

**ASSISTÈNCIA TÈCNICA PER A LA REDACCIÓ DE L'ESTUDI
D'ALTERNATIVES I PROJECTE CONSTRUCTIU DEL BY-PASS DE LA
DECANTACIÓ PRIMÀRIA DE L'E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT**

- DPRAT2603 -



ÍNDEX

1. ANTECEDENTS I PROBLEMÀTICA EXISTENT	2
2. OBJECTE DEL PLEC	4
3. CRITERIS FUNCIONALS DE PARTIDA	5
3.1. MARC FUNCIONAL I DADES DE PARTIDA.....	5
3.2. PROVA PILOT DE BY-PASS	5
4. ESTUDI PRELIMINAR DE SOLUCIONS	7
4.1. ALTERNATIVA 0. APORTACIÓ EXTERNA DE CARBONI	7
4.2. ALTERNATIVA 1. BY-PASS PER GRAVETAT PER CONDUCCIÓ	8
4.3. ALTERNATIVA 2. BY-PASS PER GRAVETAT MITJANÇANT SIFÓ HIDRÀULIC	9
4.4. ALTERNATIVA 3. BY-PASS MITJANÇANT BOMBEIG	9
5. ABAST DELS TREBALLS A REALITZAR	11
5.1. REDACCIÓ DE L'ESTUDI D'ALTERNATIVES	11
5.2. REDACCIÓ PROJECTE CONSTRUCTIU	12
5.2.1. Treballs de topografia	13
5.2.2. Treballs de geologia, geotècnia i detecció de serveis.....	14
5.2.3. Càlculs hidràulics i de procés.....	16
5.2.4. Càlculs estructurals i mecànics.....	16
5.2.5. Càlculs elèctrics	17
5.2.6. Automatització i control.....	17
5.2.7. Serveis i altres infraestructures afectades	17
5.2.8. Planificació de les actuacions.....	18
5.2.9. Gestió de residus	18
5.2.10. Estudi de seguretat i salut.....	19
5.2.11. Pla de Control de Qualitat.....	19
6. DOCUMENTACIÓ ENTREGABLE	20
7. ORGANITZACIÓ DEL CONSULTOR	21
8. SEGUIMENT, SUPERVISIÓ I VALIDACIÓ DELS TREBALLS	23
9. PLA DE TREBALLS I TERMINI D'EXECUCIÓ	24
10. PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ I ABONAMENT DELS TREBALLS	25
11. DOCUMENTACIÓ ANNEXA AL PLEC	27

1. ANTECEDENTS I PROBLEMÀTICA EXISTENT

L'EDAR del Baix Llobregat, situada al terme municipal del Prat de Llobregat, constitueix una de les instal·lacions principals del sistema metropolità de sanejament. La planta disposa d'una línia d'aigua completa amb pretractament, decantació primària i tractament biològic amb eliminació de nutrients, així com de la corresponent línia de fangs i de les instal·lacions auxiliars associades.

El tractament biològic de la planta es basa en un procés de fangs actius en el qual la disponibilitat de carboni biodegradable, les condicions d'aeració i anòxia, la recirculació de fangs i la configuració hidràulica condicionen el rendiment global de l'eliminació de matèria orgànica i nutrients. En aquest context, la relació entre carboni disponible i nitrogen a eliminar és un paràmetre funcional rellevant per a l'estabilitat del procés de desnitrificació.

La decantació primària té un paper fonamental en la retenció de sòlids i en la reducció de part de la càrrega orgànica d'entrada al tractament biològic. No obstant això, aquesta mateixa funció pot comportar, en determinades condicions d'explotació, la retirada d'una fracció de matèria orgànica biodegradable que podria ser aprofitada posteriorment com a font de carboni en les zones anòxiques del tractament biològic.



Vista general de l'EDAR del Baix Llobregat i localització aproximada de l'àmbit objecte de l'assistència tècnica

En el marc de l'explotació ordinària de l'EDAR s'ha identificat que, en determinats escenaris de cabal, càrrega i època de l'any, la disponibilitat de carboni biodegradable a l'entrada dels reactors pot resultar condicionant per al procés de desnitrificació. Quan la relació C/N disponible no és suficient, el rendiment d'eliminació de nitrogen pot veure's limitat, amb incidència sobre l'eficiència global del procés i sobre la capacitat de mantenir de forma estable els objectius de qualitat associats al tractament.

Per donar resposta a aquesta situació, es planteja estudiar la viabilitat d'un sistema que permeti incrementar la disponibilitat de carboni biodegradable al tractament biològic, ja sigui mitjançant un by-pass parcial de la decantació primària o mitjançant altres mesures funcionals equivalents. L'objectiu no és únicament materialitzar una conducció o un equip concret, sinó definir la solució tècnica més adequada, regulable, segura i compatible amb l'explotació ordinària de la planta.

Com a antecedent operatiu directe, el personal d'operació de planta ha dut a terme una prova pilot de by-pass parcial mitjançant una instal·lació temporal basada en bombeig. La configuració assajada ha permès

contrastar l'efecte funcional de derivar una fracció del cabal evitant parcialment la seva eliminació en decantació primària, amb l'objectiu d'incrementar la càrrega orgànica disponible al tractament biològic i millorar la relació C/N d'entrada.

2. OBJECTE DEL PLEC

El present Plec té per objecte definir les condicions i les bases tècniques particulars que hauran de regir la contractació dels serveis d'assistència tècnica per a la redacció de l'Estudi d'Alternatives i del Projecte Constructiu del by-pass parcial de la decantació primària de l'EDAR del Baix Llobregat.

Els treballs tenen per finalitat analitzar, comparar i definir la solució tècnica més adequada per incrementar la disponibilitat de carboni biodegradable a l'entrada del tractament biològic, que afavoreixi la desnitrificació aproximant la relació C/N als valors funcionals que es determinin com a necessaris en els diferents escenaris d'explotació.

L'assistència tècnica objecte de licitació comprendrà, com a mínim, les fases següents: redacció de l'Estudi d'Alternatives, definició i execució de les comprovacions i treballs de camp necessaris per a la solució seleccionada, i redacció del Projecte Constructiu complet per a la posterior licitació i execució de les obres.

El Projecte Constructiu haurà de definir completament la solució seleccionada, incloent-hi, segons correspongui, la seva implantació, càlculs, obra civil, estructures, equips, electricitat, instrumentació, automatització i control, integració amb l'explotació de la planta, afectacions durant l'execució, seguretat i salut, gestió de residus, control de qualitat, pressupost, planificació, proves i posada en servei.

3. CRITERIS FUNCIONALS DE PARTIDA

La informació tècnica de partida disponible permet establir l'ordre de magnitud de l'actuació i establir les alternatives mínimes que hauran de ser analitzades pel Consultor. Aquesta informació no substitueix l'Estudi d'Alternatives, però si defineix el marc funcional mínim sobre el qual s'hauran de desenvolupar els treballs.

Els valors de cabal de by-pass indicats a l'Annex 1 tenen caràcter orientatiu i constitueixen una base funcional de partida per al desenvolupament dels treballs. El Consultor haurà de determinar i justificar, a partir de la informació històrica i actual de planta, així com de l'escenari futur previst, els cabals de by-pass necessaris per a cada línia, costat o bloc funcional, segons correspongui, i el rang de regulació que haurà de considerar-se en el disseny de la solució.

3.1. MARC FUNCIONAL I DADES DE PARTIDA

Els cabals, càrregues, relació C/N, criteris d'operació i antecedents de la prova pilot es recullen a l'Annex 1 del present Plec. A efectes funcionals, es considera un cabal total de referència de 13.000 m³/h, derivat de dades reals d'explotació facilitades per planta, així com els repartiments operatius 50/50, 60/40 i 40/60 entre costats o blocs funcionals.

Com a rang funcional preliminar del by-pass es pren un interval de l'ordre de 3.000 - 6.000 m³/h, derivat dels escenaris de repartiment i percentatge de derivació analitzats. Aquest rang no té caràcter de consigna fixa ni de dimensionament tancat. El Consultor haurà de justificar els escenaris definitius de disseny a partir de la representativitat, simultaneïtat i coherència de les dades de planta, així com de les actualitzacions que AB pugui facilitar durant el desenvolupament dels treballs.

La relació C/N de partida és variable segons l'estació i les condicions d'explotació, i no s'haurà de fixar com un valor únic. El valor C/N = 11,7 s'utilitzarà com a referència funcional de disseny o objectiu de comparació, sense que això impliqui que totes les condicions d'explotació hagin d'assolir de forma permanent aquest valor ni que pel by-pass sigui l'única mesura possible.

El sistema que finalment es projecti haurà de disposar de capacitat de regulació suficient per adaptar el cabal derivat a les condicions reals de cabal, càrrega, estacionalitat i repartiment entre línies, evitant solucions de cabal fix que puguin resultar insuficients en escenaris de necessitat funcional més alta o excessives en condicions de baix cabal.

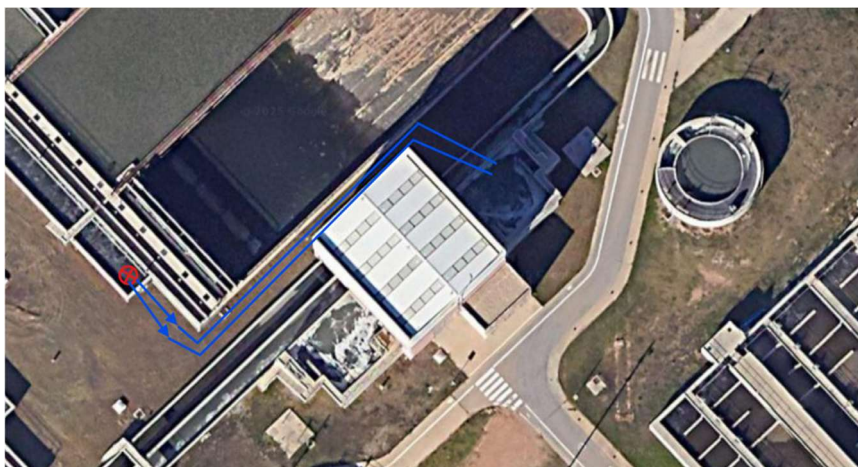
3.2. PROVA PILOT DE BY-PASS

La prova pilot executada per part del personal d'operació planta s'ha desenvolupat amb una configuració temporal de bombeig, amb captació al final del canal d'entrada a decantació primària del costat Barcelona i retorn cap a la bassa de bombeig intermedi del mateix costat.

El cabal real observat durant la prova s'ha situat aproximadament entre 550 i 600 m³/h, valor clarament inferior al rang funcional preliminar previst per a una eventual solució definitiva. Malgrat aquesta diferència

d'escala, la prova és útil perquè mostra el sentit funcional de la maniobra i posa de manifest la necessitat d'una solució robusta, regulable i escalable, compatible amb l'operació ordinària de la planta.

L'anàlisi de la prova pilot no és reproduir mimèticament la instal·lació temporal, sinó extreure'n els aprenentatges principals: la derivació parcial pot millorar la disponibilitat relativa de carboni, la magnitud d'aquesta millora depèn del cabal i de les càrregues reals, i el futur sistema haurà d'adaptar el cabal derivat a les condicions d'explotació i integrar-se correctament amb l'automatització i el control de planta.

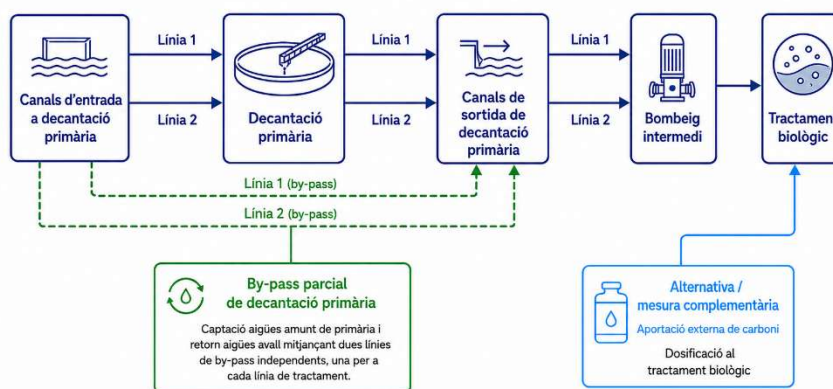


Vista en planta esquema general de la prova

4. ESTUDI PRELIMINAR DE SOLUCIONS

L'Estudi d'Alternatives haurà d'analitzar, com a mínim, les alternatives funcionals que es descriuen en els apartats següents. Tant el Consultor com AB podrà proposar variants o solucions complementàries sempre que estiguin degudament justificades i aportin valor.

Els esquemes associats a les alternatives tindran caràcter conceptual i informatiu. La seva finalitat serà facilitar la comprensió de les possibles lògiques de funcionament i de les principals implicacions tècniques, sense predeterminar la solució final ni la implantació concreta dels punts de captació, conducció, regulació i retorn



Esquema d'alternatives

Alternatives mínimes a estudiar:

- Alternativa 0. Aportació externa de carboni.
- Alternativa 1. By-pass per gravetat.
- Alternativa 2. By-pass per gravetat mitjançant sífó hidràulic.
- Alternativa 3. By-pass mitjançant bombeig.

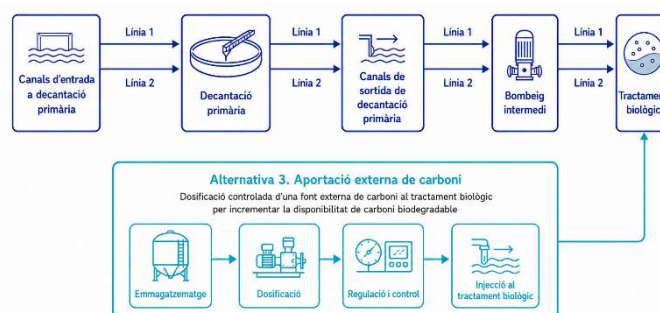
Les alternatives que es descriuen a continuació constitueixen el conjunt mínim d'opcions funcionals que hauran de ser objecte d'anàlisi en l'Estudi d'Alternatives. Tanmateix, aquest llistat no s'ha d'entendre com a exhaustiu ni limitatiu. El Consultor podrà, i haurà de fer-ho si ho considera tècnicament oportú, complementar, ampliar o modificar les alternatives proposades, incorporant variants, solucions addicionals o combinacions que resultin tècnicament viables i adequades a les necessitats específiques de la instal·lació. Així mateix, durant el procés d'anàlisi, es podran avaluar altres opcions que tant el Consultor com la Propietat identifiquin com a potencialment beneficioses per a l'assoliment dels objectius del projecte.

4.1. ALTERNATIVA 0. APORTACIÓ EXTERNA DE CARBONI

Aquesta alternativa es considerarà com a base per a l'anàlisi de les diferents opcions de l'estudi. No es preveu desenvolupar-la com a Projecte Constructiu dins del present contracte de ser l'escollida. Representa l'opció mínima que s'hauria d'implementar per aconseguir la remoció de nutrients necessària, que actualment no

es compleix totalment. Consistirà a estudiar la possibilitat d'incrementar la disponibilitat de carboni biodegradable mitjançant la dosificació controlada d'una font externa de carboni al tractament biològic, com a mesura complementària.

L'anàlisi haurà de considerar, com a mínim, les necessitats de dosificació, el tipus de producte o família de productes a valorar, les condicions d'emmagatzematge i descàrrega, cubetes i retencions, seguretat química, ventilació, compatibilitat amb l'explotació, instrumentació, control, cost recurrent de reactiu, dependència de subministrament i efectes sobre el procés biològic.



Esquema alternativa addició de carboni extern

4.2. ALTERNATIVA 1. BY-PASS PER GRAVETAT PER CONDUCCIÓ

Aquesta alternativa consistiria a derivar parcialment per cadascuna de les línies una fracció del cabal des del canal d'entrada de decantació primària o punt equivalent cap al punt de retorn seleccionat, aprofitant el desnivell disponible i incorporant els elements de regulació, mesura, aïllament i control que resultin necessaris.

Es tracta de l'alternativa potencialment més interessant des del punt de vista de la simplicitat operativa i del consum energètic. No obstant això, la seva viabilitat queda fortament condicionada per la disponibilitat real de cotes hidràuliques, el traçat possible, les pèrdues de càrrega, els resguards, l'espai disponible, les interferències amb instal·lacions existents i la capacitat de regular el cabal derivat dins del rang funcional requerit.

- Verificacions clau: cotes hidràuliques reals, punts de captació i retorn, pèrdues de càrrega, règim de funcionament, capacitat de regulació, manteniment i compatibilitat amb l'explotació.
- Elements previsibles: comportes i/o vàlvules de regulació, conduccions o canals, mesura de cabal, instrumentació, by-pass per línia i integració de control.



