, también de dirección pirenaica aunque hacia el oeste tienden a girar hacia el norte.

Los aspectos fundamentales en cuanto a la localización del conjunto de la zona de estudio se recogen en el ANEXO II LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA, en el que se han incluido también las referencias hidrogeológicas (que se tratan más adelante) y el detalle geológico particular del núcleo de Berdún tomado del Mapa Geológico de España escala 1:50.000.

A escala del núcleo de Berdún, los materiales aflorantes corresponden a la formación Margas de Pamplona, con un espesor de 1500 metros. Estos materiales, en la EDAR norte, se encuentran recubiertos parcialmente por arcillas cuaternarias de relleno de una vaguada. En la EDAR sur no se ha reconocido el sustrato rocoso, estando éste recubierto totalmente por gravas cementadas (conglomerados) correspondientes a niveles aluviales de terrazas altas del río Aragón.

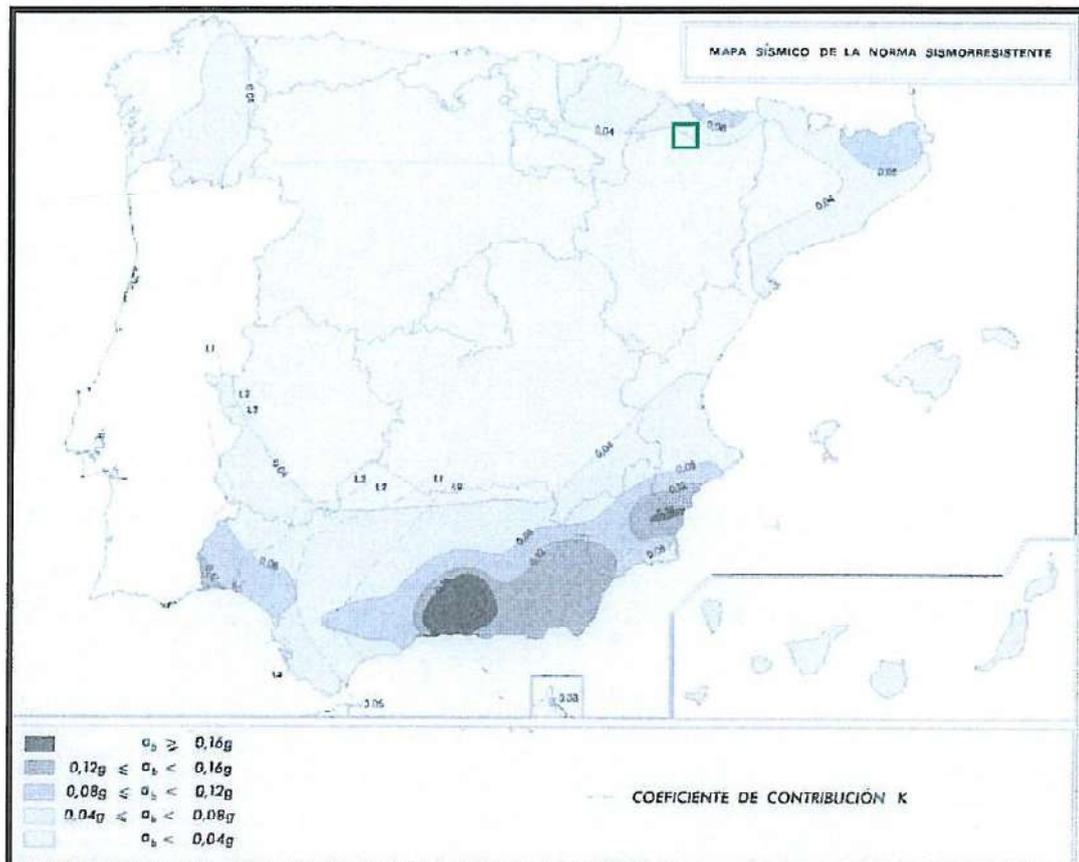
**Hidrogeología:** Desde el punto de vista hidrogeológico y según la catalogación llevada a cabo por el Instituto Tecnológico Geominero de España y el Servicio Geológico de Obras Públicas (MOPU-MINER, 1988), modificada posteriormente en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro (MIMAM, 1999), la zona de estudio se incluye dentro del Dominio Pirenaico del Sinclinal de Jaca-Pamplona, quedando la localidad de Berdún fuera de las 7 unidades hidrogeológicas definidas en este dominio, como queda reflejado en la figura "Esquema Hidrogeológico" del ANEXO II (Fuente de datos: C.H.E.).

A grandes rasgos este dominio hidrogeológico se identifica con la cuenca sedimentaria de Jaca-Pamplona, limitada al N por las Sierras Interiores Prepirenaicas, y al S por las Sierras Exteriores Prepirenaicas, respondiendo su estructura a un amplio sinclinal.

Concretamente el emplazamiento previsto para la EDAR norte se sitúa sobre materiales de margas grises con escasas intercalaciones de areniscas, en general, poco permeables y sin connotaciones hidrogeológicas de interés. Los materiales cuaternarios que rellenan la vaguada tienen una composición litológica (arcillas) que les confiere una baja permeabilidad. Las gravas de la zona de la EDAR sur, debido a la abundante matriz arcillosa y su cementación presentan una permeabilidad más reducida de la esperable para este tipo de materiales groseros. Por ello, aunque en ambas calicatas se ha detectado la presencia de agua a profundidades de unos 3,5 metros, la afluencia de agua al fondo de ambas calicatas es reducida, y consecuencia de la elevada pluviometría que se dio en la zona antes y durante la realización de los trabajos,.

**Sismicidad:** De acuerdo con el mapa de zonas sismorresistentes, elaborado para su aplicación a la edificación a partir de la actual normativa española NCSE-02, la zona de estudio se sitúa al norte de la isolínea de aceleración sísmica básica de 0,04 g (ver figura siguiente).

Concretamente según esta norma el término municipal de Canal de Berdún, en el que se ubica el núcleo de Berdún, posee una aceleración básica ( $a_b$ ) de 0,04 g ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ ).



### 3. TRABAJOS REALIZADOS

#### 3.1. Trabajos de campo

##### 3.1.1. Calicatas mecánicas

Se realizaron un total de dos calicatas mecánicas utilizándose para ello una retroexcavadora de tipo mixto CAT 432 D. En estas calicatas se ha observado el perfil litológico y la presencia de nivel freático, la estabilidad de las excavaciones, la dificultad de excavación y han permitido además la toma de las muestras de terreno para su ensayo en laboratorio.

Los perfiles litológicos obtenidos en las calicatas se detallan de forma gráfica en el ANEXO III y su ubicación queda reflejada en el plano adjunto en el ANEXO I. Los materiales identificados en la EDAR norte y EDAR sur son muy diferentes por lo que la descripción de los perfiles litológicos la realizamos resumidamente de forma individual para cada uno de los emplazamientos:

##### ▪ EDAR NORTE

En esta zona se excavó la calicata C-1 con la que se alcanzó una profundidad de 4,0 metros. Esta calicata se posicionó transversalmente al eje de la vaguada existente, hecho este que condiciona la disposición de los materiales reconocidos. A modo de resumen el perfil reconocido consta de tres niveles:

- Nivel superior de suelo vegetal que presenta un espesor muy reducido (0,2 metros).
- Nivel intermedio formado por arcillas cuaternarias de relleno de vaguada que presentan un espesor muy variable. Así en la zona del eje de la vaguada, se han identificado en toda la profundidad investigada (al menos 4,0 metros), mientras que en la zona más al noreste de la calicata este espesor se reduce rápidamente a 1,3 metros, apareciendo el sustrato rocoso infrayacente a 1,5 metros de profundidad.
- Nivel inferior formado por los materiales rocosos eocenos (margas grises) sin que presenten perfiles de alteración sustanciales. Estos materiales solo se han identificado en el lateral noreste de la calicata. En la zona central (eje de la vaguada) no se ha llegado a alcanzar en toda la profundidad investigada (4,0 metros).

La estabilidad de las paredes ha sido buena. La excavabilidad, teniendo presente la potencia de la máquina utilizada, ha sido regular a mala en el nivel de margas grises mientras que para el resto de materiales reconocidos la excavabilidad ha sido buena.

Durante la realización de la calicata se detectó presencia de agua a una profundidad de 3,5 metros coincidiendo con el paso de los recubrimientos cuaternarios a los materiales margosos del sustrato rocoso. Se trata por tanto de un rezume a favor de un plano de cambio de permeabilidades.

##### ▪ EDAR SUR

En esta zona se excavó la calicata C-2 con la que se alcanzó la profundidad de 3,5 metros. A modo de resumen el perfil reconocido consta de dos niveles:

- Nivel superior de suelo vegetal que presenta un espesor de 0,4 metros. Está compuesto por gravas y bolos en matriz arcillosa rojiza.

- Nivel inferior formado por gravas arcillosas muy densas y bolos correspondientes a los niveles de terraza colgados del río Aragón. Aparece inmediatamente debajo del nivel anterior y desde que se identifica se extiende a lo largo de toda la profundidad reconocida (3,5 metros) sin que se llegue a alcanzar el sustrato rocoso eoceno de la zona (margas grises).

La estabilidad de las paredes ha sido buena. La excavabilidad, teniendo presente la potencia de la máquina utilizada, ha sido de buena a regular, en profundidad.

Durante la realización de las calicatas se detectó presencia de agua a una profundidad de 3,4 metros. Aunque no se ha identificado el sustrato rocoso, esta presencia de agua podría indicar la proximidad del contacto entre los recubrimientos cuaternarios y los materiales margosos del sustrato rocoso. Se trataría entonces de un rezume a favor de un plano de cambio de permeabilidades.

Las muestras tomadas se relacionan en el siguiente cuadro

Calicata	Profundidad (m)	Litología
C-1	1,80	Arcillas
C-2	1,50	Gravas arcillosas
C-2	2,40	Gravas arcillosas

### 3.1.2. Ensayos de Penetración Dinámica tipo DPSH

Se ha realizado un (1) ensayo de penetración dinámica tipo DPSH, llevado a cabo con un equipo automático montado sobre orugas, de la casa TECOINSA. El ensayo se ha realizado en la EDAR norte, sobre la zona de vaguada en la que la calicata había indicado un apreciable espesor de recubrimiento cuaternario.

El ensayo se realiza de acuerdo con la norma UNE 103802:1998. La metodología del ensayo y las características del equipo utilizado así como los resultados obtenidos en el ensayo de penetración dinámica se recogen de forma gráfica en el ANEXO IV "PERFILES RESISTENTES PENETRACIONES DINÁMICAS. METODOLOGÍA APLICADA".

Como puede observarse del gráfico de resistencia elaborado se pueden determinar dos niveles resistentes correlacionables directamente con algunos de los niveles litológicos detectados en las calicatas.

- Nivel resistente superior. Se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 3,6 metros. Su golpeo es bastante homogéneo, especialmente hasta la profundidad de 2,6 metros, con valores  $N_{20}$  que oscilan entre 11 y 16 que se traducen en resistencias dinámicas en punta entorno a los 100-150  $\text{kp/cm}^2$ . Por debajo de esta profundidad el golpeo es algo más heterogéneo con valores de  $N_{20}$  comprendidos entre 9 y 22. Las resistencias dinámicas en punta son, por lo general, similares a las del tramo superior. Litológicamente este nivel correspondería a arcillas-limos con variable contenido de grava, escaso en los 2,6 metros superiores y algo mayor en el tramo inferior, tal y como se puso de manifiesto en la calicata C-1 excavada en un punto próximo.

- Nivel resistente inferior. Aparece por debajo del nivel anterior y causa el rechazo a la penetración de una forma muy neta a los 4,0 metros de profundidad. Esto es propio de un nivel de alta resistencia (resistencias dinámicas en punta por encima de 250  $\text{Kp/cm}^2$ ) y densidad, características de la naturaleza rocosa de los materiales del sustrato (margas grises).

### 3.1.3. Valoración de los riesgos geológicos

Durante las visitas previas y los trabajos de campo se ha reconocido el entorno próximo para tratar de detectar evidencias de procesos geológicos e hídricos que pudieran suponer un riesgo para la instalación proyectada, tanto en su periodo útil como durante las obras de construcción. En este sentido se han valorado las posibilidades de deslizamiento, de inundabilidad de la parcela, de socavación al pie de la misma, y otros aspectos como expansividad, agresividad, etc.

En el caso del núcleo de Berdún la topografía y los rasgos geomorfológicos del entorno eliminan los riesgos de movimientos en masa importantes. No obstante, en la EDAR norte afloran las margas grises en superficie, observándose un acarcavamiento importante.

No se han detectado indicios de yesos que pudieran implicar agresividad hacia los hormigones. Tampoco la plasticidad de los materiales es elevada en esta zona, lo que unido a las características climáticas de la zona, nos hace descartar procesos apreciables de hinchamiento.

Respecto a los riesgos asociados al agua debemos señalar que para el caso de la EDAR situada al sur no existirá incidencia debido a la suave topografía de la zona y ausencia de cauces de importancia. En el caso de la EDAR norte, debemos señalar que el emplazamiento elegido se sitúa en el eje de una vaguada (pequeño barranco) en el que desemboca el punto de vertido actual y que continúa hacia el noreste. En este sentido debemos señalar que aunque problemas de inundabilidad no son esperables dado el buen drenaje que presenta dicho barranco (fuerte pendiente), en épocas de lluvias intensas puede llegar a concentrarse en el eje un caudal elevado. En la actualidad en las proximidades de la parcela sobre la que se situará la EDAR existe una pequeña sobreelevación que desvía el cauce del barranco, lo que incide más en la vulnerabilidad potencial de la parcela.

### 3.2. Trabajos de laboratorio

#### 3.2.1. Ensayos realizados

Las muestras tomadas fueron examinadas por personal especializado y agrupadas de modo conveniente. Se decidió someter a ensayo muestras representativas de cada uno de los tipos de terrenos aparecidos.

Los ensayos realizados fueron:

- a) Análisis granulométrico por tamizado (UNE-103101:1995).
- b) Determinación de los límites de Atterberg (UNE-103103:1994 y UNE-103104:1993).
- c) Próctor modificado (UNE 103 501)
- d) Hinchamiento libre (UNE 103602:1996)

#### 3.2.2. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en los ensayos se recogen de forma resumida en el cuadro siguiente y en detalle en el ANEXO V.

Cata nº	Prof. (m)	Clasif SUCS	% Gravitas > 2mm	% Arenas 2-0,08mm	% Finos <0,08mm	LL (%)	LP (%)	IP
C-1	1,8	CL	0	19	81	32,7	22,7	10,0
C-2	2,4	GC	72	14	14	34,2	15,8	18,4

Cata nº	Prof. (m)	Hinch Libre %	Proctor modificado	
			Max Dens g/cm <sup>3</sup>	Hum opt %
C-1	1,8	2,4	1,98	10,24
C-2	2,4		2,25	5,20

#### 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO

A partir de los perfiles litológicos obtenidos en las calicatas y el ensayo de penetración dinámica tipo DPSH, se reconoce un modelo de terreno simple compuesto por cuatro unidades geotécnicas, que de forma gráfica puede verse en los esquemas geológicos de la página siguiente.

Los criterios adoptados para la clasificación de los distintos grupos geotécnicos se basan en los ensayos de laboratorio realizados, y en la descripción de "visu" de los materiales.

De acuerdo con la diferenciación geológica realizada, se han definido cuatro grupos de materiales: suelo vegetal, arcillas limosas, gravas arcillosas y margas grises

Las unidades geotécnicas que se han considerado se reflejan en la tabla siguiente:

Unidad geotécnica	EDAR norte	EDAR sur	Edad (naturaleza)	Descripción
I	SI	SI	Cuaternario Suelo vegetal	Arcillas con variable contenido de grava
II	SI	NO	Cuaternario Arcillas limosas	Arcillas limosas con escaso contenido de grava
III	NO	SI	Cuaternario Gravas	Gravas arcillosas y bolos
IV	SI	NO	Eoceno	Margas grises

##### **Unidad geotécnica I**

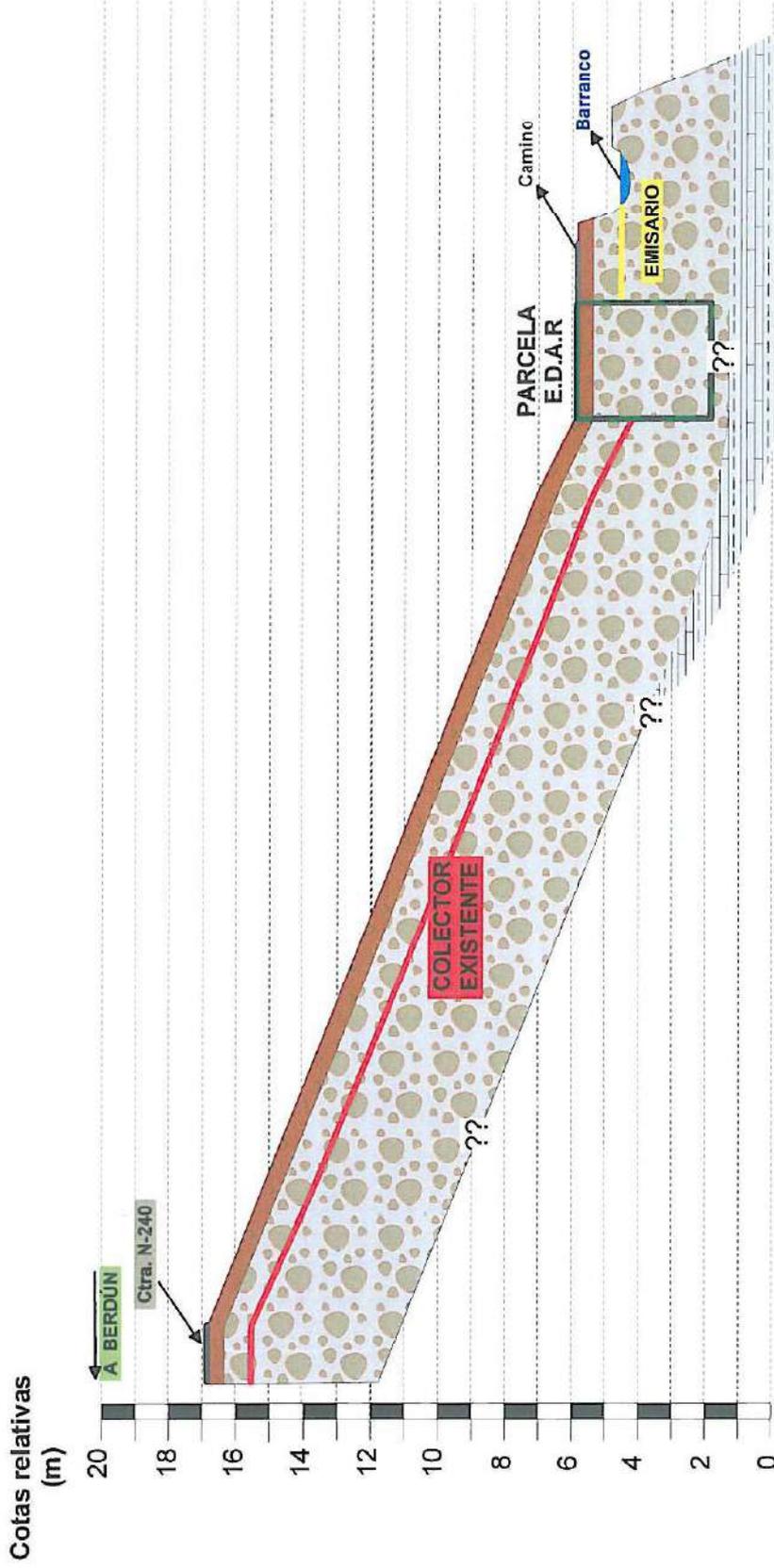
Se agrupan en este nivel los suelos vegetales que presentan espesores desde prácticamente inexistentes (zona EDAR norte) hasta 0,4 metros (EDAR sur).