Vista en planta proposta by-passos per gravetat

4.3. ALTERNATIVA 2. BY-PASS PER GRAVETAT MITJANÇANT SIFÓ HIDRÀULIC

Aquesta alternativa consistiria a materialitzar la derivació mitjançant un sistema de sifó hidràulic, quan la configuració geomètrica o les cotes disponibles facin inviable o poc adequada una conducció per gravetat en làmina lliure (alternativa1). El sifó haurà de ser estudiat com una alternativa diferenciada, atès que introdueix condicionants específics de posada en servei, estabilitat de funcionament i manteniment.

El Consultor haurà d'analitzar acuradament el seu funcionament, l'entrada d'aire, els procediments d'ompliment i buidatge, les velocitats mínimes per evitar sedimentacions, la neteja, l'accessibilitat i el comportament en situacions de parada, variació de cabal o avaria.

- Verificacions clau: perfil hidràulic complet, pressions relatives, punts alts, velocitats mínimes, acumulació de sòlids i fiabilitat operativa.
- Elements previsibles: conducció sifònica, punts de purga i buidatge, vàlvules d'aïllament, instrumentació, punts de registre i protocols específics d'operació.

4.4. ALTERNATIVA 3. BY-PASS MITJANÇANT BOMBEIG

Aquesta alternativa consistiria a captar part del cabal d'entrada a la decantació primària i impulsar-lo de manera regulable cap al punt de retorn seleccionat mitjançant un sistema de bombeig. La configuració haurà de considerar, com a mínim, la necessitat de disposar de dues línies de by-pass independents o d'una configuració equivalent que garanteixi la flexibilitat per línia i la compatibilitat amb el repartiment hidràulic de la planta.

En el desenvolupament d'aquesta alternativa, el Consultor haurà d'analitzar i justificar els punts òptims de captació i retorn, el traçat de les conduccions associades, la tipologia i configuració més adequada del sistema de bombeig, el nombre d'equips, el rang de regulació, la redundància necessària i la ubicació de les possibles

casetes, quadres elèctrics o instal·lacions auxiliars associades. També s'haurà de comprovar la disponibilitat d'alimentació elèctrica i valorar, si escau, la necessitat de nous quadres, ampliació de potència, transformador o altres actuacions complementàries.

La principal fortalesa d'aquesta opció és la flexibilitat operativa i la menor dependència de les cotes disponibles. Com a contrapartida, incorpora equips electromecànics, consum energètic, necessitats de manteniment, alimentació elèctrica, automatització, instrumentació i modes de fallada que hauran de ser analitzats de forma específica.

- Verificacions clau: punts de captació i retorn, cabal de disseny i rang de regulació, repartiment per línies, nombre d'equips, redundància, corbes de funcionament, pèrdues de càrrega, NPSH/submergència, disponibilitat elèctrica, necessitat de nous quadres o transformador, modes de parada segura i operació amb avaria.
- Elements previsibles: bombes, variadors de freqüència, vàlvules de retenció i aïllament, conduccions d'aspiració i impulsó, mesura de cabal, instrumentació de nivell i/o pressió, quadres elèctrics, senyals de control, integració SCADA, caseta o envolupant de bombeig i elements auxiliars per a operació i manteniment.

5. ABAST DELS TREBALLS A REALITZAR

En aquest apartat es detallen les activitats principals que cal desenvolupar per a la prestació del servei objecte de la licitació. L'abast inclou totes les anàlisis, càlculs, verificacions, treballs de camp, documents i coordinacions necessàries per definir de manera completa i construïble la solució seleccionada.

5.1. REDACCIÓ DE L'ESTUDI D'ALTERNATIVES

Els treballs s'iniciaran amb l'anàlisi i validació de la informació de partida recollida en el present Plec i en els seus annexos. El Consultor haurà d'ordenar les dades disponibles, identificar les incerteses rellevants i proposar les comprovacions no invasives que siguin necessàries per valorar amb criteri la viabilitat de les alternatives.

Durant aquesta fase es faran els càlculs hidràulics, de procés, d'operació i d'implantació necessaris per determinar la viabilitat de les propostes. El Consultor elaborarà esquemes, plantes, alçats, seccions i croquis suficients per garantir la comprensió de cada alternativa, sense que això impliqui desenvolupar totes les alternatives amb el nivell propi d'un projecte constructiu.

L'Estudi d'Alternatives haurà d'incloure, com a mínim, els continguts següents:

- Recopilació i revisió crítica de la informació de partida disponible.
- Definició dels escenaris de cabal, càrrega, repartiment entre línies i criteris de procés a considerar.
- Comprovacions de camp no invasives: inspeccions visuals, verificació d'accessos, espais disponibles, interferències visibles, cotes accessibles i condicions operatives observables.
- Descripció tècnica i esquemes de funcionament de cadascuna de les alternatives plantejades.
- Anàlisi de viabilitat hidràulica i de procés, incloent-hi l'efecte esperat sobre DQO, NT, relació C/N i condicions de desnitrificació.
- Identificació de condicionants d'implantació, obra civil, estructures, electricitat, automatització, seguretat, manteniment i explotació.
- Estimació econòmica comparativa de CAPEX i OPEX, inclòs cost del cicle de vida quan resulti aplicable. Aquesta estimació haurà de permetre comparar no només el cost d'inversió, sinó també els costos recurrents i les implicacions d'operació i manteniment.
En les alternatives de by-pass s'hauran de valorar els costos d'obra civil, equips, conduccions, instrumentació, electricitat, automatització, control, manteniment i consum energètic quan correspongui. En l'alternativa d'aportació externa de carboni s'haurà de valorar de forma específica el cost recurrent del producte, la logística de subministrament, l'emmagatzematge, la seguretat química i la dependència operativa associada.
La comparació econòmica haurà de presentar-se de forma justificada i homogènia.
- Anàlisi multicriteri i proposta raonada de l'alternativa seleccionada per al seu desenvolupament en Projecte Constructiu.

La matriu multicriteri formarà part del mateix Estudi d'Alternatives. Els criteris i ponderacions hauran d'estar justificats i ser coherents amb l'objectiu funcional de l'actuació, inclosos entre altres l'eficàcia de procés, viabilitat hidràulica, robustesa operativa, afeccions a l'explotació, seguretat, mantenibilitat, CAPEX, OPEX i riscos d'implantació.

5.2. REDACCIÓ PROJECTE CONSTRUCTIU

Els treballs de redacció del Projecte Constructiu s'iniciaran una vegada finalitzat l'Estudi d'Alternatives i validada per AB i AMB l'alternativa que cal desenvolupar.

A títol indicatiu i sense limitació, el projecte comprendrà el següent contingut:

DOCUMENT núm. 1. MEMÒRIA I ANNEXOS

Memòria

Annexos a la Memòria

Memòria.

Annex 1. Principals característiques.

Annex 2. Topografia i presa de dades.

Annex 3. Geologia i geotècnia.

Annex 4. Traçat, implantació i punts de connexió.

Annex 5. Càlculs hidràulics i de procés.

Annex 6. Càlculs mecànics i estructurals.

Annex 7. Equips electromecànics.

Annex 8. Instal·lacions elèctriques, instrumentació i control.

Annex 9. Pla d'obra, fases i processos constructius.

Annex 10. Serveis afectats i interferències.

Annex 11. Pla de gestió de residus.

Annex 12. Pla de control de qualitat i garanties.

Annex 13. Estudi de seguretat i salut.

Annex 14. Criteris funcionals de la instal·lació.

Annex 15. Criteris d'explotació i manteniment.

Annex 16. Pla d'explotació i manteniment.

Annex 17. Justificació de preus.

Annex 18. Pressupost per a coneixement de l'administració.

Annex 19. Eficiència energètica.

DOCUMENT núm. 2. PLÀNOLS

1. Situació i Índex de plànols.
2. Emplaçament.
3. Estat actual.
4. Aixecament topogràfic.

5. Actuacions projectades.
6. Plantes generals de les obres.
7. Planta i perfils longitudinals.
8. Equips electromecànics
9. Instal·lacions elèctriques i de control
10. Seccions tipus i detalls.
11. Obres singulars.
12. Canalitzacions elèctriques.
13. Ocupació de terrenys.
14. Serveis afectats.
15. Eficiència energètica.

DOCUMENT núm. 3. PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

Plec de Prescripcions Tècniques Generals.

Plec de Prescripcions Tècniques Particulars.

DOCUMENT núm. 4. PRESSUPOST

Amidaments.

Quadre de preus núm. 1.

Quadre de preus núm. 2.

Pressupostos parcials.

Resum de pressupostos.

Estadística de Partides.

Pressupost general.

El contingut i format del projecte s'adequarà als requisits definits en la guia per a la redacció de projectes d'obra civil i espais verds (Codi: IT 730.02 A revisió 3, juliol de 2020), descarregable des de la web de l'AMB.

<https://docs.amb.cat/alfresco/api/-default-/public/alfresco/versions/1/nodes/7677dd14-d877-4949-8468-1115b32ffa32/content/IT%20730.02.A%20Guia%20per%20a%20la%20redacci%C3%B3%20de%20projectes%20d'obra%20civil%20i%20espais%20verds.pdf?attachment=false&mimeType=application/pdf&sizeInBytes=1746817>

A continuació, es recullen les activitats més rellevants que seran desenvolupades en el projecte constructiu:

5.2.1. Treballs de topografia

Una vegada definida la solució a implementar, el Consultor portarà a terme els corresponents treballs de topografia que siguin necessaris per a la correcta definició de les noves instal·lacions i obres a executar.

Es realitzarà un aixecament de la zona on implantar les noves instal·lacions mitjançant un escàner làser per elaborar un model 3D.

Aquests treballs inclouen:

- Captura de la informació mitjançant escàner làser 3D (núvol de punts).
- Processament de les dades.
- Modelatge 3D. A partir del núvol de punts es generarà la geometria del model amb l'eina escollida (Revit, Autocad Civil 3D,...).

En Cs de requerir un detall més gran en determinades zones, l'aixecament mitjançant escàner serà completat amb la realització d'un aixecament topogràfic convencional (a partir de GPS i/o estació total).

L'elaboració del model 3D servirà de base per representar la situació actual i implementar i analitzar les interferències dels diferents elements i instal·lacions a substituir o executar de nou, així com aquelles actuacions provisionals requerides per no deixar fora de servei el tractament actual de la planta.

Per a la realització d'aquestes feines, el personal proposat pel Consultor haurà de disposar, de requerir-se, de les corresponents formacions en matèria de Treballs en Alçada i Espais Confinats segons estableix els serveis de prevenció d'Aigües de Barcelona. Així mateix, s'atendrà a les peticions addicionals que puguin ser sol·licitats en matèria de prevenció de riscos.

5.2.2. Treballs de geologia, geotècnia i detecció de serveis

Tot i la informació geotècnica disponible de l'àmbit de l'EDAR que AB posarà a disposició del Consultor en part mitjançant l'Annex 3, es realitzarà un estudi complementari de geologia, geotècnia i detecció de serveis que permeti contrastar i completar l'esmentada informació en relació amb la solució finalment seleccionada.

Aquest estudi tindrà per objectiu caracteritzar les condicions locals del terreny en els àmbits d'actuació previstos, identificar possibles interferències amb serveis existents, determinar els condicionants d'execució associats a rases, conduccions, suports, soleres, bancades, ancoratges i elements auxiliars, i establir les recomanacions necessàries per al desenvolupament del Projecte Constructiu.

El Consultor haurà de revisar expressament la documentació geotècnica inclosa en l'Annex 3, incloent-hi la informació relativa a la geologia de l'àmbit, les precàrregues executades, el control d'assentaments, el comportament deformacional observat i els criteris de fonamentació disponibles, en la mesura que siguin aplicables a l'àmbit concret de la solució seleccionada. Aquesta revisió haurà d'integrar-se en l'informe final, valorant la possible incidència de les condicions geotècniques existents sobre la solució projectada.

Prèviament a l'inici dels treballs de camp, el Consultor presentarà a la Direcció dels Treballs una proposta de campanya, indicant la ubicació prevista dels reconeixements, la metodologia d'execució, els mitjans previstos, les mesures de seguretat aplicables i la seva relació amb la solució seleccionada. Aquesta proposta haurà de ser validada per la Direcció dels Treballs abans de l'inici de la campanya.

Les actuacions a realitzar seran, com a mínim, les següents:

1. Revisió de la informació geotècnica disponible.

El Consultor revisarà la documentació geotècnica inclosa a l'Annex 3 i n'extraurà les conclusions aplicables a l'àmbit de la solució seleccionada. Aquesta revisió haurà de considerar, especialment, els

antecedents de la precàrrega, els assentaments registrats, els criteris de fonamentació adoptats en la construcció original de l'EDAR i la possible existència de zones de transició.

2. Detecció prèvia de serveis i interferències.

Es realitzarà una auscultació mitjançant georadar i traçador de serveis en els àmbits previsibles de captació, retorn, traçat, conduccions, suports i elements auxiliars de la solució seleccionada. Els resultats hauran de quedar representats en un plànol o document gràfic, indicant les interferències detectades, les possibles anomalies i les zones d'incertesa que requereixin comprovació posterior.

3. Cales de comprovació.

Es realitzaran 6 cales manuals o mecàniques per a la comprovació física dels serveis i interferències detectades o previstes, incloent-hi la reposició de les zones afectades. Les cales hauran de permetre identificar, sempre que sigui possible, la posició, profunditat, dimensions, material i naturalesa dels serveis localitzats.

4. Sondeigs geotècnics.

Es realitzaran 2 sondeigs verticals de 6 i 8 metres de profunditat, a rotació amb extracció contínua de testimoni, incloent-hi registre geològic-geotècnic, caixes de testimoni, mitjans auxiliars i revestiment si calgués.

Els sondeigs s'ubicaran en punts representatius de la solució seleccionada, prioritzant els àmbits on es prevegin nous elements de suport, conduccions, soleres, bancades, ancoratges, connexions o excavacions puntuals.

Durant l'execució dels sondeigs es realitzaran assaigs estàndard de penetració SPT cada 2-3 metres o coincidint amb canvis litològics significatius, sempre que la naturalesa del terreny ho permeti.

Així mateix, durant l'execució dels sondeigs s'extrauran mostres representatives del terreny per a la seva caracterització bàsica en laboratori. La presa de mostres s'ajustarà a les característiques reals dels materials travessats i a la possibilitat d'obtenir mostres representatives o inalterades.

5. Assaigs de laboratori.

Les mostres obtingudes seran sotmeses a una caracterització bàsica, inclosos com a mínim:

- Identificació i estat natural.
- Granulometria.
- Límits d'atterberg, quan hi hagi fracció fina suficient.
- Humitat natural.
- Contingut de matèria orgànica.
- Contingut de sals solubles.
- Agressivitat del terreny al formigó.

En tots els sondeigs es comprovarà l'existència i cota del nivell freàtic dins de la profunditat investigada. En cas de detectar-se nivell freàtic, quedarà inclosa dins l'abast dels treballs l'extracció d'una mostra d'aigua i l'anàlisi de la seva agressivitat al formigó, d'acord amb la normativa vigent aplicable.

6. Informe final.

Els resultats dels treballs es recolliran en un informe final signat per un geòleg o enginyer geòleg.

L'informe haurà d'integrar la informació existent de l'Annex 3 amb els resultats de la campanya complementària, i haurà d'incloure la descripció dels treballs realitzats, la ubicació dels reconeixements i cales executades, els resultats de la detecció de serveis, sondeigs, SPT i assaigs de laboratori, la identificació del nivell freàtic i agressivitat, si escau, i les conclusions i recomanacions aplicables al disseny de la solució seleccionada.

En cas que, a partir de l'alternativa seleccionada, de la informació inclosa a l'Annex 3 o dels resultats obtinguts durant la campanya, el Consultor identifiqui la necessitat de reconeixements, cales o assaigs addicionals als previstos, haurà de justificar-ne la necessitat i sotmetre-ho a validació prèvia de la Direcció dels Treballs.

5.2.3. Càlculs hidràulics i de procés

A partir de la proposta definida, el Consultor realitzarà tots aquells càlculs i comprovacions que garanteixin que les línies de by-pass funcionin correctament. Així, serà objecte dels treballs entre d'altres les següents comprovacions:

- Càlcul i comprovació de les actuals necessitats de carboni extra.
- Càlcul i disseny hidràulic de l'alternativa seleccionada.

La nova instal·lació afegirà també el disseny i selecció de les noves vàlvules motoritzades així com tots els elements de control associats (mesuradors de pressió, cabals, DQO....) i les bombes de requerir-se.

5.2.4. Càlculs estructurals i mecànics

El Consultor realitzarà tots els càlculs estructurals i mecànics necessaris per a la implantació de les solucions proposades.

Els càlculs estructurals es duran a terme mitjançant la utilització de software especialitzat. Aquests càlculs poden ser acompanyats de fulls de càlcul propis sempre que siguin clarament comprensibles i pugui ser revisat el seu càlcul amb posterioritat. El consultor presentarà clarament les diferents hipòtesis i combinacions de càlcul utilitzades així com una taula resum de les càrregues considerades per a cada un dels elements estructurals. D'igual manera es presentaran esquemes/imatges de l'estructura amb les càrregues introduïdes.

Es presentarà també en els seus càlculs estructurals els diagrames d'esforços dels diferents elements per tal de comprovar les sol·licitacions i el comportament de cada un. Fruit de l'anàlisi d'esforços es presentarà una taula amb els esforços màxims de càlcul que determinen el seu dimensionament.

Es presentaran els armats i / o seccions proposades a través de taules amb els esforços crítics, el seu armat o secció proposada, així com el grau d'aprofitament de l'armat / secció / perfil. Els resultats obtinguts de

qualsevol programari de càlcul especialitzat es presentaran en un apèndix a l'annex del projecte i en cap cas constituïran el cos del mateix document.

5.2.5. Càlculs elèctrics

Les solucions plantejades suposaran la instal·lació de nous equips electromecànics (vàlvules motoritzades, bombes, cabalímetres....) als quals s'haurà de garantir el seu subministrament elèctric.

En el seu disseny es tindran en compt3 els criteris d'eficiència energètica establerts per AB.

El consultor analitzarà l'actual sistema de distribució elèctrica dels diferents components de l'EDAR i, conjuntament amb el responsable elèctric de l'EDAR, determinarà el/s quadre/s de connexió dels nous receptors projectats. Aquesta anàlisi comprendrà l'estudi de potències actuals i futures per tal de validar la disponibilitat de potència, la suficiència de les actuals proteccions i seccions de cablejat així com la compatibilitat elèctrica de la solució.

En cas que siguin necessàries modificacions en els actuals quadres, el Consultor definirà, Constructivament, les adaptacions que siguin oportunes.

5.2.6. Automatització i control

Per a la gestió de l'EDAR serà necessari dotar a les línies de by-pass de nous dispositius de control (mesuradors de pressió, cabals,...) que facilitin la seva gestió i automatització.

El Consultor portarà a terme una anàlisi de les noves entrades/sortides associades als equipaments projectats i analitzarà els actuals PLCs per tal de determinar la possibilitat d'admetre els nous senyals. En cas que sigui necessari portar a terme modificacions sobre els actuals armaris de control, el Consultor definirà les corresponents adaptacions i/o ampliacions que garanteixin el correcte funcionament del sistema. Quan sigui necessari la instal·lació de nous PLCs, el Consultor definirà les especificacions i requisits d'aquests.

De requerir-se es desenvoluparà un document preliminar amb la nova filosofia de control que haurà d'implementar-se a l'EDAR amb els nous by-passos.

5.2.7. Serveis i altres infraestructures afectades

El projectista portarà a terme un estudi detallat dels serveis i d'altres infraestructures interiors de l'EDAR afectades per l'execució del projecte. Serà responsabilitat del mateix l'obtenció del conjunt de serveis presents en l'àmbit a través de la informació disponible els plànols as-built de la planta, així com mitjançant els reconeixements de camp i l'execució de cales.

Elaborarà els plànols de detall de cadascuna de les afectacions tant en planta com alçat i definirà i valorarà els possibles desviaments i/o adaptacions per a compatibilitzar les actuals infraestructures amb les noves canalitzacions que poguessin ser necessàries.

5.2.8. Planificació de les actuacions

El Consultor elaborarà un pla de treballs detallat de l'execució de les activitats considerades en el projecte. L'esmentat pla resultarà de la resolució d'una xarxa de precedències, a partir de la definició d'unes activitats (i una durada d'acord amb uns rendiments que cal justificar), dels lligams entre elles i d'un calendari laboral estimat.

El pla de treballs estarà format per una memòria on es descriurà la planificació general dels treballs i la filosofia general adoptada per a l'organització de les tasques. Aquest document s'acompanyarà d'una planificació tipus diagrama de barres on es recollirà el conjunt de totes les activitats, en detall, i la xarxa de precedències.

Finalment, l'annex corresponent comprendrà els plànols necessaris per a representar les possibles fases d'obra i seqüència de treballs prevista.

Qualsevol actuació a realitzar no pot afectar el funcionament de la planta i s'haurà d'actuar sense afectar el procés de manera significativa.

5.2.9. Gestió de residus

El Consultor redactarà el corresponent annex de Gestió de Residus, d'acord amb el RD105/2008, on es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició i la Llei 7/2022 de residus y sols contaminats. Aquest annex inclourà la següent informació:

- Estimació de la quantitat (en t i m3), dels residus de construcció i demolició que es generaran a l'obra, codificats d'acord amb la llista europea de residus.
- Mesures per la prevenció de residus a l'obra.
- Operacions de reutilització, valorització o eliminació a què es destinaran els residus.
- Mesures per la separació de residus a l'obra.
- El consultor ha de preveure mitjans i espai per poder fer les separacions de les fraccions en la mateixa obra, sempre que sigui possible i tècnicament viable. En cas de no poder fer aquesta separació en origen, el projectista podrà encomanar-la a un gestor de residus. En aquest últim cas, haurà d'indicar els gestors més propers a l'àmbit del projecte.
- Els plànols de les instal·lacions previstes per l'emmagatzematge, manipulació, separació i altres operacions de gestió dels residus de la construcció i demolició dins de la mateixa obra.
- Les prescripcions del plec de prescripcions tècniques particulars del projecte, en relació amb l'emmagatzematge, manipulació, separació i altres operacions de gestió dels residus de la construcció i demolició dins de la mateixa obra.
- El pressupost d'aplicació i execució de l'estudi de gestió de residus de construcció i demolició que s'incorporarà al pressupost d'execució material de l'obra com a un capítol específic.

5.2.10. Estudi de seguretat i salut

El consultor redactarà el corresponent estudi de seguretat i salut que contindrà tots els documents i satisfarà tots els requisits previstos per l'article 5 del Reial Decret 1627/97, de 24 d'octubre (BOE de 25 d'octubre), pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, així com la Llei d'obra pública 3/2007 del 4 de juliol (art.18).

5.2.11. Pla de Control de Qualitat

El consultor elaborarà un pla de control de qualitat específic per a l'obra projectada on s'identifiquin les activitats i materials crítics a controlar. El pla de control de qualitat contindrà:

- Memòria descriptiva del pla d'assaigs on s'especifiquin les activitats a controlar així com els criteris de freqüències dels diferents assaigs o controls.
- Pla d'assaig pròpiament dit, elaborat amb l'aplicació TCQ i adaptat a l'obra, modificant i adaptant el pla que automàticament genera el programa en funció del pressupost.

6. DOCUMENTACIÓ ENTREGABLE

S'estableix la documentació a lliurar a la finalització dels treballs i/o de cadascuna de les fases definides en el present Plec:

- Fase 1: Document complet de l'Estudi d'Alternatives, esquemes i plànols conceptuals, càlculs preliminars, comparativa multicriteri, justificació econòmica i proposta d'alternativa seleccionada.
- Fase 2: Informes de topografia, presa de dades, detecció de serveis, geotècnia, cales, verificacions de cotes, models 3D o altres estudis complementaris validats per AB. S'inclouran com annex dins el mateix projecte constructiu.
- Fase 3: Projecte Constructiu complet de la solució seleccionada, amb memòria, annexos, plànols, plec de prescripcions tècniques i pressupost.
Els treballs corresponents a la fase 1 i la fase 2 s'inclouran com annex dins el mateix projecte constructiu.

L'abast dels treballs s'ajustarà al que s'ha indicat en l'apartat 5 del present plec de bases. Tots els documents hauran d'estar signats per un enginyer/tècnic superior qualificat. El cost del visat, en cas de requerir-se, serà abonat directament per AB, a càrrec seu, a l'esmentat col·legi.

A la finalització dels treballs s'haurà de lliurar a AB :

- Tota la documentació en format editable, plànols en autocad, el text en format word i el pressupost en format TCQ, degudament indexats per cadascun dels documents.
- Tota la documentació en format pdf, degudament indexada per cadascun dels documents.

7. ORGANITZACIÓ DEL CONSULTOR

El consultor designarà un responsable dels treballs que assumirà l'autoria de l'estudi d'alternatives i del projecte constructiu i serà el coordinador de l'equip de treball. L'autor comptarà amb el suport d'un equip multidisciplinari que compregui el conjunt de disciplines pròpies de l'actuació projectada. Aquest equip d'especialistes estarà obligatòriament a disposició del servei amb la dedicació que sigui requerida en cada fase.

Així, l'equip de treball estarà format pels següents membres principals:

Posició	Formació	Experiència mínima
Autor de l' estudi d'alternatives i projecte constructiu	Enginyer/a de Camins, Canals i Ports (Màster), Enginyer/a Industrial (Màster) o titulació amb atribucions reconegudes per aquests treballs	15 anys
Enginyer especialista en tractament d'aigua i processos	Enginyer/a de Camins, Canals i Ports (Màster), Enginyer/a ambiental (Màster), Enginyer/a químic (Màster), Químic/a (Màster), Biòleg/a (Màster) o titulació amb atribucions reconegudes per aquests treballs.	10 anys
Enginyer especialista en instal·lacions elèctriques, automatització i control	Enginyer/a Industrial o equivalent (Màster), Enginyer/a Tècnic Industrial o equivalent (Grau) o titulació amb atribucions reconegudes per aquests treballs.	10 anys

L'equip de col·laboradors al projecte comprendrà també:

- Especialista en topografia.
- Especialista en geologia i geotècnia.
- Especialista en hidràulica.
- Especialista en estructures.
- Especialista en electromecànica
- Equip de delineants projectistes.

L'equip de col·laboradors específics treballarà sota la direcció, gestió i responsabilitat del cap de l'equip redactor, qui els requerirà segons les necessitats. Tot i això, a requeriment específic de la direcció dels treballs, l'adjudicatari s'obliga a garantir:

- L'assistència a les reunions de treball de qualsevol dels membres especialistes de l'equip anteriorment descrit, per a tractar aspectes específics del seu àmbit, tantes vegades com resulti necessari.

Davant d'una problemàtica concreta sorgida en qualsevol de les fases de redacció del projecte, l'emissió d'un informe tècnic d'avaluació i anàlisi d'aquesta, tractant els aspectes necessaris o requerits per a la correcta interpretació i ajuda a la presa de decisió.

8. SEGUIMENT, SUPERVISIÓ I VALIDACIÓ DELS TREBALLS

La gestió, seguiment, control i l'acceptació dels treballs correspon a AB. Per poder dur a terme les tasques de seguiment i control, AB tindrà accés en qualsevol moment, a les dades i documents que l'adjudicatari estigui elaborant, amb independència de l'estat en què es trobin. A aquests efectes, l'adjudicatari facilitarà la revisió dels treballs als tècnics designats per AB al respecte.

A les reunions de seguiment i control, l'adjudicatari aportarà la documentació que s'hagi acordat amb AB, tenint cura que els documents i plànols de treball siguin intel·ligibles. Amb aquest objectiu, s'escolliran les escales de representació i colors més adients pels documents gràfics. L'adjudicatari portarà a les reunions esmentades un plànol de conjunt que doni idea de la solució global proposada.

AB, juntament amb l'adjudicatari, establirà en cada cas i a l'inici dels treballs, el règim de reunions a desenvolupar amb l'equip de redacció, així com el seu contingut.

L'adjudicatari aixecarà acta de totes les reunions mantingudes amb tècnics d'AB com amb els responsables de l'AMB. Les actes s'enviaran per correu electrònic a tots els participants perquè puguin fer les esmenes o observacions que creguin oportunes en el termini màxim d'una setmana.

Cada mes, i mentre duri la redacció de l'estudi d'alternatives i el projecte, el Consultor està obligat a informar detalladament i per escrit a AB, de l'estat de desenvolupament dels treballs en curs. També facilitarà a AB les dades corresponents a l'actualització del Programa de Treballs vigent. L'informe corresponent es lliurarà a AB dins els tres primers dies hàbils del mes següent.

L'acceptació dels treballs es farà en dos nivells pel que fa a l'estudi d'alternatives i justificació de la viabilitat econòmica del projecte (fase1), així com en el desenvolupament del projecte constructiu (fase 3). Un primer nivell, realitzat per AB; i un segon nivell, a ser realitzat per l'AMB.

En qualsevol lliurament, AB i posteriorment AMB revisarà la documentació corresponent, indicant, si és el cas, els arranjaments a realitzar pel Projectista mitjançant un Informe de Revisió. El Consultor estarà obligat a respondre a aquest informe indicant com/on s'ha integrat les correccions i/o observacions realitzades.

9. PLA DE TREBALLS I TERMINI D'EXECUCIÓ

Els treballs objecte de la present licitació estan estructurats en tres fases:

- Fase 1: Estudi d'Alternatives i justificació de la viabilitat econòmica del projecte.
- Fase 2: Treballs de topografia, geologia, geotècnia i detecció de serveis (s'executaran en paral·lel al projecte constructiu).
- Fase 3: Projecte Constructiu.

La durada total de la prestació és de vint-i-vuit (28) setmanes, inclòs el termini per a la revisió dels documents per part de l'AMB així com la presentació de l'estudi d'alternatives per tal de validar la proposta. S'adjunta a continuació el Pla de Treballs.

	DURADA (Setmanes)	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Fase 1 :Estudi alternatives i justificació viabilitat econòmica del projecte Lliurament (versió inicial)	7,5							
Presentació ens/organismes interessats i revisió AMB	2							
Fase 2 : Treballs de topografia i geotècnica	4							
Fase 3 : Projecte onstructiu Lliurament (versió inicial)	14,5							
Revisió projecte AMB	3							
Lliurament projecte (versió final)	1							
TOTAL	28							

Cronograma per a la redacció del projecte constructiu

Els terminis indicats inclouen els temps de revisió dels documents per part de la direcció tècnica d'AB. Aquests terminis s'estableixen en 2 setmanes a contar de la data de lliurament de les corresponents maquetes (2 setmanes fase 1 + 2 setmanes fase 3).

D'acord amb els terminis generals i fites definides en la planificació indicada, el consultor a l'inici dels treballs detallarà el pla de treballs a implantar en la prestació del servei. Aquest pla serà lliurat a la direcció tècnica en un termini màxim d'una setmana a contar de l'acta d'inici. A banda de les fites d'entrega dels documents indicats, el prestador del servei haurà de considerar fites parcials amb entrega de documentació en procés per a la seva validació. Aquest document serà la base per al seguiment i control del grau d'avançament dels treballs.

10. PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ I ABONAMENT DELS TREBALLS

El pressupost base màxim de licitació del present contracte s'estableix en **150.00,00 €**, incloses les despeses generals i el benefici industrial, IVA exclòs, per a la realització del conjunt de treballs indicats en el present Plec de Bases Tècniques.

Aquest pressupost es justificarà en l'oferta mitjançant la indicació de tots els preus unitaris que figuren en el document annex al present Plec (Annex 4 - Model Pressupost), aplicats als amidaments indicats en l'esmentat document, els quals no són modificables.

Aquest import correspon a l'escenari de major abast previst, que inclou la redacció de l'Estudi d'Alternatives, els treballs de topografia i geotècnia, la redacció del Projecte Constructiu de la solució base sense bombeig i el complement a afegir en cas que l'alternativa validada inclogui una solució amb bombeig associada al by-pass.

L'import corresponent a la redacció de l'Estudi d'Alternatives haurà de ser sempre inferior al 20% del pressupost base màxim de licitació.

La Fase 3A correspondrà a la redacció del Projecte Constructiu de la solució seleccionada sense bombeig principal, inclosos, entre d'altres, les alternatives de conducció per gravetat, funcionament en règim de làmina lliure, sífó hidràulic o solució combinada sense bombeig principal.

La Fase 3B tindrà caràcter complementari respecte de la Fase 3A i només serà aplicable en cas que l'alternativa seleccionada i validada inclogui un sistema de bombeig associat al by-pass. Aquest complement recull exclusivament els treballs addicionals necessaris per desenvolupar el Projecte Constructiu d'una solució amb bombeig, especialment pel que fa a la complexitat hidràulica més gran, electromecànica, elèctrica, d'automatització, control, integració amb SCADA, criteris d'operació i proves funcionals.

Als efectes de l'estructuració econòmica del contracte, l'import corresponent a la Fase 3B no podrà superar el 40% de l'import corresponent a la Fase 3A. Aquesta relació té caràcter exclusivament pressupostari i no predetermina ni orienta la solució tècnica a seleccionar, que haurà de resultar de l'Estudi d'Alternatives i de la posterior validació per part d'AB i, si escau, de l'AMB.

En cas que, com a resultat de l'Estudi d'Alternatives, AB es validi l'aportació externa de carboni com a alternativa a desenvolupar, no s'activaran les fases posteriors del present contracte. En aquest supòsit, l'abast contractual quedarà limitat a la redacció de l'Estudi d'Alternatives, llevat d'instrucció expressa d'AB i/o de l'AMB i de la tramitació contractual que correspongui.