##### **Unidad geotécnica II**

Es un nivel formado por arcillas limosas que rellenan la vaguada sobre la que se sitúa parte de la EDAR norte. En la EDAR sur esta unidad no se ha detectado. Aparece por debajo del suelo vegetal, presentando un espesor muy variable, tal y como se pudo comprobar en la excavación de la calicata C-1. En el extremo noreste de la misma se extiende hasta los 1,5 metros de profundidad mientras que en la zona central (coincidente con el eje de vaguada) se reconoce en toda la profundidad investigada (4,0 metros) sin que se llegue a alcanzar el sustrato rocoso.

Granulométricamente y a partir de la muestra ensayada, estos materiales se clasifican como "Arcillas de mediana plasticidad" (CL, según criterio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, abreviadamente SUCS). La fracción de gravas (>2 mm) es nula, la de arena (2-0,08 mm) representa el 19 % y la fracción fina (<0,08 mm) el 81 %. La fracción fina es de media plasticidad, con límite líquido del 32,7%, límite plástico del 22,7% e índice de plasticidad 10.

## ESQUEMA GEOLÓGICO DEL EMPLAZAMIENTO PREVISTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDAR SUR DE BERDÚN



### LEYENDA

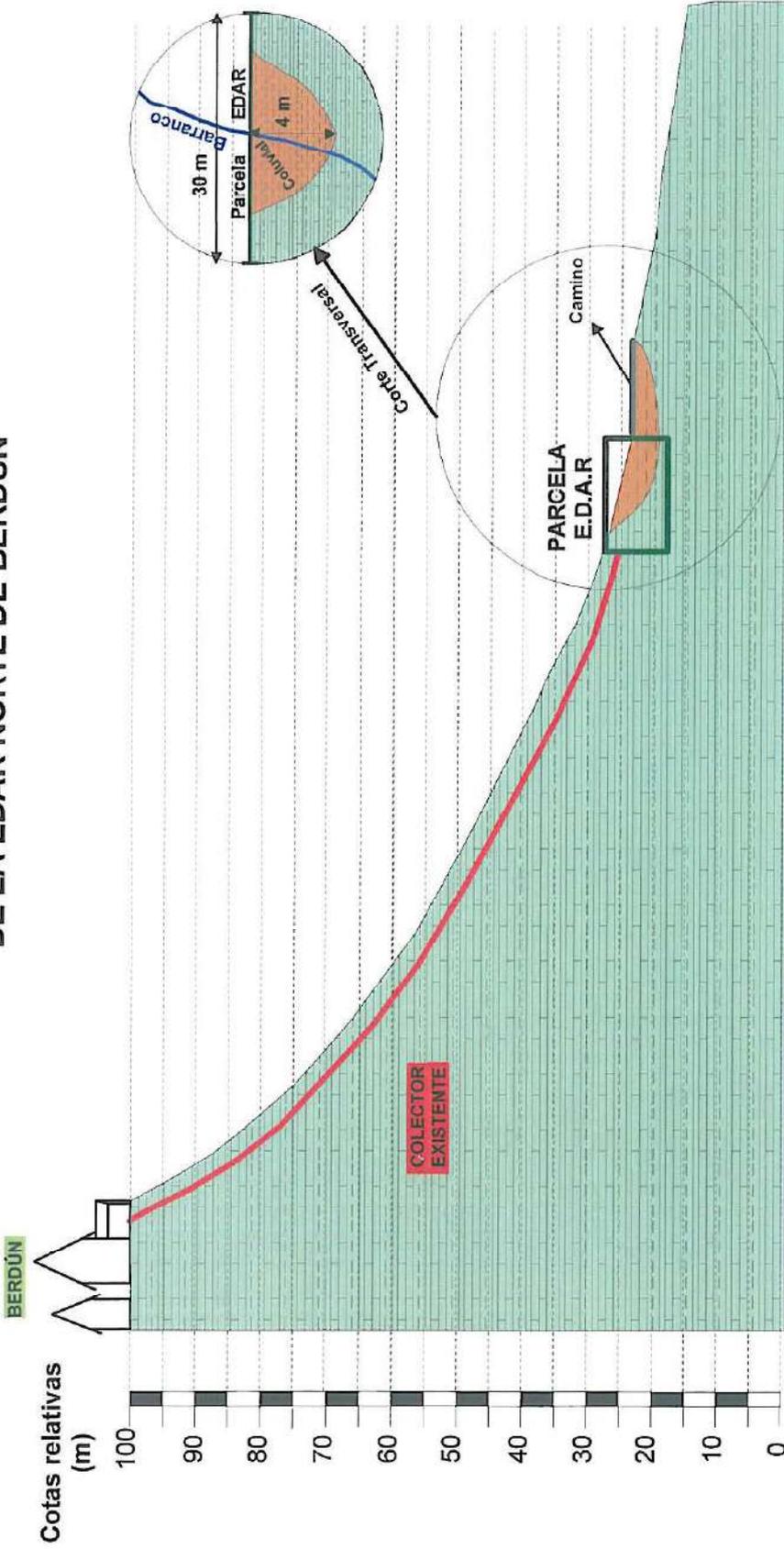
-  Suelo vegetal
-  Gravas densas arcillosas y bolos
-  Margas

Escala horizontal aproximada 0 20 40 en metros:

INFORME: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDAR DE BERDÚN  
 PLAN DE DEPURACIÓN TOTAL EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN ZONA PIRINEOS P-1

REFERENCIA: 00603-BERDÚN  
 FECHA: Julio de 2008

# ESQUEMA GEOLÓGICO DEL EMPLAZAMIENTO PREVISTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDAR NORTE DE BERDÚN



Escala horizontal aproximada 0 20 40 en metros:

**LEYENDA**

- Coluvial arcilloso
- Marga arcillosa

INFORME: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDAR DE BERDÚN  
PLAN DE DEPURACIÓN TOTAL EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN. ZONA PIRINEOS P-1

REFERENCIA: 00603-BERDÚN  
FECHA: Julio de 2008

El proctor modificado da una densidad máxima de 1,98 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 10,2%. El hinchamiento libre al 100% de compactación del P.M. es del 2,4%.

Desde el punto de vista de su aprovechamiento en obra, la excavación de los mismos generaría un suelo arcilloso que calificaríamos según PG-3 como un material tolerable.

Desde el punto de vista resistente los materiales arcillosos asociados a este nivel presentan, de acuerdo con el ensayo de penetración dinámica realizado, una compacidad media al que se puede asignar una resistencia a compresión simple de 2,0 kg/cm<sup>2</sup> y módulos de deformación de 200 kg/cm<sup>2</sup>. El coeficiente de balasto K<sub>30</sub> es de 3.0 kp/cm<sup>3</sup>.

El espesor de este nivel dentro de la EDAR norte ya hemos indicado que es muy variable, desde inexistente al alejarnos del barranco hasta alcanzar unos 4 metros en la zona central del mismo.

**Unidad geotécnica III**

Este nivel corresponde a depósitos detríticos groseros, litológicamente constituidos por gravas arcillosas y bolos subredondeados, pertenecientes a niveles de terraza altos (colgados) del río Aragón. Solamente se han detectado en la EDAR sur y de acuerdo con los cortes vistos en el entorno de Berdún su espesor no suele superar los 5 metros. En la calicata se han alcanzado 3,5 metros de profundidad sin llegar a atravesar totalmente el nivel, aunque la presencia de un rezume de agua a la base podría ser indicativo de la proximidad de la roca impermeable.

Granulométricamente y a partir de la muestra ensayada, estos materiales se clasifican como "Gravas arcillosas" (GC, según criterio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, abreviadamente SUCS). La fracción de gravas (>2 mm) representa el 72 %, la de arena (2-0,08 mm) representa el 14 % y la fracción fina (<0,08 mm) el 14 %. La fracción fina es de media plasticidad, con límite líquido del 34,2%, límite plástico del 15,8% e índice de plasticidad 18,4.

El proctor modificado da una densidad máxima de 2,25 g/cm<sup>3</sup> con una humedad óptima de 5,2%.

Desde el punto de vista de su aprovechamiento en obra, estos materiales, debido al elevado contenido de bolos que presentan, necesitarían de un tratamiento previo de cribado de los elementos más gruesos (>10 cm Ø) para alcanzar la categoría de suelo adecuado a seleccionado.

Los parámetros geotécnicos asignables a las gravas de la unidad geotécnica II serían los siguientes:

	Densidad aparente T/m <sup>3</sup>	Ángulo rozamiento interno	Cohesión T/m <sup>2</sup>	Módulo de deformación kg/cm <sup>2</sup>
<b>Unidad Geotécnica III</b>	2,3	38°	1,5	800

#### **Unidad geotécnica IV**

Este nivel corresponde a los materiales rocosos eocenos (margas grises) que conforman el sustrato rocoso general de la zona sin que se hayan detectado perfiles de alteración sustanciales. Esta unidad únicamente se ha reconocido en la calicata C-1 (EDAR norte). En dicha calicata se ha reconocido este sustrato a profundidades muy variables, a 1,5 metros en la zona noreste mientras que en el centro de la cata (eje de la vaguada) no se ha detectado en toda la profundidad investigada (4,0 metros).

Geotécnicamente se trata de una roca blanda en la que las resistencias a compresión simple serán superiores a  $10 \text{ kg/cm}^2$  por debajo de los 30-40 cm más superficiales y algo más meteorizados. Los módulos de deformación son superiores a los  $1000 \text{ kg/cm}^2$  y el coeficiente de balasto es al menos de  $10 \text{ kp/cm}^3$ .