La forma de pagament de les fases 1 i 3 s'estructurarà com segueix:

- 85% al lliurament de la documentació corresponent a cada fase un cop revisada per part d'AB.
- 15% al lliurament de la documentació requerida un cop validada per part de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

El pagament de la fase 2 serà al 100% una vegada hagi estat lliurada i revisada per part d'AB.

En el moment de la signatura del contracte, s'abonarà un avançament a compte del 10% del pressupost total. Les certificacions posteriors seran objecte d'abonament un cop s'hagi superat aquest percentatge inicial del 10%.

11. DOCUMENTACIÓ ANNEXA AL PLEC

S'adjunta al present Plec la següent documentació:

- Annex 1. Informació tècnica de partida.
- Annex 2. Extracte de plànols corresponents als projectes as-built de l'EDAR del Prat de Llobregat
- Annex 3. Informació geotècnica prèvia disponible de la zona.
- Annex 4. Model de pressupost

ANNEX nº1

INFORMACIÓ TÈCNICA DE PARTIDA

ÍNDEX

1.	OBJECTE, ABAST I CONTEXT FUNCIONAL DE L'ANNEX	2
2.	CABALS DE REFERÈNCIA	2
2.1.	LÍNIES DE TRACTAMENT I REPARTIMENTS D'EXPLOTACIÓ	2
2.2.	CABALS ESTACIONALS DE REFERÈNCIA	3
3.	CÀRREGUES I RELACIÓ C/N	4
4.	ESCENARIS FUNCIONALS PRELIMINARS DE BY-PASS	5
4.1.	CABALS PER ALS ESCENARIS DE BY-PASS.....	5
4.2.	RELACIÓ C/N PER ALS ESCENARIS DE BY-PASS	6
5.	PROVA PILOT DE BY-PASS PARCIAL	9

1. OBJECTE, ABAST I CONTEXT FUNCIONAL DE L'ANNEX

El present annex té per objecte ordenar i presentar la informació tècnica de partida relativa als cabals, paràmetres de càrrega, relació C/N i prova pilot associada a l'estudi del by-pass parcial de la decantació primària de l'EDAR del Prat de Llobregat.

L'actuació s'emmarca en la necessitat d'analitzar la possibilitat d'incrementar la disponibilitat de carboni biodegradable a l'entrada del tractament biològic, amb la finalitat de millorar les condicions de desnitrificació en els escenaris en què la relació C/N pugui resultar condicionant.

La finalitat del document és establir una base tècnica ordenada i traçable per entendre l'ordre de magnitud de l'actuació, el rang funcional de cabal de by-pass i l'efecte estimat sobre la relació C/N.

2. CABALS DE REFERÈNCIA

Els cabals disponibles permeten caracteritzar el rang hidràulic de funcionament de la planta i establir una base comuna per als escenaris funcionals de by-pass. Es diferencien els cabals màxims, utilitzats per fixar l'ordre de magnitud de la capacitat funcional preliminar, i els cabals mínims, necessaris per comprovar el rang de regulació i la compatibilitat hidràulica de qualsevol configuració que es desenvolupi posteriorment.

2.1. LÍNIES DE TRACTAMENT I REPARTIMENTS D'EXPLOTACIÓ

La planta treballa amb dos costats o blocs funcionals principals, corresponents als costats Barcelona i Prat. El repartiment de cabal entre aquests costats pot ajustar-se en funció de les necessitats d'explotació, la disponibilitat d'equips, l'equilibri de càrregues i les condicions de nitrificació i desnitrificació.



Il·lustració 1. Línies de tractament

Per aquest motiu, en aquest annex s'utilitzen els repartiments 50/50, 60/40 i 40/60 com a escenaris funcionals de partida. Aquests repartiments no representen alternatives constructives, sinó condicions d'operació possibles sobre les quals s'avalua l'ordre de magnitud del cabal de by-pass.

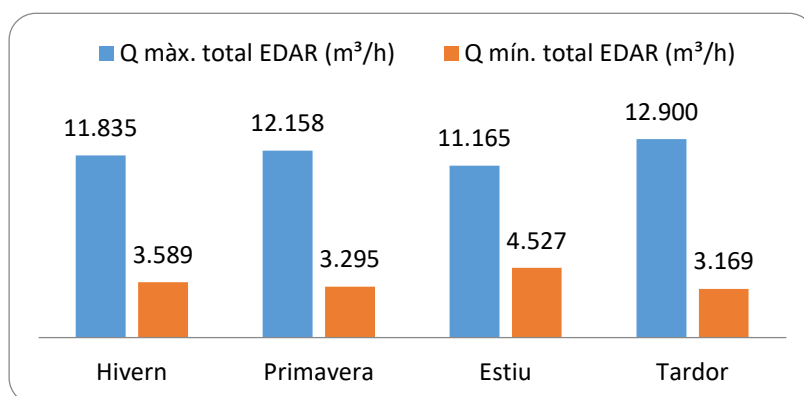
2.2. Cabals estacionals de referència

Les dades de cabal disponibles permeten caracteritzar l'ordre de magnitud dels cabals tractats a l'EDAR del Prat de Llobregat en diferents períodes estacionals. A continuació es recullen els valors màxims i mínims disponibles, diferenciant els costats funcionals Barcelona i Prat, així com el cabal total associat a l'EDAR.

Període	Q màx. BCN (m³/h)	Q màx. Prat (m³/h)	Q màx. total EDAR (m³/h)	Q mín. BCN (m³/h)	Q mín. Prat (m³/h)	Q mín. total EDAR (m³/h)
Hivern	6.913	6.337	11.835	1.231	747	3.589
Primavera	6.859	5.294	12.158	697	460	3.295
Estiu	6.689	5.330	11.165	1.721	912	4.527
Tardor	5.903	7.426	12.900	2.360	2.592	3.169

Taula 1. Cabals estacionals de referència

Els valors màxims i mínims indicats per costat funcional i per cabal total EDAR provenen de registres d'explotació facilitats per planta. Aquests valors permeten identificar l'envolupant hidràulica de referència, si bé no s'han d'interpretar necessàriament com a valors simultanis entre costats funcionals.



Il·lustració 1. Cabals estacionals de referència

Els cabals màxims estacionals totals disponibles se situen entre 11.165 m³/h i 12.900 m³/h. A efectes de lectura funcional de l'actuació, s'adopta un cabal total funcional de referència de 13.000 m³/h, obtingut per arrodoniment del cabal màxim estacional disponible.

Aquest valor s'utilitza com a base comuna per definir els escenaris de cabal elevat sobre els quals s'estima la capacitat funcional preliminar del by-pass. El criteri respon al fet que la finalitat principal del sistema és disposar de capacitat suficient per derivar un percentatge significatiu de cabal en situacions en què la disponibilitat de carboni biodegradable pot resultar condicionant per a la desnitrificació.

3. CÀRREGUES I RELACIÓ C/N

3.1. DADES DE DQO, NT I RELACIÓ C/N

Les dades estacionals de DQO, nitrogen total i relació C/N mostren que la disponibilitat relativa de carboni respecte del nitrogen és variable al llarg de l'any. Aquesta variabilitat és l'element de procés que justifica analitzar un sistema de by-pass parcial de decantació primària com a eina per incrementar la matèria orgànica disponible a l'entrada del tractament biològic.

Les dades disponibles permeten caracteritzar la disponibilitat relativa de matèria orgànica i nitrogen a l'entrada del tractament biològic. A efectes d'aquest annex, la DQO s'utilitza com a paràmetre representatiu de la matèria orgànica disponible i el nitrogen total (NT) com a paràmetre de referència de la càrrega nitrogenada.

La relació C/N s'obté com el quocient entre la DQO i el nitrogen total, i permet disposar d'un indicador funcional de la disponibilitat relativa de carboni respecte del nitrogen.

Període	DQO (mg/L)	NT (mg/L)	Relació C/N (sense By-Pass)
Hivern	422,26	74,31	5,64
Primavera	459,68	74,01	6,22
Estiu	335,83	62,29	5,17
Tardor	316,48	69,73	4,42

Taula 2. Paràmetres de càrrega i relació C/N

Els valors anteriors mostren que la relació C/N de partida presenta una variabilitat estacional significativa, amb valors compresos entre 4,42 i 6,22. Aquesta variabilitat és rellevant per a l'anàlisi funcional del by-pass, ja que l'objectiu de l'actuació és incrementar la disponibilitat de carboni biodegradable a l'entrada del tractament biològic.

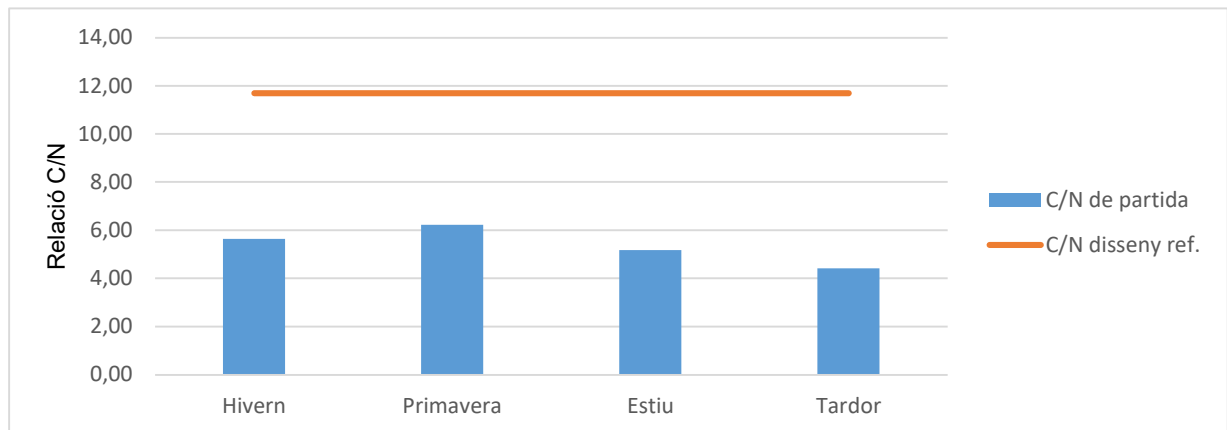
L'anàlisi de les dades estacionals posa de manifest que la variació de la relació C/N està condicionada principalment per la disponibilitat de matèria orgànica. Mentre que el nitrogen total es manté dins d'un rang relativament més estable, la DQO presenta diferències més acusades entre períodes.

Aquesta lectura és coherent amb el comportament esperat del procés: quan la DQO disponible disminueix o no augmenta en la mateixa proporció que la càrrega nitrogenada, la relació C/N es redueix i poden empitjorar les condicions per a la desnitrificació.

El període de tardor presenta la relació C/N de partida més baixa, amb un valor de 4,42. Aquesta situació és compatible amb escenaris de menor disponibilitat relativa de carboni i possibles efectes de dilució o variació estacional de la càrrega orgànica. No obstant això, aquesta lectura s'ha d'entendre com una interpretació funcional de les dades disponibles i no com una caracterització específica d'episodis de pluja, que requeriria una anàlisi simultània de precipitació, cabals i càrregues.

3.2. RELACIÓ C/N FUNCIONAL DE REFERÈNCIA

Com a referència funcional per a l'anàlisi dels escenaris de by-pass s'adopta una relació C/N = 11,7. Aquest valor correspon a la relació C/N considerada en el disseny de la planta i s'utilitza en aquest annex com a valor de comparació per valorar l'ordre de magnitud de la millora que podria aportar el by-pass parcial de decantació primària.



Il·lustració 2. Relació C/N de partida i referència

La comparació entre la C/N de partida i la C/N funcional de referència mostra que, en tots els períodes analitzats, la relació C/N disponible se situa per sota del valor de referència.

4. ESCENARIS FUNCIONALS PRELIMINARS DE BY-PASS

4.1. CABALS PER ALS ESCENARIS DE BY-PASS

Per a la definició del rang funcional preliminar del by-pass s'adopta el cabal total funcional de referència de 13.000 m³/h i es consideren els repartiments funcionals següents entre costats:

- 50% Línia Costat Prat / 50 % Línia Costat Barcelona
- 60% Línia Costat Prat / 40 % Línia Costat Barcelona
- 40% Línia Costat Prat / 60 % Línia Costat Barcelona

Sobre el cabal corresponent al costat funcional analitzat, es consideren percentatges de by-pass del 50%, 60% i 70%. Aquests percentatges permeten establir l'ordre de magnitud del cabal derivable en els escenaris funcionals de partida.

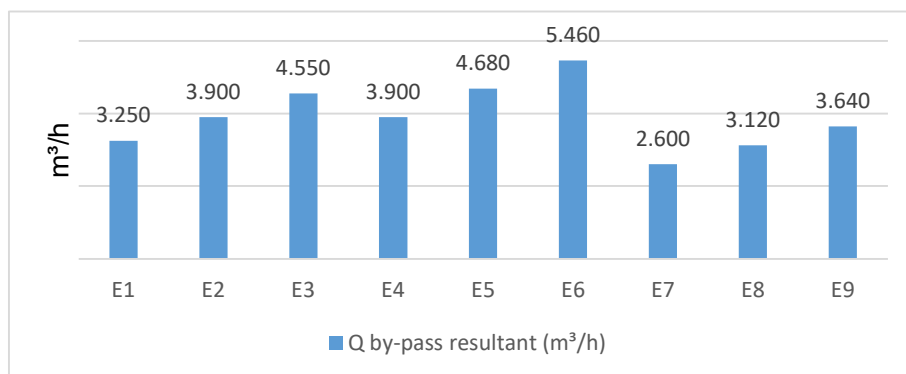
El criteri de càlcul aplicat és el següent:

$$Q_{By-Pass} = Q_{Total\ funcional} \times \% \text{Repartiment Costat} \times \% \text{By-Pass}$$

Escenari	Q total funcional (m³/h)	Repartiment Costat (%)	Q costat funcional (m³/h)	By-Pass (%)	Q by-pass resultant (m³/h)
E1	13.000	50%	6.500	50%	3.250
E2	13.000	50%	6.500	60%	3.900
E3	13.000	50%	6.500	70%	4.550
E4	13.000	60%	7.800	50%	3.900
E5	13.000	60%	7.800	60%	4.680
E6	13.000	60%	7.800	70%	5.460
E7	13.000	40%	5.200	50%	2.600
E8	13.000	40%	5.200	60%	3.120
E9	13.000	40%	5.200	70%	3.640

Taula 3. Escenaris de By-Pass

Dels escenaris anteriors s'obté un interval de cabals derivables comprès entre 2.600 m³/h i 5.460 m³/h. A efectes de l'anàlisi funcional de l'actuació, aquest interval s'arrodoneix i s'expressa com un rang funcional preliminar de l'ordre de 3.000 - 6.000 m³/h.



Il·lustració 3. Q by-pass resultant per escenari

El rang 3.000 - 6.000 m³/h no s'ha d'interpretar com una consigna fixa de funcionament, sinó com l'ordre de magnitud funcional que ha de permetre analitzar la viabilitat de les alternatives de by-pass, la regulació del sistema i la seva compatibilitat amb l'operació de la planta.

4.2. RELACIÓ C/N PER ALS ESCENARIS DE BY-PASS

A partir de les dades de càrrega de planta i dels resultats disponibles de la prova pilot, s'ha elaborat una estimació funcional de la relació C/N amb by-pass parcial de decantació primària. Aquesta estimació té per objecte valorar l'ordre de magnitud de la millora esperable en la disponibilitat relativa de carboni a l'entrada del tractament biològic.

L'estimació no correspon a un model complet de procés ni a un balanç de mescla detallat entre dues corrents caracteritzades de forma independent. Les dades disponibles no incorporen, de manera completa i diferenciada per a tots els períodes, les concentracions de DQO i nitrogen total de l'aigua decantada i de l'aigua derivada per by-pass. Per aquest motiu, el càlcul s'ha plantejat com una estimació funcional basada en els increments observats durant la prova pilot i en les hipòtesis de resposta recollides a les dades de planta.

La metodologia utilitzada diferencia entre:

- C/N sense by-pass: valor de partida obtingut de les dades estacionals de planta.
- C/N estimada amb by-pass 50%: valor funcional estimat a partir dels factors d'increment observats o adoptats segons les dades de planta.
- C/N estimada amb by-pass 60%: valor funcional intermedi obtingut per escalat respecte de l'escenari del 50%.
- C/N estimada amb by-pass 70%: valor funcional corresponent al límit superior preliminar considerat.
- C/N funcional de referència: valor 11,7, utilitzat com a referència de comparació.