Desde el punto de vista de su aprovechamiento en obra, la excavación de la zona superficial del mismo generaría un todo-uno muy alterable que finalmente pasaría a constituir un suelo arcilloso que calificaríamos según PG-3 como tolerable. La excavación de la zona sana generaría un material de tipo todo-uno a pedraplén, aunque las experiencias con estos materiales los lleva a considerarlos como suelos salvo que se adopten medidas de impermeabilización intensivas pues se alteran y degradan con muchísima rapidez.

## **5. CONSIDERACIONES ACERCA DE LAS CIMENTACIONES Y OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO.**

### **5.1. Introducción**

SODEMASA ha adjudicado a INCOSUMA la "Asistencia Técnica para la redacción de los estudios geotécnicos para las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de los núcleos incluidos en la zona PIRINEOS P-1 incluida dentro del escenario de depuración total en la Comunidad Autónoma de Aragón-Horizonte 2015".

Dentro de este estudio se localiza el núcleo de Berdún, perteneciente al T.M. de Canal de Berdún, en el que los trabajos de campo realizados, así como los ensayos de laboratorio y antecedentes consultados, presenta un modelo de terreno reflejado sintéticamente en los esquemas geológicos del capítulo anterior y que está constituido por:

- Nivel I de suelo vegetal que alcanza espesores muy variables. Este espesor varía desde inexistente (calicata C-1, zona EDAR norte) hasta 0,40 m (calicata C-2 en EDAR sur)
- Nivel II formado por arcillas de relleno de fondo de vaguada, que únicamente se han detectado en la EDAR norte. Aparece por debajo del nivel anterior, presentando un espesor muy variable que, en la calicata C-1 oscila entre 1,3 metros y más de 3,8 metros. Esta variabilidad en el espesor es debido a que la calicata se realizó perpendicular al eje de dicha vaguada. Por ello en el eje sale un mayor espesor de recubrimiento cuaternario, que disminuye progresivamente hacia los laterales. En el ensayo DPSH este nivel se extiende hasta los 4,0 metros de profundidad.
- Nivel III constituido por depósitos detríticos groseros, litológicamente formados por gravas densas arcillosas con abundantes bolos, pertenecientes a niveles de terraza altos (colgados) del río Aragón. Este nivel sólo se ha reconocido en la zona de la EDAR sur.
- Nivel IV formado por los materiales rocosos eocenos (margas grises) sin que presenten perfiles de alteración sustanciales. Se ha detectado únicamente en la zona de la EDAR norte, tanto en la calicata C-1 como en el ensayo de penetración dinámica a profundidades que oscilan entre 1,5 y más de 4,0 metros.

Hasta la profundidad investigada no se ha detectado nivel freático general, aunque sí pequeños rezumes de agua a profundidades entorno a los 3,5 metros, asociados en buena medida al contacto entre los recubrimientos cuaternarios y el sustrato rocoso, y potenciados por unas excepcionales lluvias durante los dos meses anteriores a la realización de los trabajos. En cualquier caso debe considerarse que el agua subterránea no será un problema para la ejecución de las obras.

### **5.2. Colector**

Los colectores existentes actualmente se incorporan al proyecto y únicamente se proyecta un tramo nuevo dentro del núcleo urbano que conecta dos pozos existentes. En base a las observaciones realizadas en el entorno, este trazado discurrirá por los niveles altos de terraza del río Aragón, constituidos por gravas cementadas y/o por los materiales margosos del sustrato rocoso eoceno por lo que la excavación deberá realizarse con retroexcavadoras potentes con previsión de martillo picador, especialmente en aquellas zonas donde se excave

el sustrato rocoso. Dado que se trata de excavaciones provisionales los taludes podrán ser subverticales (5V:1H) tanto en el sustrato rocoso margoso como en los niveles de gravas cementadas.

Respecto al aprovechamiento de los materiales, las gravas y bolos excavadas para la construcción de este tramo de colector, a priori, como ya hemos indicado, debido al elevado contenido de bolos, necesitarían de un tratamiento previo de cribado de los elementos más gruesos ( $\varnothing$  superiores a 10 cm.) para alcanzar la categoría de suelo adecuado a seleccionado. La excavación de la zona más superficial y alterada del sustrato rocoso generaría un suelo de tipo tolerable. Los suelos vegetales se acopiarán para la posterior revegetación.

### **5.3. Emisario**

Los dos emisarios proyectados (uno en cada EDAR) tienen una escasa longitud y se desarrollarán sobre idénticos materiales que su EDAR correspondiente por lo que se consideran válidos los mismos taludes y excavabilidad que para cada una de ellas.

### **5.4. EDAR**

Como ya hemos indicado anteriormente cada una de las dos EDAR se desarrollan sobre materiales que presentan muy diferentes características geotécnicas por lo que vamos a realizar un análisis de cada una de ellas de forma individualizada:

#### **EDAR NORTE**

De acuerdo con los datos de la calicata C-1 y el ensayo de penetración dinámica DPSH realizado en esta zona, la excavación de la EDAR alcanzará en algunos puntos el sustrato rocoso de margas grises, mientras que en otros (zona eje vaguada), se situará sobre los materiales arcillosos de relleno de vaguada, que además presentan agua a 3,50 metros de profundidad.

Si se proyectan las estructuras en esta zona de cambio litológico y debido a las muy diferentes características resistentes que presentan estos materiales, podrían producirse asientos diferenciales importantes que podrían llegar a afectar a la estructura de la obra. Para evitar este riesgo, lo más recomendable sería desplazar las estructuras, dentro de la parcela, hacia el Sureste, evitando así el emplazamiento parcial sobre el eje de la vaguada. Este desplazamiento implicaría que la EDAR se situara por completo sobre los materiales margosos que presentan unas buenas características geotécnicas además de evitar la aparición de agua en las excavaciones. Las cimentaciones de los elementos proyectados podrán ser de tipo directo sin requerir ninguna mejora o tratamiento del terreno. La tensión admisible del terreno a efectos de proyecto puede valorarse en  $4 \text{ kg/cm}^2$ . Si se diseñaran losas por cuestiones prácticas o de impermeabilización el coeficiente de balasto es al menos de  $10 \text{ kp/cm}^3$ .

Para la excavación de los distintos elementos se deberán emplear medios potentes, incluso martillo picador, prácticamente desde la superficie.

Los taludes podrán ser subverticales (5V:1H) en el sustrato rocoso, con una geometría 2V:1H en el caso de cortar en parte las arcillas de los recubrimientos cuaternarios.

Los materiales que se excaven en la EDAR se calificarán como suelos tolerables en el caso de los suelos arcillosos del recubrimiento cuaternario y el sustrato rocoso alterado. El sustrato rocoso sano generará material de pedraplén a todo uno, aunque su evolutividad es muy alta, degradándose rápidamente a suelos arcillosos de baja capacidad de soporte y calificables como tolerables. Los suelos vegetales se acopiarán para la posterior revegetación de la zona.

A los efectos de caracterización de la agresividad del terreno debe considerarse que ninguno de los terrenos atravesados presenta yesos u otras sales sulfatadas por lo que no es necesario el uso de cementos sulfurresistentes según la EHE. Un aspecto que deberá valorarse por los proyectistas es la posibilidad de que las margas grises presenten contenidos apreciables en sulfuros (normalmente piritas), hecho bastante habitual en estos materiales y esta zona del Pirineo, que al exponerse a la superficie se oxidan y generan sulfatos (yesos). Normalmente no se generan concentraciones tales como para tener que recurrir al uso de cementos sulfurresistentes pero en caso de que durante las excavaciones se detectaran niveles muy orgánicos o con olor a sulfhídrico este hecho podría ser relevante.

### EDAR SUR

De acuerdo con los datos de las calicatas e inspección del entorno de la zona investigada, la excavación de la EDAR se desarrollará mayoritariamente sobre los niveles de terraza alta del río Aragón (gravas y bolos densos, en abundante matriz arcillosa). Estos materiales carecen de problemas de expansividad o colapso, por lo que las cimentaciones de los elementos proyectados podrán ser de tipo directo sin requerir ninguna mejora o tratamiento del terreno. Siguiendo los criterios de xxxxxxxxxxxx, para este tipo de materiales, se pueden estimar valores de tensión admisible del orden de 3,0-3,5 kg/cm<sup>2</sup>. Estos valores, en caso de situarse la cota de cimentación próxima o por debajo del nivel freático, como es el caso que nos ocupa, deben reducirse al 60%, por lo que los valores de carga admisible finalmente deberían ser de 1,8-2,0 kg/cm<sup>2</sup>. Si se diseñaran losas por cuestiones prácticas, constructivas o de impermeabilización el coeficiente de balasto es al menos de 7,5 kp/cm<sup>3</sup>.

En función de la profundidad de las excavaciones que finalmente se proyecte, cabría incluso que se alcanzara el sustrato rocoso de margas grises, en el cual la capacidad portante es elevada siempre que se atravesase la capa más alterada.

La excavación de los distintos elementos podría realizarse con medios convencionales, aunque se recomienda el empleo de retroexcavadoras potentes ya que las gravas se encuentran muy compactas y parcialmente cementadas, especialmente en profundidad.

Los taludes podrán diseñarse con geometrías 5V:1H tanto para el nivel de gravas arcillosas como si se llegara a alcanzar el sustrato rocoso. Bajo el nivel freático los taludes deberán tenderse a geometría 2V:1H.

Los materiales que se excaven, mayoritariamente gravas y bolos, debido al elevado contenido de diámetros elevados, necesitarían de un tratamiento previo de cribado de los elementos más gruesos (Ø superiores a 10 cm) para alcanzar la categoría de suelo adecuado a seleccionado. Los suelos vegetales se acopiarán para la posterior revegetación.

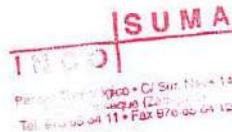
Un aspecto a tener en cuenta en la definición final de los equipos es la presencia del nivel freático en la zona de la EDAR sur. Este nivel se ha detectado a la profundidad de 3,4 metros, aunque creemos que corresponde a un pequeño rezume provocado por la intensa pluviometría

de la zona en la época de realización de los trabajos. No obstante esta situación podría repetirse en el futuro, pudiendo plantearse el colocar la EDAR semienterrada hasta profundidades entorno a los 3,0-3,2 metros.

A los efectos de caracterización de la agresividad del terreno debe considerarse que ninguno de los terrenos atravesados presenta yesos u otras sales sulfatadas por lo que no es necesario el uso de cementos sulforresistentes según la EHE.

En lo referente a la sismicidad y de acuerdo con la zonación dada por la Norma de Construcción Sismorresistente publicada en el B.O.E. nº 244 de 11 de octubre de 2002, y denominada NCSE-02, donde se divide todo el territorio nacional en función de la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ), el término municipal de Canal de Berdún, en el que se ubica el núcleo de Berdún, posee una aceleración básica ( $a_b$ ) de 0,04 g ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ ).

Por tanto no se considera necesario adoptar ninguna medida sísmica en el cálculo estructural salvo mejor criterio del proyectista.



Zaragoza, Julio de 2008

Consta la firma

Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

## **I.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DE LOS ENSAYOS DE CAMPO**



## **II.-LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA**



### **III.- PERFILES LITOLÓGICOS DE LAS CALICATAS.**

CALICATA: C- 1				EMPLAZAMIENTO: EDAR NORTE DE BERDÚN		COORDENADAS			
		Referencia: 00603-BERDÚN		Fecha de realización: JUNIO de 2008		Tipo: UTM HUSO 30T			
						X = 676022			
						Y = 4719449			
						Z =			
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0.20	0.20			Suelo vegetal arcilloso de color marrón.		Buena	Buena		
	3.80	M 1 1.80		Recubrimiento cuaternario formado por arcillas de color marrón claro-grisáceo. (fondo vaguada) En el otro extremo de la cata aparece a 1.50 m. el sustrato rocoso formado por margas azules.	3.50	Buena	Buena		
4.00									

**DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:**



**OBRA:** ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA EL PLAN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LOS NÚCLEOS INCLUIDOS EN LA ZONA PIRINEOS P-1.

**PETICIONARIO:**



**sodemasa**

**NUCLEO:** BERDÚN  
**T.M.:** CANAL DE BERDÚN  
**PROVINCIA:** HUESCA

**Supervisión:** xxxxxxxxx  
**Máquina:** CAT 432 D

CALICATA: C-2		EMPLAZAMIENTO: EDAR SUR DE BERDÚN				COORDENADAS			
		Referencia: 00603-BERDÚN		Fecha de realización: JUNIO de 2008		Tipo: UTM HUSO 30T			
						X = 675990			
						Y = 4716343			
						Z =			
Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0.40	0.40			Suelo vegetal de gravas y bolos en matriz arcillosa de color rojizo.		Buena	Buena		
0.80	0.40			Gravas y bolos en matriz arcillosa de color rojizo.		Buena	Buena		
0.90	0.10	M 1 1.50		Grava bien graduada en matriz arcillosa de color rojizo y grisáceo. Aparece algún bolo.		Buena	Buena		
1.70	0.80	M 2 2.40		Grava bien graduada con algo de arcilla y arena, de color gris claro.		Buena	Buena		
3.50	1.80				3.40				

**DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:**



**OBRA:** ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA EL PLAN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LOS NÚCLEOS INCLUIDOS EN LA ZONA PIRINEOS P-1.

**PETICIONARIO:**



**NUCLEO:** BERDÚN  
**T.M.:** CANAL DE BERDÚN  
**PROVINCIA:** HUESCA

**Supervisión:** XXXXXXXXXXXXX  
**Máquina:** CAT 432 D

#### **IV.- PERFILES RESISTENTES PENETRACIONES DINÁMICAS DPSH. METODOLOGÍA APLICADA.**

## Metodología y características del equipo

El ensayo continuo de penetración dinámica consiste en determinar la resistencia del terreno a la penetración de una puntaza maciza de hierro, situada en el extremo de una varilla, que se hincan en el terreno mediante el golpeo de una maza en caída libre. Este varillaje tiene un diámetro inferior al de la puntaza para evitar, en lo posible, el rozamiento del mismo con el suelo.

En el ensayo DPSH la puntaza es cilíndrica, de base circular, con un área de 19,5 cm<sup>2</sup>, una altura de 10 cm. y terminada en un cono de altura 4 cm. y ángulo de 90° en el vértice. El varillaje tiene un diámetro de 32 mm. y la maza tiene un peso de 65 Kg. y se deja caer desde una altura de 75 cm.

La resistencia del terreno, a la penetración dinámica, se expresa por el número de golpes necesarios para clavar la varilla una longitud de 20 cm. Dicho número de golpes se designará, en lo sucesivo, por N<sub>20</sub>.

En el equipo utilizado se dispone de martillo de seguridad, dispositivo que permite izar la maza y liberarla siempre a la misma altura, en caída libre por la guíadera, garantizando así la uniformidad en la energía de golpeo y en la frecuencia.

El ensayo se inicia clavando en el terreno la puntaza utilizada hasta alcanzar los primeros 10 cm. Una vez hincada la puntaza se coloca el anillo-guía en su posición definitiva en la base del equipo y se continúa la penetración, mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm. de las varillas.

La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar en el intervalo de 15 a 30 golpes por minuto.

En base a los resultados del ensayo de penetración dinámica, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando la fórmula holandesa de hincan:

$$Q_d = \frac{P_m^2 \times H}{(P_m + P_p) A 20/n_{20}} \quad \text{donde:}$$

Q<sub>d</sub> = Resistencia dinámica unitaria en kg/cm<sup>2</sup>.

P<sub>m</sub> = Peso de la maza (65 kg.)

H = Altura de caída libre (75 cm.).

P<sub>p</sub> = Peso de la puntaza y cabeza de golpeo (1,5 kg.) + varillas (8,84 kg/m).

A = Sección de la puntaza (19,5 cm<sup>2</sup>).

20/n<sub>20</sub> = Penetración por golpe (cm.).

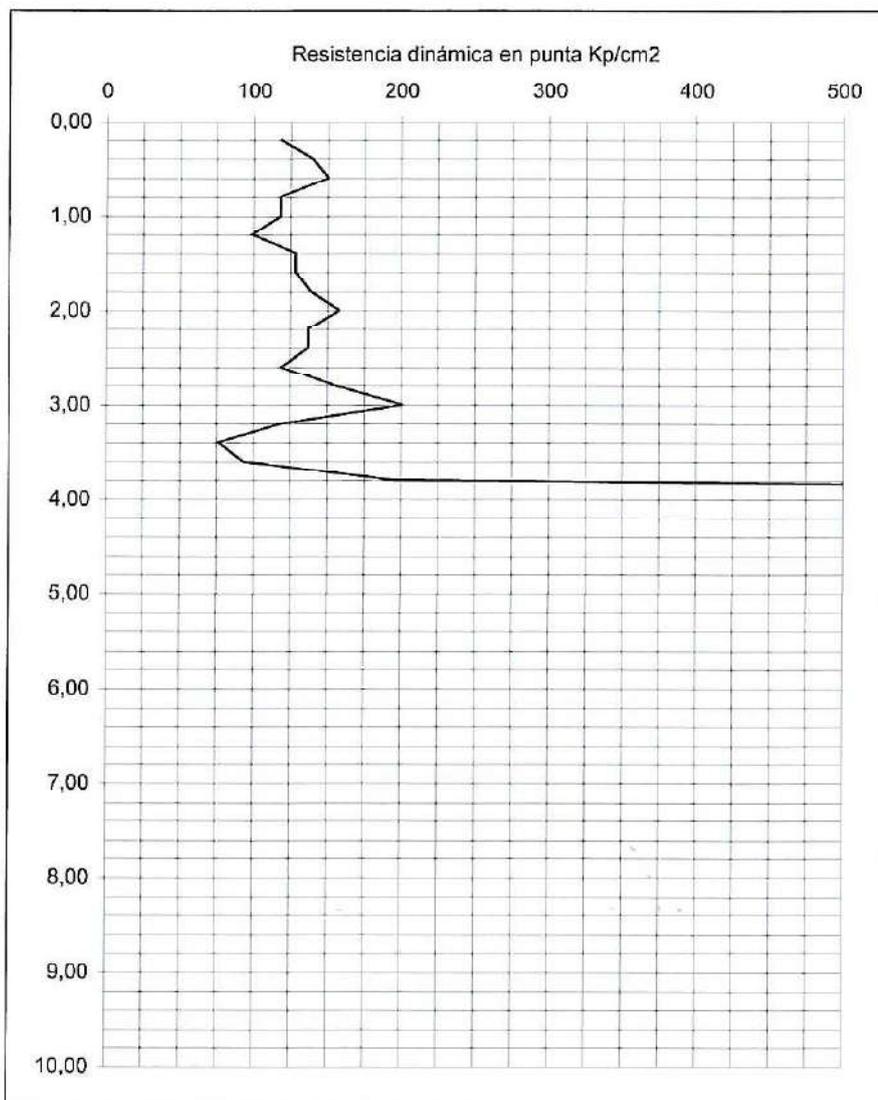
A partir del valor de la resistencia dinámica Q<sub>d</sub> se puede estimar la resistencia estática unitaria R<sub>p</sub> (véase Buisson y otros), según diversos coeficientes de transformación que dependen fundamentalmente de la naturaleza de terreno y de su estado en el momento de realizar el ensayo. Con el valor de resistencia estática unitaria R<sub>p</sub> obtenido puede valorarse la carga admisible del terreno según diversas correlaciones (véase Sanglerat, Meyerhof y otros).