El criteri de càlcul aplicat és el següent:

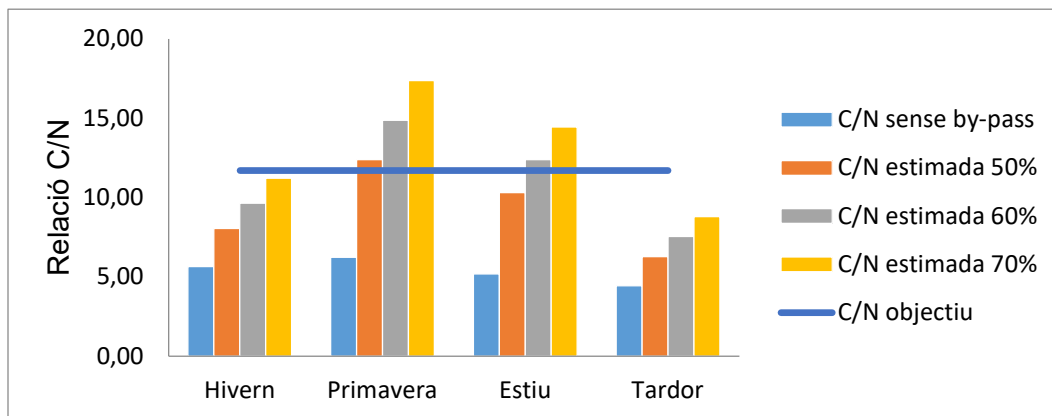
- $C/N \text{ estimada amb by-pass } 50\% = C/N \text{ sense by-pass} \times \text{factor de resposta adoptat}$
- $C/N \text{ estimada amb by-pass } 60\% = C/N \text{ estimada amb by-pass } 50\% \times 60 / 50$
- $C/N \text{ estimada amb by-pass } 70\% = C/N \text{ estimada amb by-pass } 50\% \times 70 / 50$

Els valors obtinguts s'han d'interpretar com una estimació funcional de partida. La seva finalitat és comparar períodes estacionals i percentatges de by-pass, no establir un resultat garantit de procés.

Període	C/N sense by-pass	C/N estimada by-pass 50%	C/N estimada by-pass 60%	C/N estimada by-pass 70%
Hivern	5,64	8,03	9,64	11,25
Primavera	6,22	12,38	14,85	17,33
Estiu	5,17	10,29	12,35	14,41
Tardor	4,42	6,27	7,52	8,78

Taula 4. Estimació funcional de la relació C/N amb by-pass parcial

La lectura dels resultats mostra que l'efecte estimat del by-pass no és homogeni en tots els períodes estacionals. En primavera, la relació C/N funcional de referència s'assoliria ja en l'escenari del 50%. En estiu, s'assoliria en un escenari intermedi entre el 50% i el 60%. En hivern, l'escenari del 70% se situa pròxim a la referència de 11,7, però lleugerament per sota. En tardor, els valors estimats quedarien per sota de la referència funcional fins i tot amb un by-pass del 70%.



Il·lustració 4. C/N estimada amb by-pass parcial

Adicionalment, s'ha estimat el percentatge teòric de by-pass necessari per assolir la relació C/N funcional de referència de 11,7, prenent com a base el valor estimat amb by-pass del 50%.

El criteri de càlcul aplicat és el següent:

- $\% \text{ By-pass mínim estimat} = 50\% \times \text{C/N funcional de referència} / \text{C/N estimada amb by-pass 50\%}$

Període	C/N estimada by-pass 50%	% mínim estimat per assolir C/N 11,7
Hivern	8,03	72,8%
Primavera	12,38	47,3%
Estiu	10,29	56,9%
Tardor	6,27	93,3%

Taula 5. Percentatge mínim estimat de by-pass per assolir C/N = 11,7

Aquests resultats reforcen que l'efecte funcional del by-pass depèn de les condicions estacionals i de la capacitat de regulació del cabal derivat. La relació C/N estimada no depèn únicament del percentatge de by-pass, sinó també de la càrrega orgànica disponible, de la càrrega nitrogenada i del règim real d'explotació de cada període.

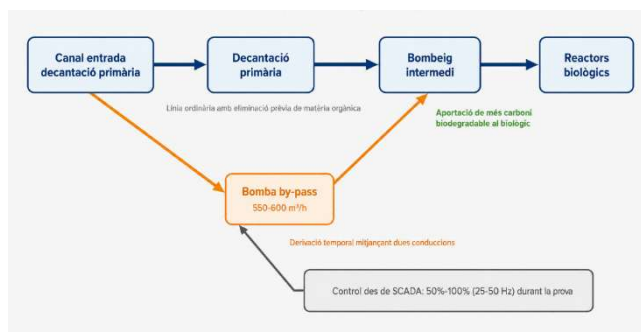
Els valors corresponents als escenaris s'han d'entendre com una interpolació funcional preliminar de sensibilitat, no com una resposta lineal garantida del procés.

5. PROVA PILOT DE BY-PASS PARCIAL

5.1. DESCRIPCIÓ DE LA PROVA PILOT

Com a antecedent operatiu de l'actuació, planta ha executat una prova pilot de by-pass parcial de decantació primària mitjançant una instal·lació temporal de bombeig.

La finalitat de la prova ha estat comprovar, en condicions reals d'explotació, l'efecte de derivar una part de l'aigua d'entrada a decantació primària directament cap al tractament biològic, incrementant així la disponibilitat de matèria orgànica a l'entrada dels reactors.



Il·lustració 5. Esquema funcional de la prova pilot

La prova no constitueix una solució definitiva ni un dimensionament extrapolable de forma directa al conjunt de l'actuació. La seva utilitat principal és aportar informació operativa real sobre l'efecte funcional del by-pass i sobre les limitacions d'un sistema basat en cabal pràcticament fix.

5.2. CONFIGURACIÓ DE LA PROVA

La prova pilot s'ha executat al costat Barcelona de la planta. La configuració instal·lada consisteix en una bomba que succiona del final del canal d'entrada a decantació primària, al costat Barcelona, i impulsa el cabal mitjançant dues conduccions fins a la bassa de bombeig intermedi del mateix costat.



Il·lustració 6. Vista en planta esquema general de la prova

La bomba de by-pass es va connectar elèctricament a la posició de la bomba 4 del bombeig intermedi, fet que permetia la seva encesa, aturada i regulació des de SCADA. Durant la prova, la regulació disponible se situava entre el 50% i el 100% de funcionament, equivalent aproximadament a un rang de freqüència de 25–50 Hz.



Il·lustració 7. Punt de captació, traçat de conduccions i punt de retorn

5.3. FUNCIONAMENT HIDRÀULIC DURANT LA PROVA

El cabal real observat durant la prova pilot s'ha situat aproximadament entre 550 i 600 m³/h. Aquest valor correspon al cabal efectivament impulsat pel sistema temporal instal·lat.

Una de les principals limitacions operatives de la prova és que el cabal impulsat es mantenia en un rang pràcticament fix, mentre que el cabal d'entrada al tractament biològic variava al llarg del dia. Com a conseqüència, el percentatge real de by-pass respecte del cabal tractat pel bloc funcional no era constant.

En situacions de major cabal d'entrada al biològic, el percentatge efectiu de by-pass disminuïa, mentre que en situacions de menor cabal el mateix cabal fix de by-pass representava un percentatge superior sobre el cabal tractat.

Aquesta lectura és rellevant per al futur sistema, ja que el by-pass ha de poder adaptar-se a les condicions reals de cabal i càrrega de la planta. Un sistema de cabal fix pot resultar insuficient en els moments de major necessitat funcional i excessiu en condicions de baix cabal.

5.4. RESULTATS FUNCIONALS OBSERVATS

Els resultats disponibles de la prova pilot indiquen una millora de la relació C/N en els períodes analitzats. Aquesta millora és coherent amb l'objectiu funcional del by-pass: incrementar la fracció de matèria orgànica que arriba al tractament biològic evitant parcialment la seva retirada en decantació primària.

Període	C/N sense by-pass	C/N observada amb prova pilot	Increment aproximat (%)
Hivern	5,64	8,03	+42%
Primavera	6,22	12,38	+99%

Taula 6. Resultats disponibles de C/N associats a la prova pilot

No es disposa de resultats equivalents de prova pilot per als períodes d'estiu i tardor.

Els resultats mostren una millora apreciable de la relació C/N, especialment durant el període de primavera. En hivern, la millora també és significativa, si bé el valor obtingut queda per sota de la relació funcional de referència de 11,7.

El cabal assajat durant la prova pilot, de l'ordre de 550 - 600 m³/h, és inferior al rang funcional preliminar de by-pass definit per a l'actuació, situat en l'ordre de 3.000 - 6.000 m³/h.

Aquesta diferència d'escala no invalida la prova, però sí impedeix extrapolar directament la solució temporal com a dimensionament definitiu. La prova pilot s'ha d'interpretar com una comprovació funcional i operativa, no com una definició de capacitat del futur sistema.

La seva aportació principal és doble:

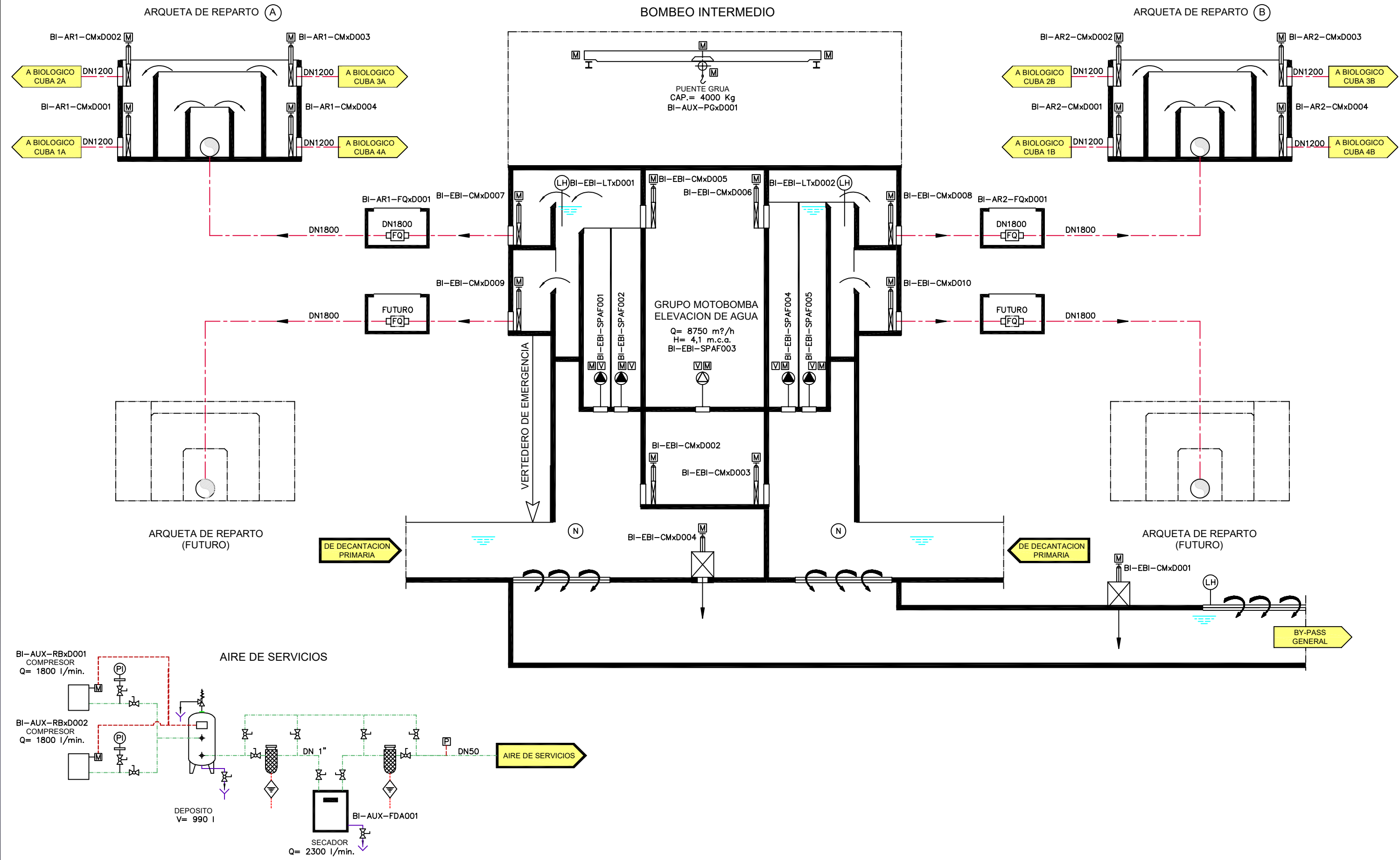
- Confirma que la derivació parcial pot incrementar la relació C/N.
- Evidencia la necessitat d'un sistema capaç d'adaptar el cabal derivat.

La prova pilot permet contrastar la viabilitat funcional del concepte de by-pass parcial a l'escala assajada, si bé no predetermina la solució constructiva ni el dimensionament final del sistema.

ANNEX nº2

EXTRACTE PLÀNOLS. AS BUILT EDAR PRAT DE LLOBREGAT

DEPARTAMENTO: ESCALA: REVISION: 1
NOM. FICH.: L-00-008
ESC.: A1
FECHA EMISION: FEBRERO-04



U.T.E. DEPURBAIXLA:
CNEI. SAEVigo sca, sjs



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.º 3381

TITULO PROYECTO:
PROYECTO DE LIQUIDACION
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
SIN ESCALA

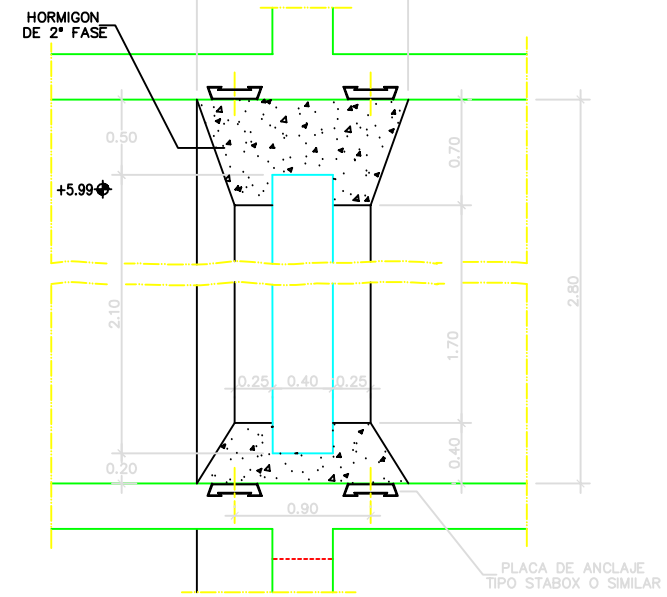
TITULO DEL PLANO:
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO
LINEA DE AGUA
BOMBEO INTERMEDIO Y OBRAS DE REPARTO

PLANO N.º :
DF.05
FECHA :
FEBRERO 2004

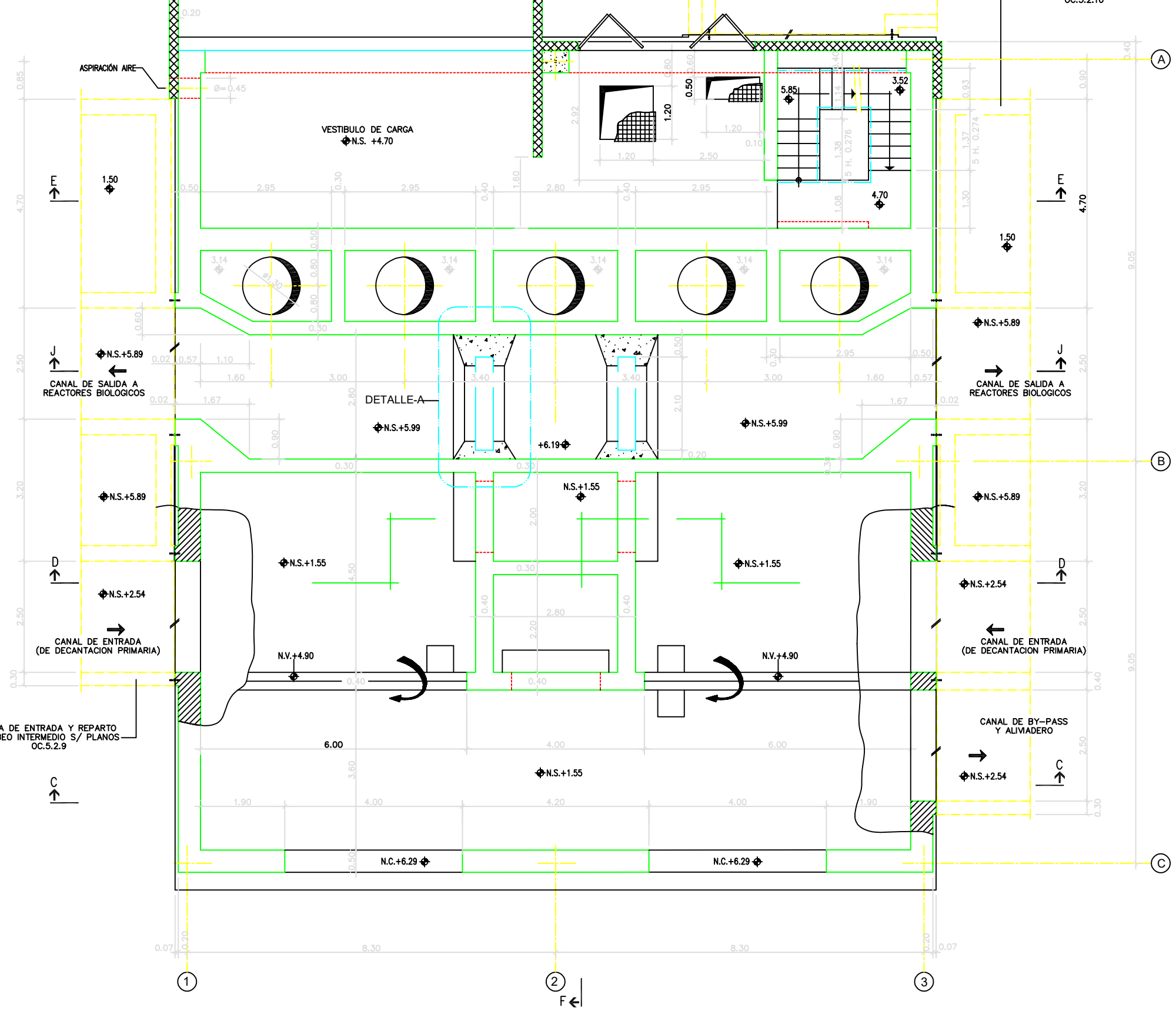
CENTRO DE TRANSFORMACION
SEGUN PLANO OC.5.2.1