**CLIENTE:** SOCIEDAD DE DESARROLLO MEDIOAMBIENTAL DE ARAGON, S.A.U.  
**OBRA:** ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA EL PLAN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LOS NÚCLEOS INCLUIDOS EN LA ZONA PIRINEOS P-1  
**FECHA:** 25.06.08  
**ENSAYO Nº:** PD-1  
**COTA :** 0  
**EQUIPO:** DPSH

**GOLPEO**

Profundidad (m)	Número de Golpes
0,20	11
0,40	13
0,60	14
0,80	11
1,00	11
1,20	10
1,40	13
1,60	13
1,80	14
2,00	16
2,20	15
2,40	15
2,60	13
2,80	17
3,00	22
3,20	14
3,40	9
3,60	11
3,80	23
4,00	200
4,20	.....
4,40	.....
4,60	.....
4,80	.....
5,00	.....
5,20	.....
5,40	.....
5,60	.....
5,80	.....
6,00	.....
6,20	.....
6,40	.....
6,60	.....
6,80	.....
7,00	.....
7,20	.....
7,40	.....
7,60	.....
7,80	.....
8,00	.....
8,20	.....
8,40	.....
8,60	.....
8,80	.....
9,00	.....
9,20	.....
9,40	.....
9,60	.....
9,80	.....
10,00	.....

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA**



## **V.- BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO.**

Ensayo	GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO	
Norma	UNE 103101/95	
Acta nº	0806733	Nº Copia Copia 1. INCOSUMA

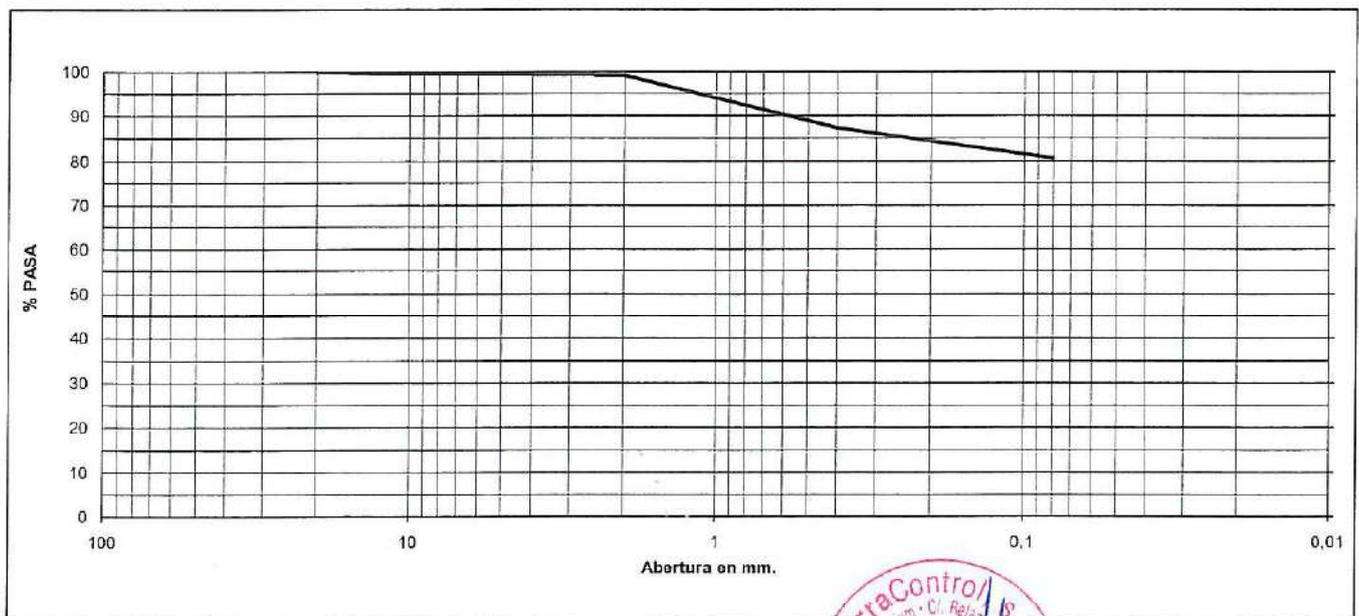
<b>Referencia Muestra.... 21932</b>	
PROCEDENCIA	APORTADA POR PETICIONARIO
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA
FECHA ENTRADA	16 de Junio de 2008

<b>Referencia Informe..... E - 2170/08</b>	
REF. CLIENTE	C-1 M1 ( 1,8 m ). BERDÚN
PETICIONARIO	INCOSUMA
DEN. OBRA	PLAN DEPURACIÓN AGUAS RESIDUALES NÚCLEOS PIRINEOS P-1

<b>CÁLCULOS PREVIOS</b>		
A	Muestra total seca al aire	3123,0
B	Gruesos lavados	28,0
C = (A - B) * f	Fracción fina seca	3082,8
D = (B + C)	Muestra total seca	3110,8
E	Fracción fina ensayada seca al aire	157,8
F = E * f	Fracción fina ensayada seca	157,1
C/F		19,6

<b>HUMEDAD HIGROSCÓPICA</b>		
$f = (100 / (100 + h))$	F/correc. hum. higroscópica	1,0
$h = (a/s) * 100$	Humedad higroscópica %	0,4
$a = (t+s+a) - (t+s)$	Agua	0,2
t+s+a	Tara+suelo+agua	70,8
t+s	Tara+suelo	70,6
t	Tara	22,7
s	Suelo	47,9

<b>CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO</b>					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		g en parte fina ensayada	g en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4				
80	3				
63	2,5				
50	2				
40	1,5				
25	1				
20	3/4			3110,8	100
12,5	1/2		13,0	3097,8	100
10	3/8		2,0	3095,8	100
5	4		3,0	3092,8	99
2	10		10,0	3082,8	99
0,4	40	18,7	367,3	2715,5	87
0,08	200	10,5	205,2	2510,3	81



Fdo.  
 Consta la firma  
 XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Responsable del ensayo

VºBº  
 Consta la firma  
 XXXXXXXXXXXXXXXX  
 Director Técnico

Zaragoza, a 26 de junio de 2008

Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio. Terra Control, S.L. está acreditado por el Gobierno de Aragón, e inscrito en el Registro de Laboratorios de ensayos acreditados con los números 04 004 EHC 07 B+C\*, 04 004 GTC 07 B, 04 004 GTL 07 B+C\*, 04 004 VGS 07 B+C\*, por resolución del 29.03.2007

**Referencia Muestra.... 21932**

PROCEDENCIA	APORTADA POR PETICIONARIO
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA
FECHA ENTRADA	16 de Junio de 2008

**Referencia Informe..... E - 2170/08**

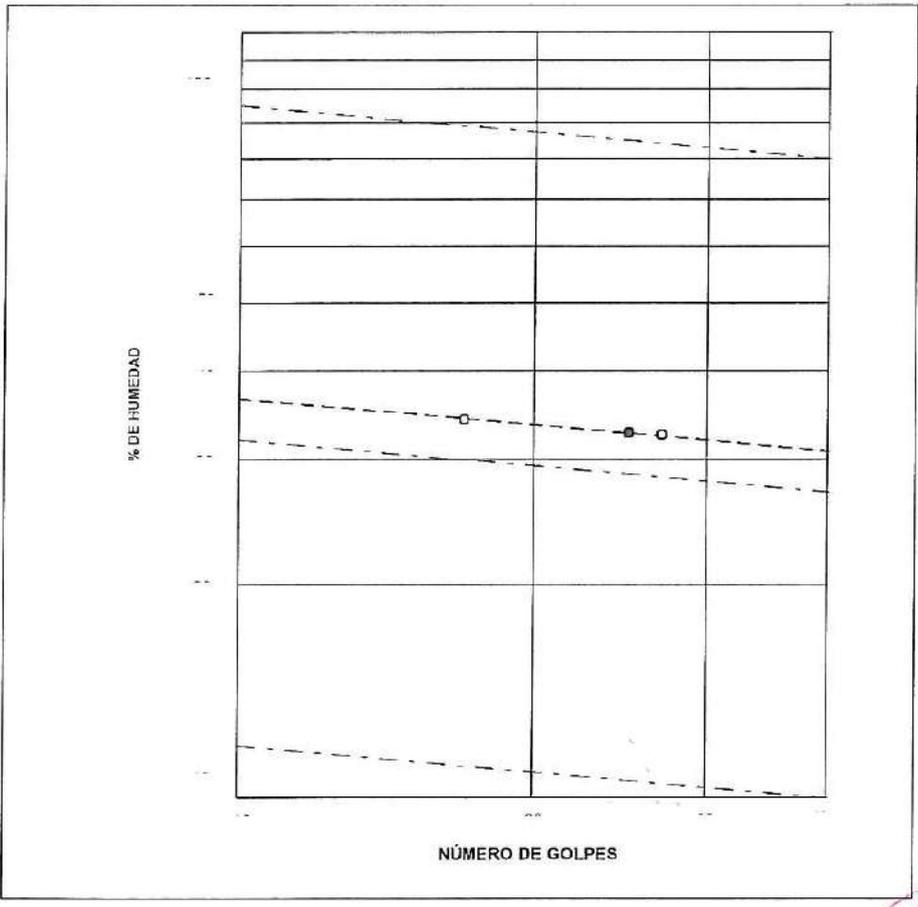
REF. CLIENTE	C-1 M1 ( 1,8 m ). BERDÚN
PETICIONARIO	INCOSUMA
DEN. OBRA	PLAN DEPURACIÓN AGUAS RESIDUALES NÚCLEOS PIRINEOS P-1

**CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO**

-	Nº de golpes	27	17
-	Referencia tara	PS 8'	PS 11'
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	1,97	2,20
t+s+a	Tara + suelo + agua	29,17	18,08
t+s	Tara + suelo	27,20	15,88
t	Tara	21,14	9,44
$s=(t+s)-t$	Suelo	6,06	6,44
$w=100*(a/s)$	<b>% Humedad</b>	<b>32,5</b>	<b>34,2</b>

**CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO**

-	Referencia tara	PS 11
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	1,70
t+s+a	Tara + suelo + agua	21,71
t+s	Tara + suelo	20,01
t	Tara	12,53
$s=(t+s)-t$	Suelo	7,48
$w=100*(a/s)$	<b>% Humedad</b>	<b>22,7</b>



**RESULTADOS DEL ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO =	<b>32,7</b>
LÍMITE PLÁSTICO =	<b>22,7</b>
ÍNDICE PLASTICIDAD =	<b>10,0</b>

Fdo.  
 Consta la firma  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Responsable del ensayo

VºBº  
 Consta la firma  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Director Técnico

Zaragoza, a 1 de julio de 2008

**Referencia Muestra... 21932**

PROCEDENCIA **APORTADA POR PETICIONARIO**  
TIPO DE MUESTRA **ALTERADA**  
FECHA ENTRADA **16 de Junio de 2008**

**Referencia Informe..... E - 2170/08**

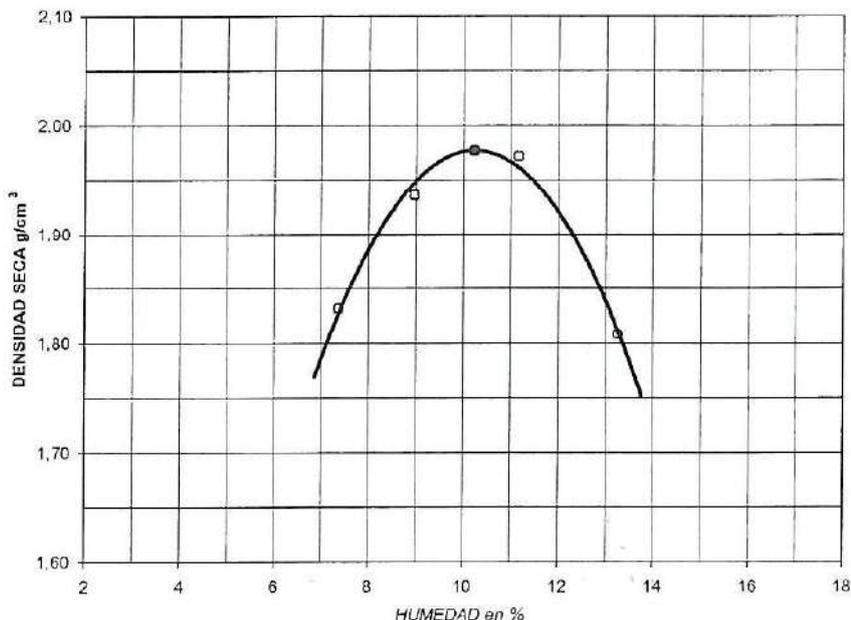
REF. CLIENTE **C-1 M1 ( 1,8 m ). BERDÚN**  
PETICIONARIO **INCOSUMA**  
DEN. OBRA **PLAN DEPURACIÓN AGUAS RESIDUALES NÚCLEOS PIRINEOS P-1**

**DENSIDAD**

	Punto nº	A	B	C	D	E	F
t+s+a	% agua añadida	0,00	2,00	4,00	6,00		
t	Molde+suelo+agua	10112,00	10445,00	10634,00	10301,00		
s+a=(t+s+a)-t	Molde	5550,00	5550,00	5550,00	5550,00		
s=[(s+a)*100]/(100+h)	Suelo+agua	4562,00	4895,00	5084,00	4751,00		
D=s/v	Suelo	4249,05	4491,63	4573,35	4194,72		
	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,83</b>	<b>1,94</b>	<b>1,97</b>	<b>1,81</b>		

**HUMEDAD**

	Punto nº	A	B	C	D	E	F
a=(t+s+a)-(t+s)	Referencia tara						
t+s+a	Agua	32,11	44,04	86,15	93,15		
t+s	Tara+suelo+agua	1000,54	1079,38	1390,40	1331,40		
t	Tara+suelo	968,43	1035,34	1304,25	1238,25		
s=(t+s)-t	Tara	532,46	544,94	532,70	535,84		
h=(a*100)/s	Suelo	435,97	490,40	771,55	702,41		
	<b>Humedad (%)</b>	<b>7,37</b>	<b>8,98</b>	<b>11,17</b>	<b>13,26</b>		



**CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO**

Volumen del Molde (cm<sup>3</sup>): **2320**  
Peso de la Maza (g): **4540**  
Altura de caída (cm): **45,7**  
Número de capas: **5**  
Número de golpes: **60**

**RESULTADOS COMPACTACION**

Dens máxima (t/m<sup>3</sup>) **1,98**  
Humedad óptima (%) **10,24**

Fdo.

Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Responsable del ensayo

VºBº

Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Director Técnico

Zaragoza, a 27 de junio de 2008

**Referencia Muestra.... 21932**

PROCEDENCIA APORTADA POR PETICIONARIO  
TIPO DE MUESTRA ALTERADA  
FECHA ENTRADA 16 de Junio de 2008

**Referencia Informe..... E - 2170/08**

REF. CLIENTE C-1 M1 ( 1,8 m ). BERDÚN  
PETICIONARIO INCOSUMA  
DEN. OBRA PLAN DEPURACIÓN AGUAS RESIDUALES NÚCLEOS PIRINEOS P-1

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA  
ENSAYADA:**

REMOLDEADA AL 100 % DEL P.M.  
HUMEDAD DE ENSAYO (%): 10,24  
DENSIDAD DE ENSAYO (g/cm<sup>3</sup>): 1,98

**DATOS ENSAYO**

ALTURA INICIAL (mm) 4,99  
ALTURA FINAL (mm) 5,47  
INCREMENTO DE ALTURA (mm) 0,48

**RESULTADO DEL ENSAYO**

**HINCHAMIENTO (%) 2,4**

Fdo.

Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Responsable del ensayo

VºBº

Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Director Técnico



Zaragoza, a 2 de julio de 2008

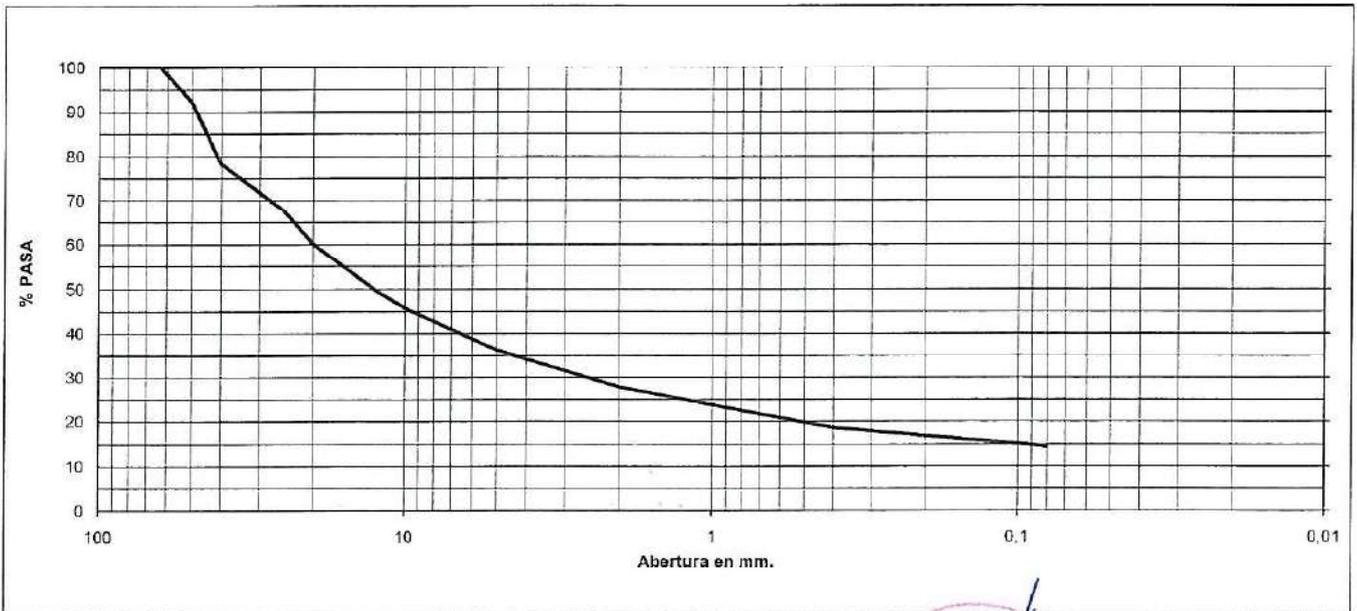
<b>Referencia Muestra... 21934</b>	
PROCEDENCIA	APORTADA POR PETICIONARIO
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA
FECHA ENTRADA	16 de Junio de 2008

Referencia Informe..... E - 2170/08	
REF. CLIENTE	C-2 M2 (2,4 m). BERDÚN
PETICIONARIO	INCOSUMA
DEN. OBRA	PLAN DEPURACIÓN AGUAS RESIDUALES NÚCLEOS PIRINEOS P-1

CÁLCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	3979,5
B	Gruesos lavados	2870,0
$C = (A - B) * f$	Fracción fina seca	1108,1
$D = (B + C)$	Muestra total seca	3078,1
E	Fracción fina ensayada seca al aire	188,2
$F = E * f$	Fracción fina ensayada seca	167,9
C/F		5,9

HUMEDAD HIGROSCÓPICA		
$f = (100 / (100 + h))$	F/correc. hum. higroscópica	1,0
$h = (a/s) * 100$	Humedad higroscópica %	0,1
$a = (t+s+a) - (t+s)$	Agua	0,1
t+s+a	Tara+suelo+agua	87,0
t+s	Tara+suelo	87,9
t	Tara	34,2
s	Suelo	53,7

CÁLCULO CURVA GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO					
Tamiz U.N.E.	Tamiz ASTM	Retenido entre tamices		Pasa en muestra total	
		g en parte fina ensayada	g en Muestra total	Gramos	%
125	5				
100	4				
80	3				
63	2,5			3978,1	100
50	2		309,0	3669,1	92
40	1,5		554,0	3115,1	78
25	1		421,0	2694,1	68
20	3/4		301,0	2393,1	60
12,5	1/2		414,0	1979,1	50
10	3/8		155,0	1824,1	46
5	4		379,0	1445,1	36
2	10		337,0	1108,1	28
0,4	40	61,9	364,8	743,3	19
0,08	200	28,7	168,9	574,4	14



Fdo.  
 Consta la firma  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Responsable del ensayo

VºBº  
 Consta la firma  
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Director Técnico



Zaragoza, a 4 de julio de 2008

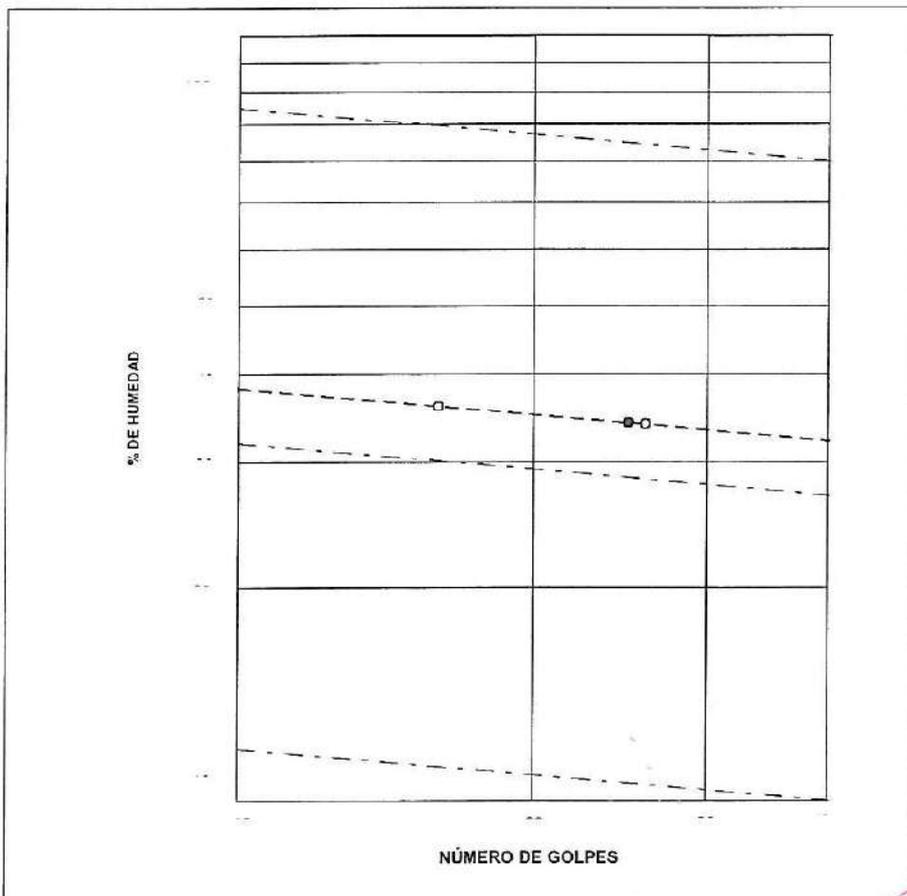
Ensayo	DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG	
Norma	UNE 103103/94 UNE 103104/93	
Acta nº	0806738	Nº Copia Copia 1. INCOSUMA

<b>Referencia Muestra... 21934</b>	
PROCEDENCIA	APORTADA POR PETICIONARIO
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA
FECHA ENTRADA	16 de Junio de 2008

Referencia Informe..... E - 2170/08	
REF. CLIENTE	C-2 M2 ( 2,4 m ). BERDÚN
PETICIONARIO	INCOSUMA
DEN. OBRA	PLAN DEPURACIÓN AGUAS RESIDUALES NÚCLEOS PIRINEOS P-1

CÁLCULO LÍMITE LÍQUIDO			
-	Nº de golpes	26	16
-	Referencia tara	PS 8'	PS 11'
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	2,64	2,84
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	32,03	35,09
$t+s$	Tara + suelo	29,39	32,25
$t$	Tara	21,63	24,37
$s=(t+s)-t$	Suelo	7,76	7,88
$w=100*(a/s)$	% Humedad	34,0	36,0

CÁLCULO LÍMITE PLÁSTICO		
-	Referencia tara	PS 11
$a=(t+s+a)-(t+s)$	Agua	1,43
$t+s+a$	Tara + suelo + agua	22,83
$t+s$	Tara + suelo	21,40
$t$	Tara	12,34
$s=(t+s)-t$	Suelo	9,06
$w=100*(a/s)$	% Humedad	15,8



RESULTADOS DEL ENSAYO	
LÍMITE LÍQUIDO =	34,2
LÍMITE PLÁSTICO =	15,8
ÍNDICE PLASTICIDAD =	18,4

Fdo.

Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Responsable del ensayo

VºBº

Consta la firma

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
 Director Técnico

Zaragoza, a 7 de julio de 2008

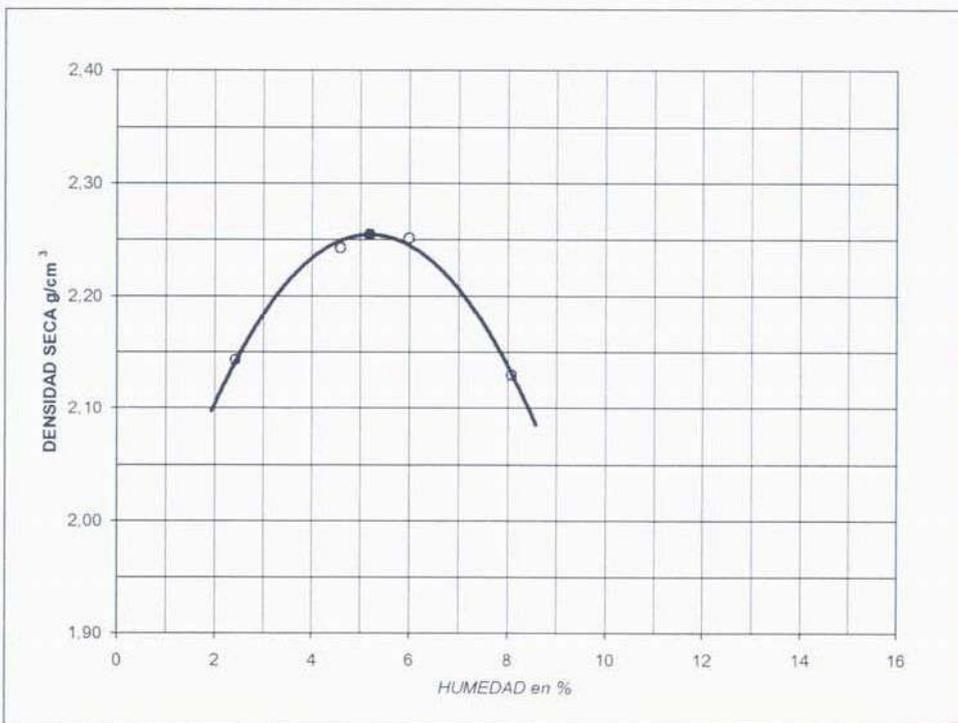
Estos resultados se refieren únicamente al material sometido a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial del informe sin autorización expresa del Laboratorio. Terra Control, S.L. está acreditado por el Gobierno de Aragón, e inscrito en el Registro de Laboratorios de ensayos acreditados con los números 04 004 EHC 07 B+C\*, 04 004 GTC 07 B, 04 004 GTL 07 B+C\*, 04 004 VGS 07 B+C\*, por resolución del 29.03.2007

<b>Referencia Muestra... 21934</b>	
PROCEDENCIA	APORTADA POR PETICIONARIO
TIPO DE MUESTRA	ALTERADA
FECHA ENTRADA	16 de Junio de 2008

<b>Referencia Informe..... E - 2170/08</b>	
REF. CLIENTE	C-2 M2 ( 2,4 m ). BERDÚN
PETICIONARIO	INCOSUMA
DEN. OBRA	PLAN DEPURACIÓN AGUAS RESIDUALES NÚCLEOS PIRINEOS P-1

DENSIDAD							
	Punto nº	A	B	C	D	E	F
	% agua añadida	0,00	2,00	4,00	6,00		
t+s+a	Molde+suelo+agua	10643,00	10991,00	11086,00	10890,00		
t	Molde	5550,00	5550,00	5550,00	5550,00		
s+a=(t+s+a)-t	Suelo+agua	5093,00	5441,00	5536,00	5340,00		
s=[(s+a)*100]/(100+h)	Suelo	4972,20	5202,32	5222,65	4940,39		
D=s/v	<b>Densidad (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,14</b>	<b>2,24</b>	<b>2,25</b>	<b>2,13</b>		

HUMEDAD							
	Punto nº	A	B	C	D	E	F
a=(t+s+a)-(t+s)	Referencia tara						
t+s+a	Agua	18,25	20,62	40,90	62,90		
t+s	Tara+suelo+agua	1315,15	1018,02	1264,65	1384,55		
t	Tara+suelo	1296,90	997,40	1223,75	1321,65		
s=(t+s)-t	Tara	545,71	547,96	542,06	544,01		
h=(a*100)/s	Suelo	751,19	449,44	681,69	777,64		
	<b>Humedad (%)</b>	<b>2,43</b>	<b>4,59</b>	<b>6,00</b>	<b>8,09</b>		



CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2320
Peso de la Maza (g):	4540
Altura de caída (cm):	45,7
Número de capas:	5
Número de golpes:	60

RESULTADOS COMPACTACION	
Dens máxima (t/m <sup>3</sup> )	<b>2,25</b>
Humedad óptima (%)	<b>5,20</b>

Fdo.  
Consta la firma  
  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Responsable del ensayo

VºBº  
Consta la firma  
  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Director Técnico