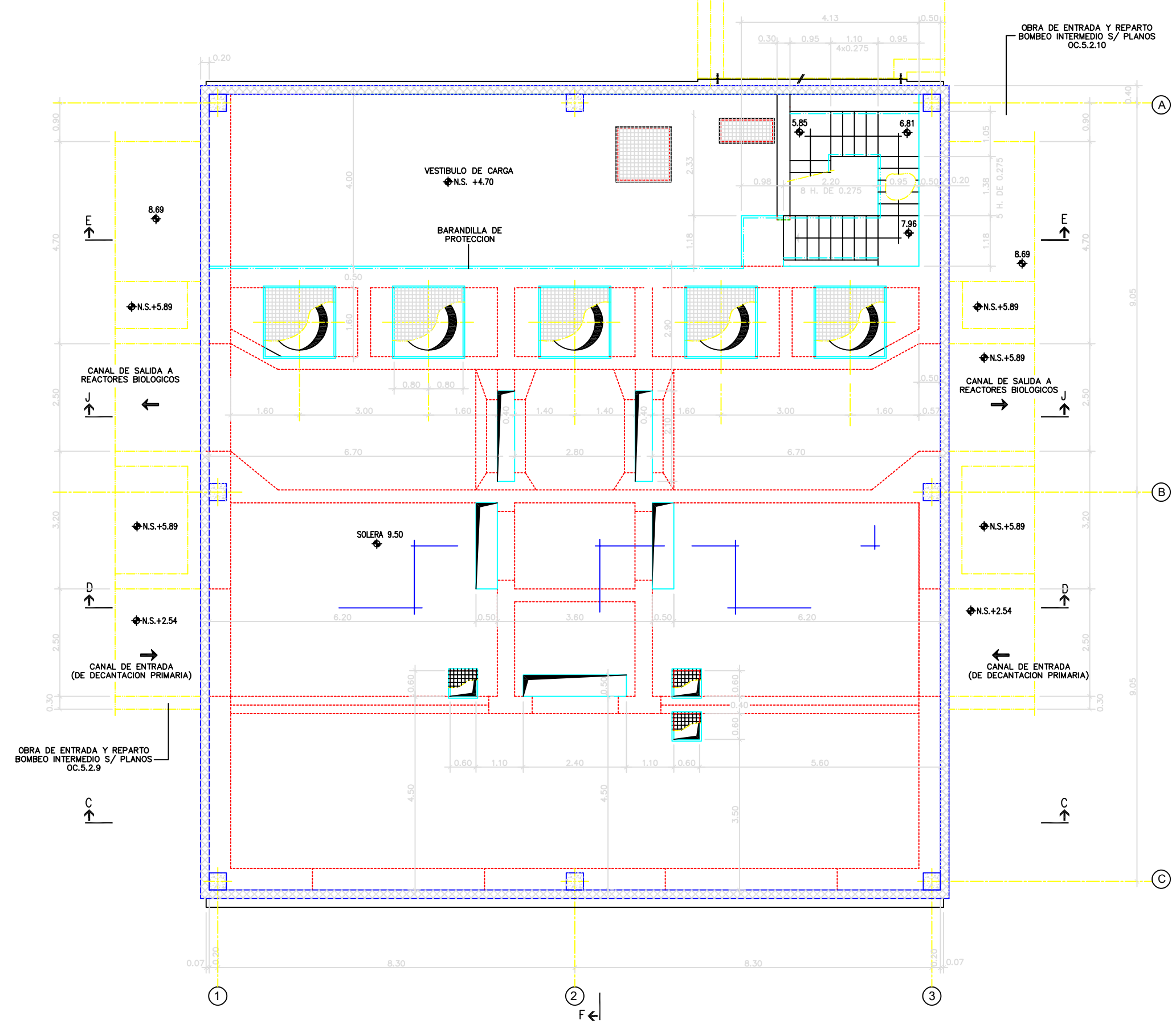
OBRA DE ENTRADA Y REPARTO
BOMBEO INTERMEDIO S/ PLANOS
OC.5.2.10

HORMIGON
DE 2ª FASE

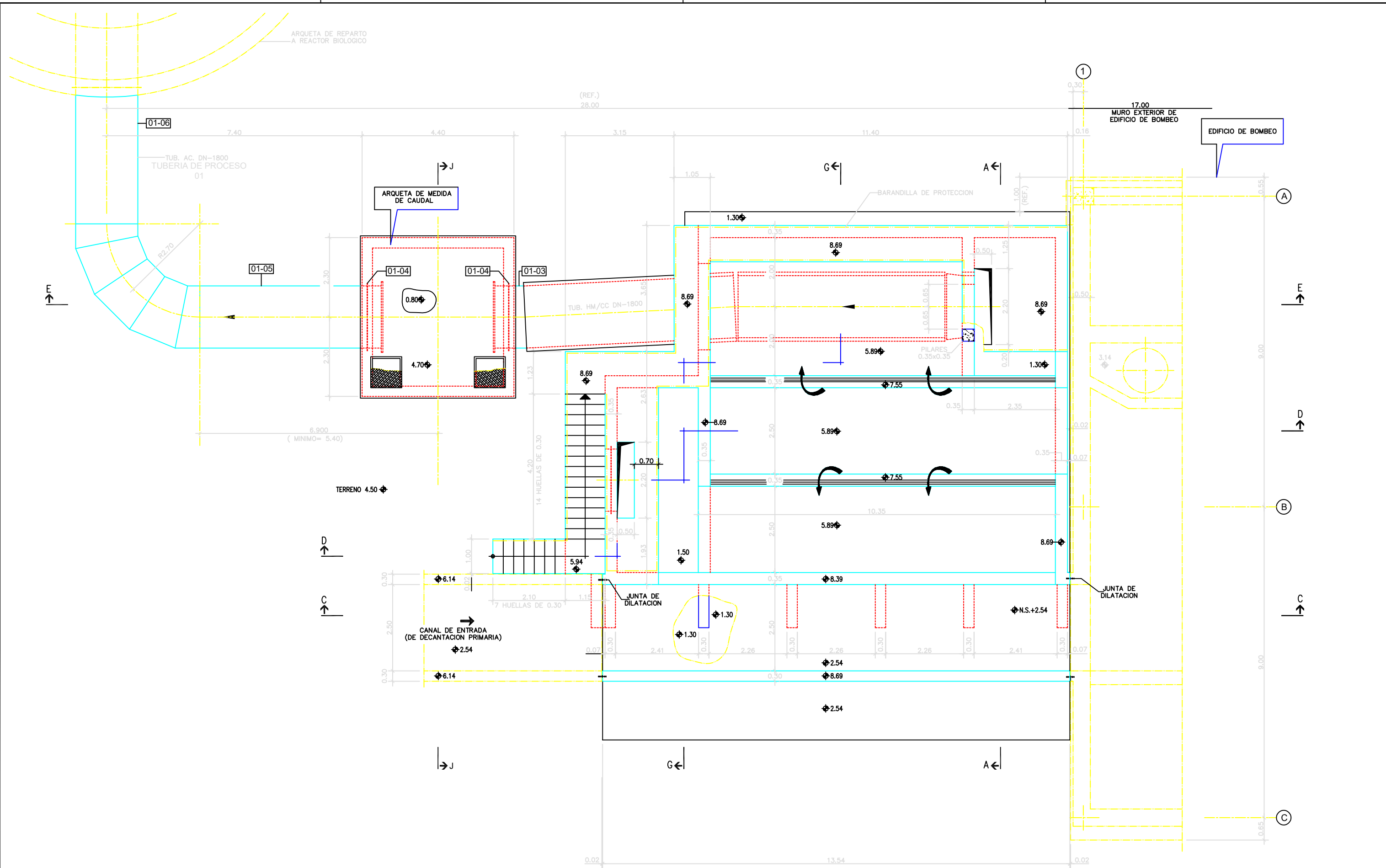


DETALLE-A
ESCALA 1/25





DEPARTAMENTO OBRAS
ESCALA 1/50
REVISION 0
NOM. FICH. A1
ESQ. PLOTTER L-05-046
FECHA EMISION FEBRERO 2004



U.T.E. DEPURBAIXLA:
ACS
PROYECTOS, OBRAS Y CONSTRUCCIONES

Agbar
SOCIETAT GENERAL D'AGÜES DE BARCELONA, S.A.

Dragados
Obras y Proyectos

PRADISE
TRATAMIENTO DE AGUAS Y RESIDUOS

INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGADO N.6381

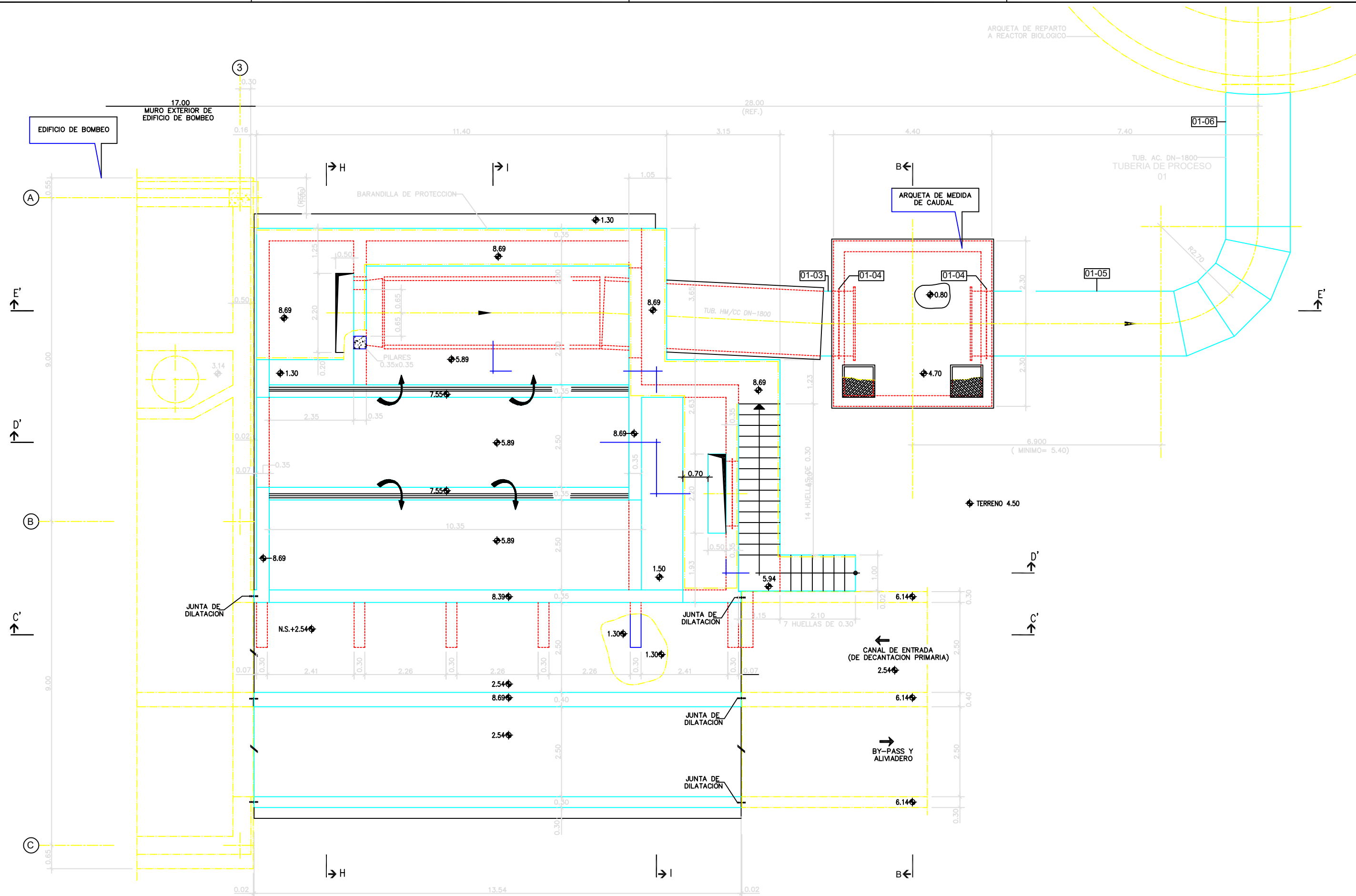
TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT
LINEA DE AGUA.

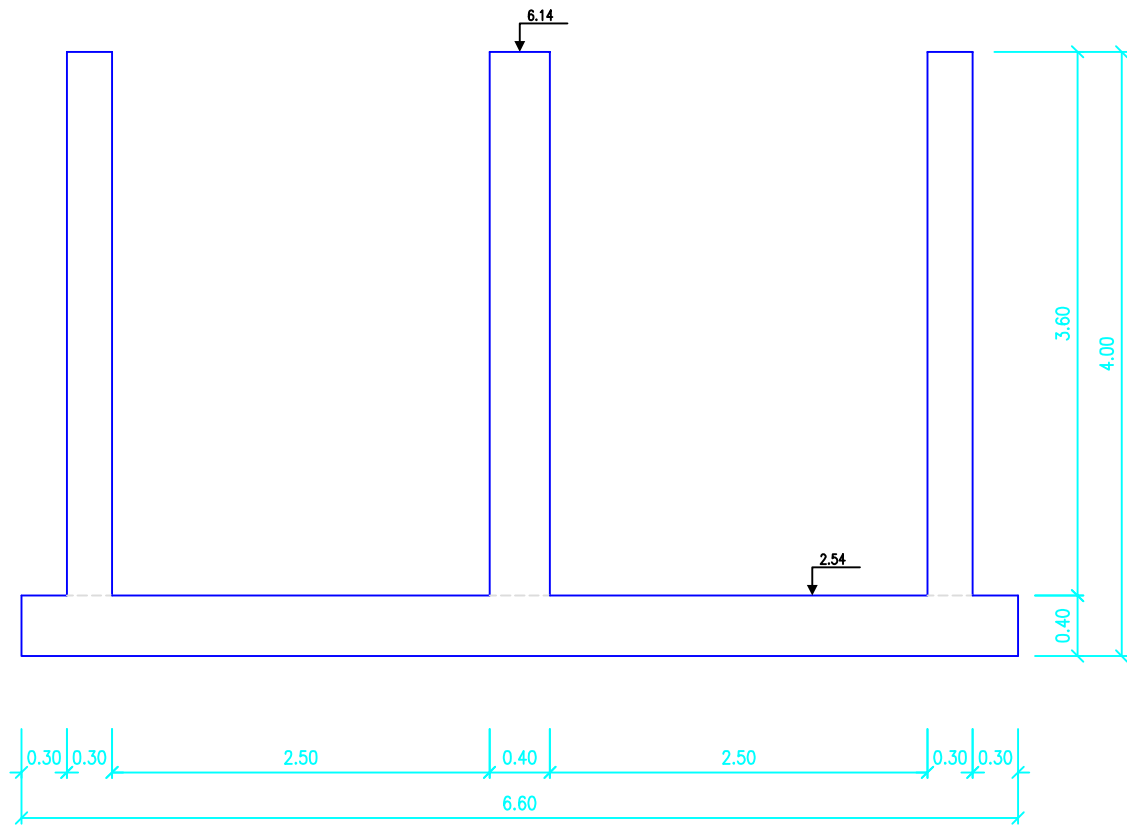
ESCALAS:
ESCALA DIN-A1:-50
ESCALA DIN-A3:-100

TITULO DEL PLANO:
BOMBEO INTERMEDIO
REPARTO A BIOLOGICO Y MEDIDA DE CAUDAL
PLANTA (ZONA 01)

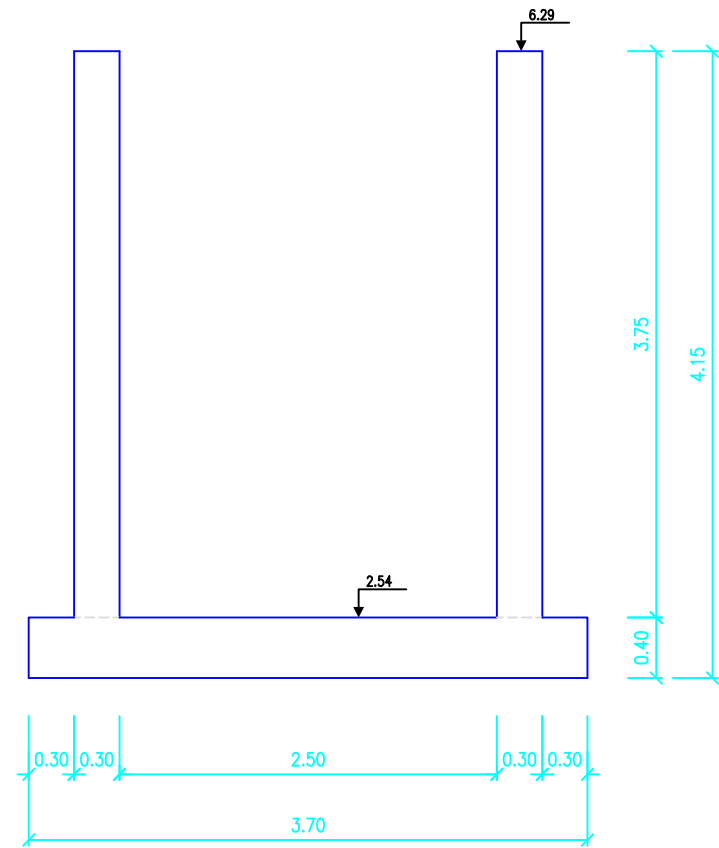
PLANO Nº :
OC.5.3.1
FECHA :
FEBRERO 2004

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/50	0	A1	L-05-047	1=0.05	FEBRERO 2004

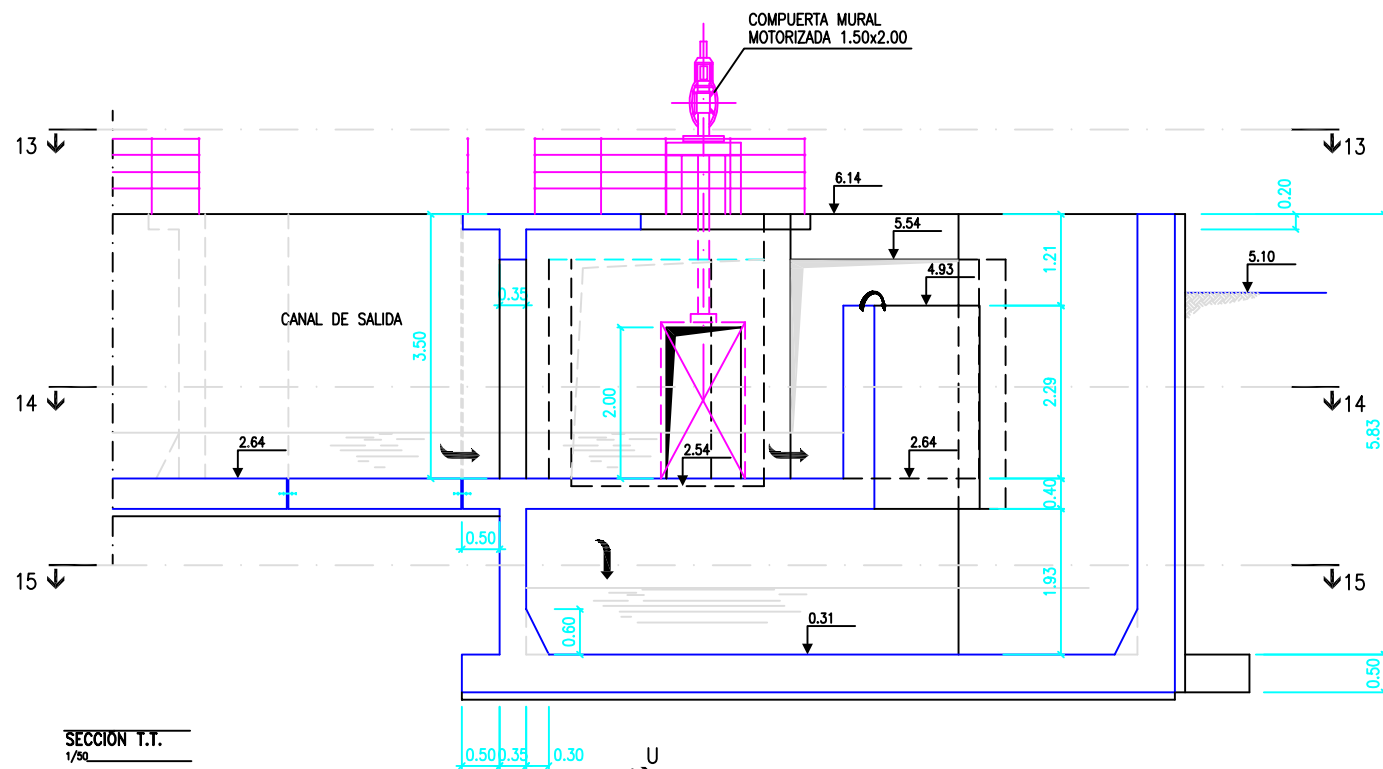




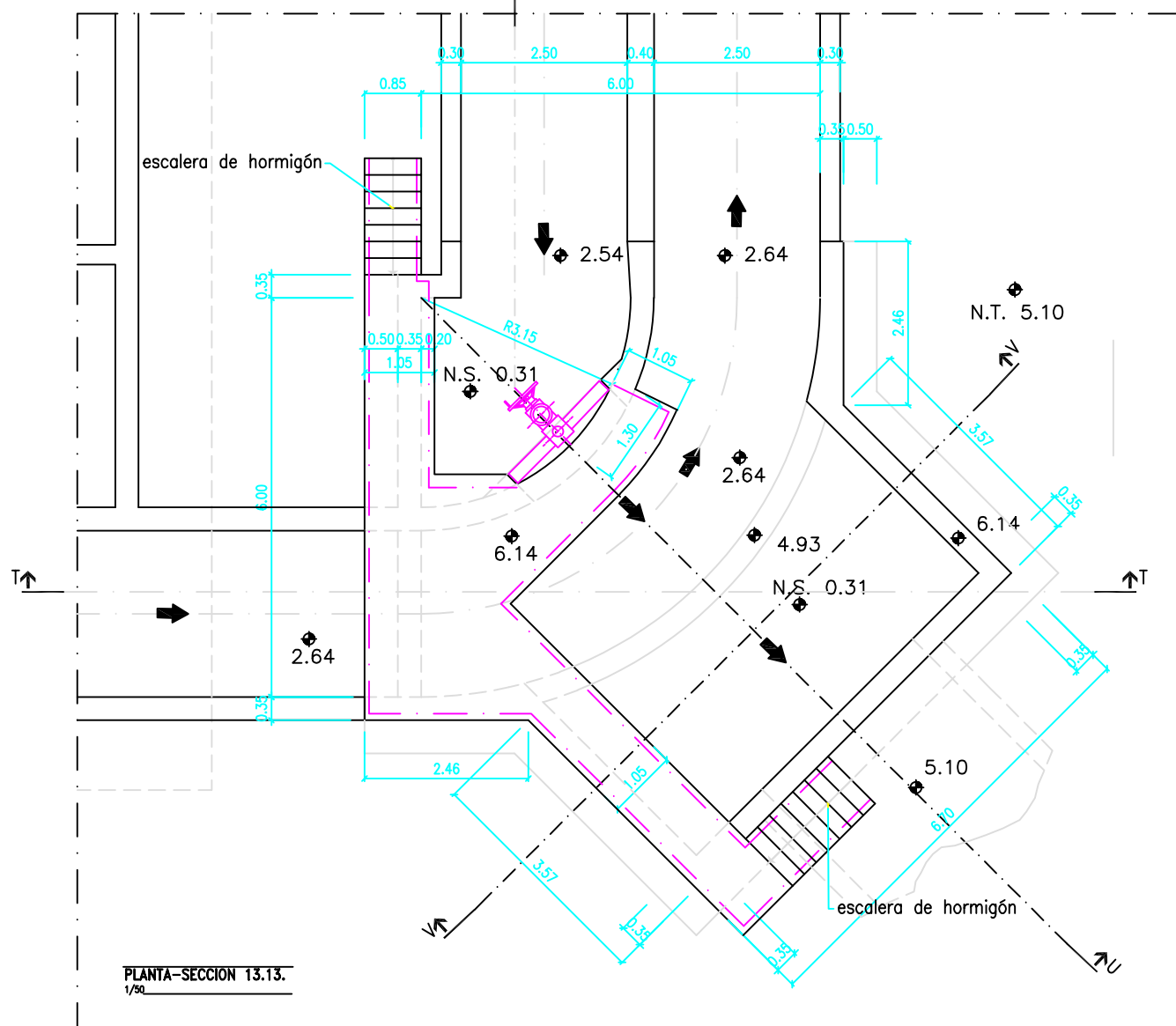
SECCION TIPO EN MODULOS C-8-9-10-11
1/25



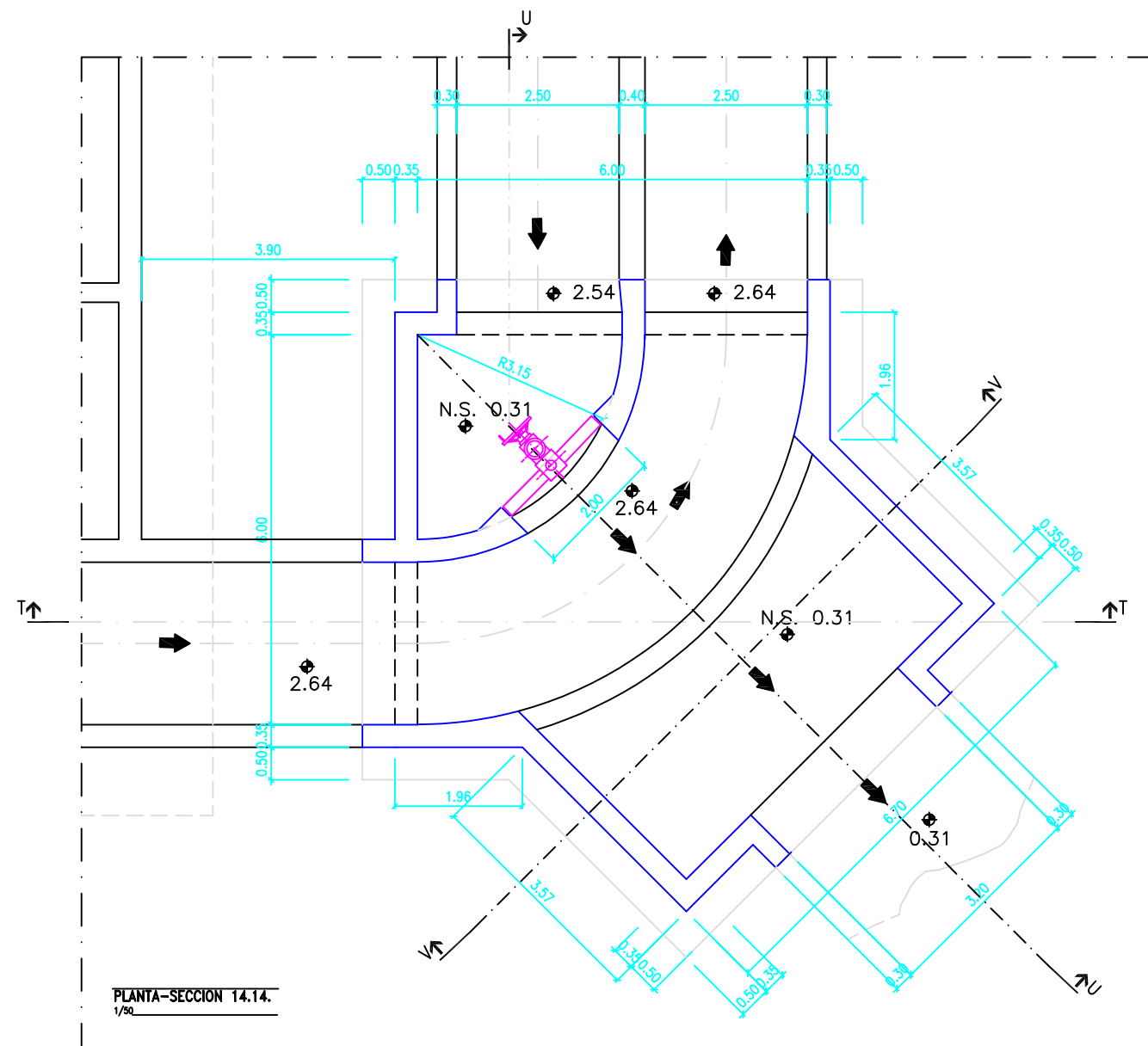
SECCION TIPO EN MODULOS C-6-7
1/25



SECCION T.T.
1/50

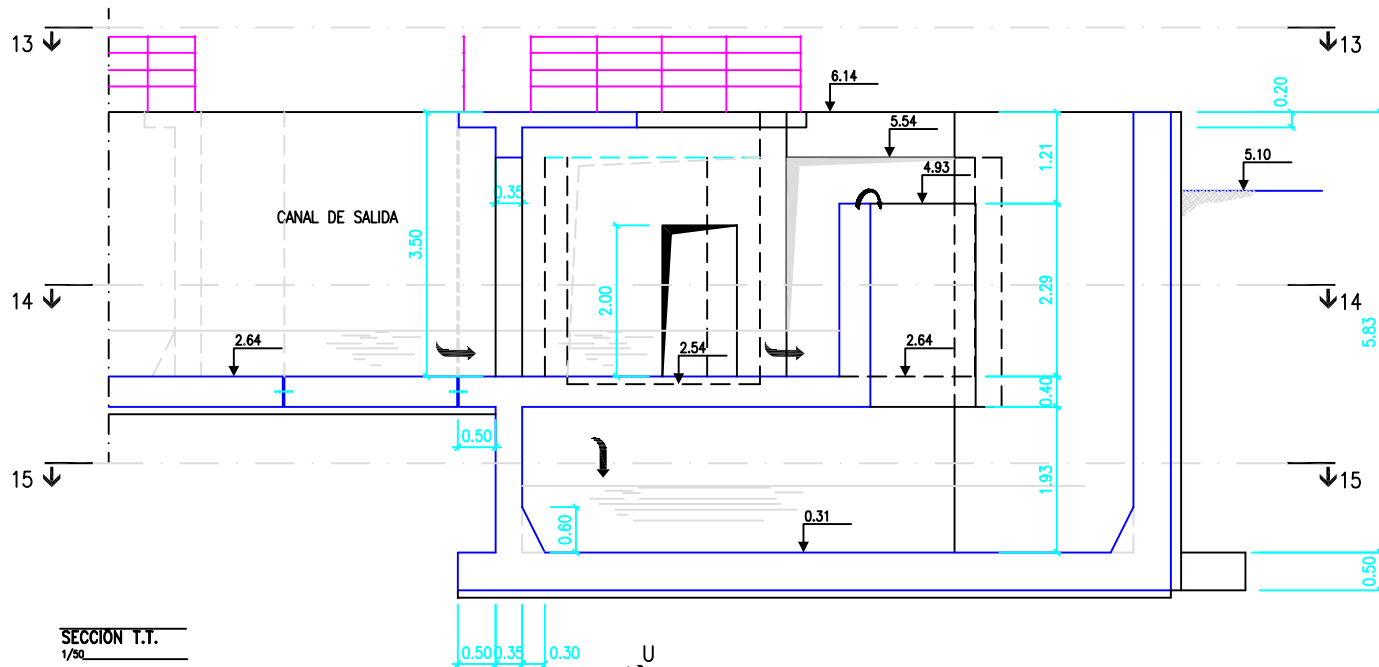


PLANTA-SECCION 13.13.
1/50

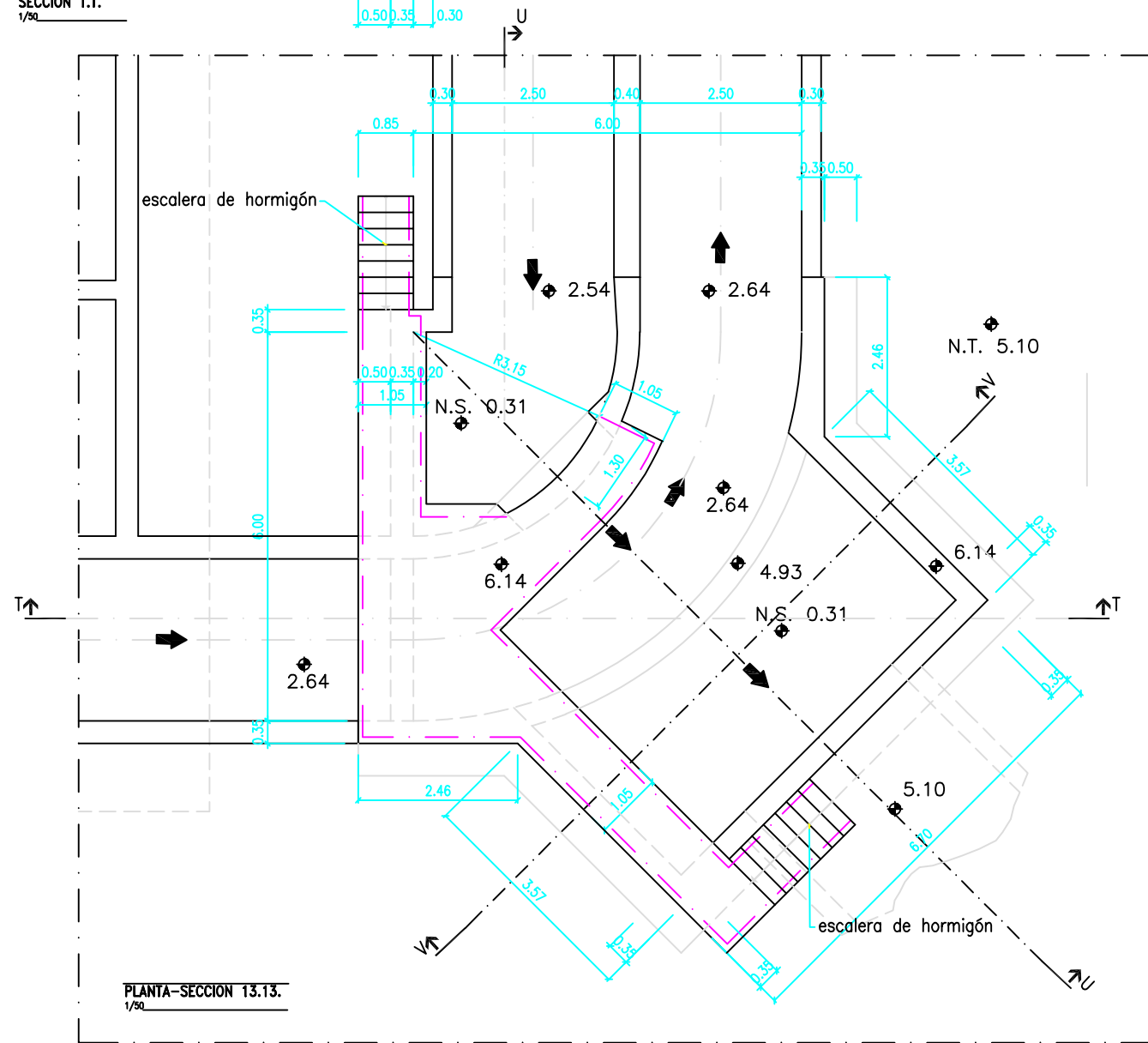


PLANTA-SECCION 14.14.
1/50

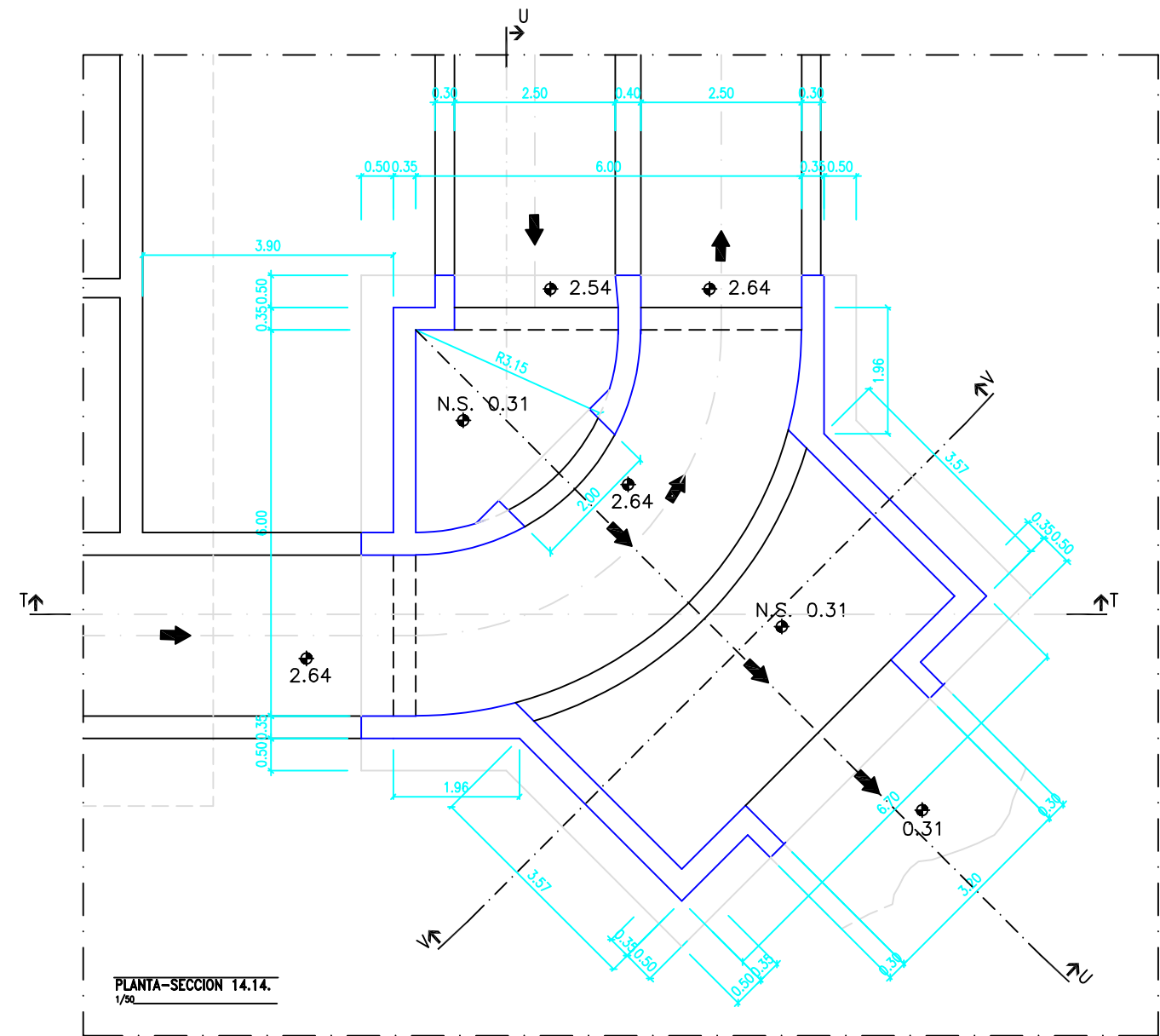
DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/50	0	A1	L-04-044	1=0.05	FEBRERO 2004



SECCION T.T.
1/50

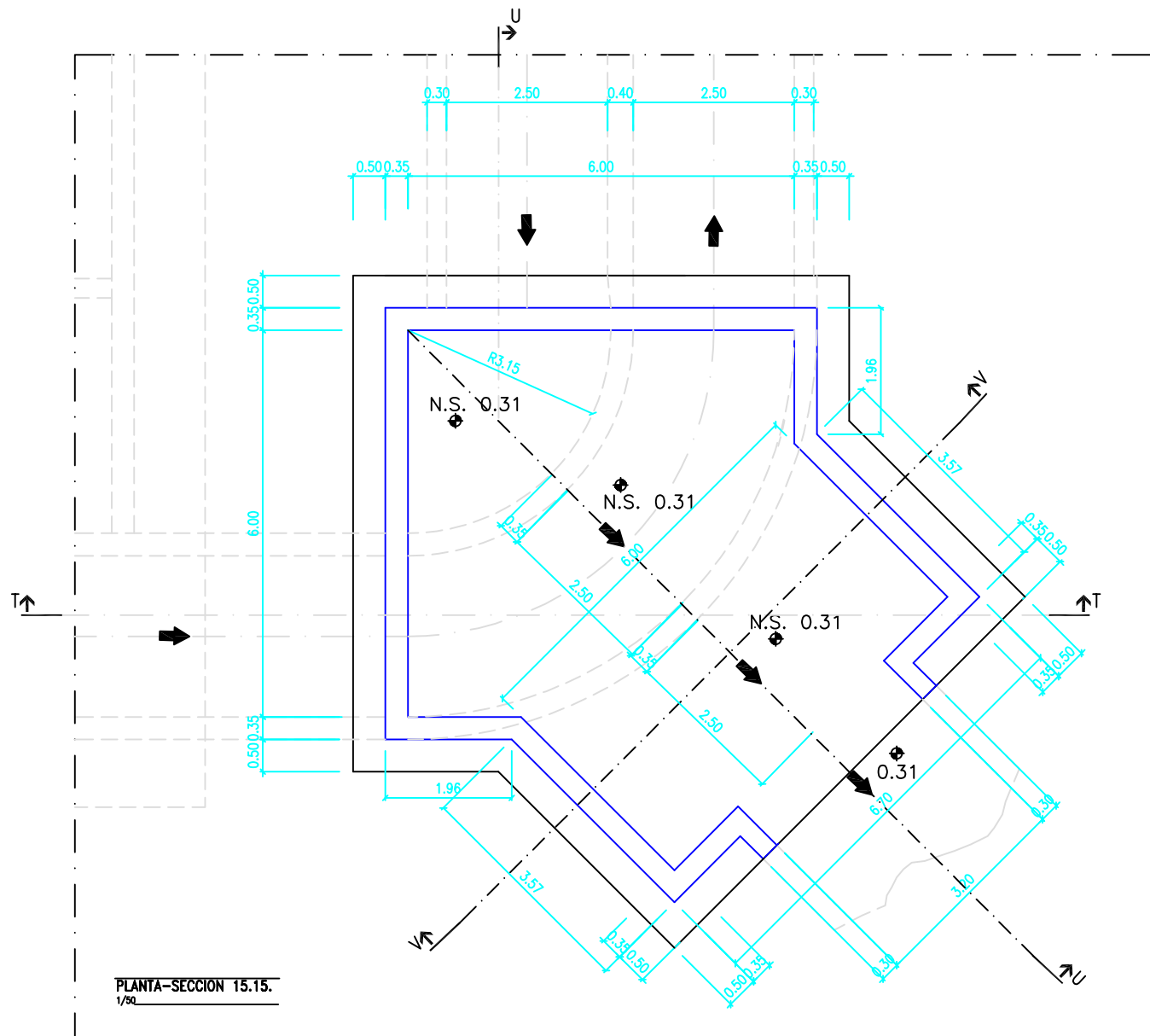
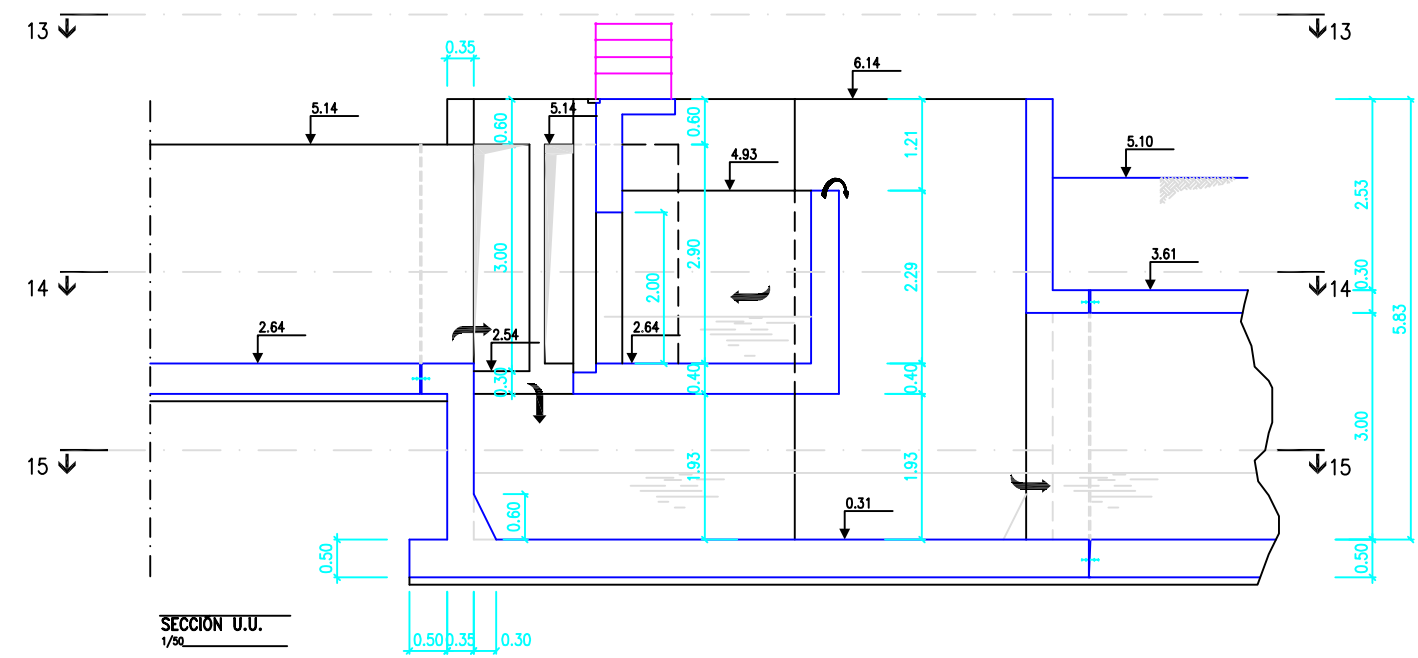
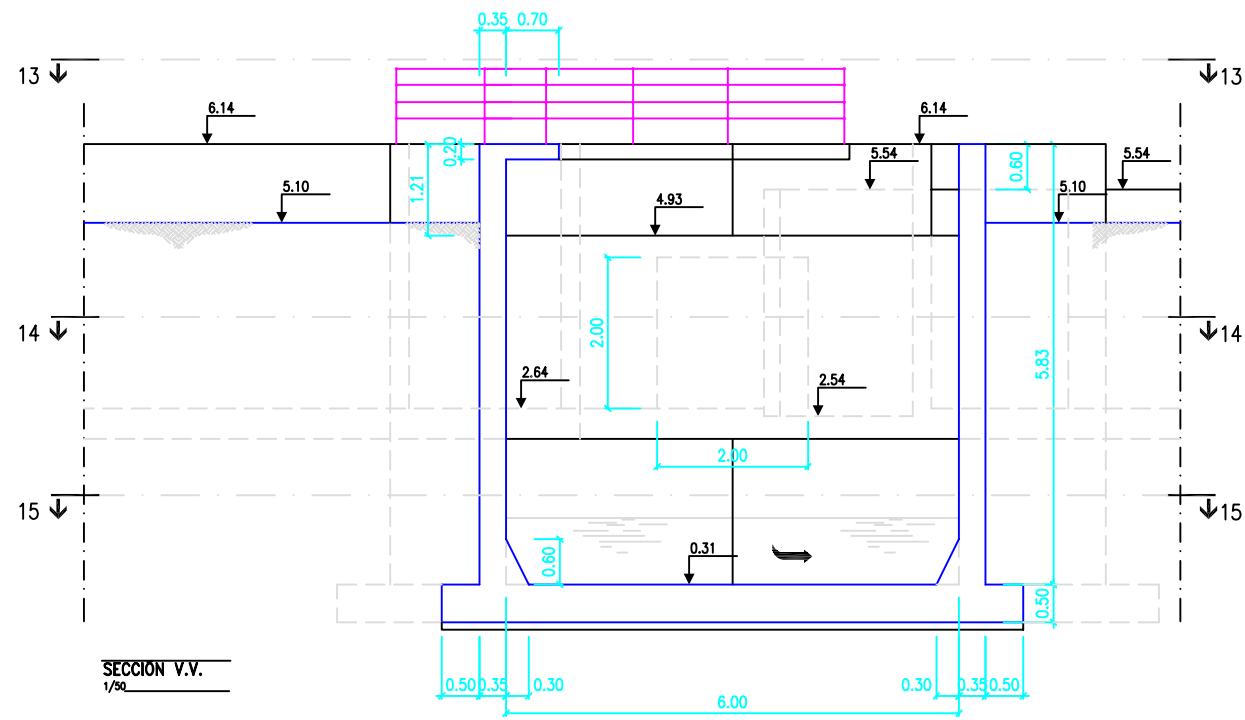


PLANTA-SECCION 13.13.
1/50



PLANTA-SECCION 14.14
1/50

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/50	0	A1	L-04-045	1=0.05	FEBRERO 2004



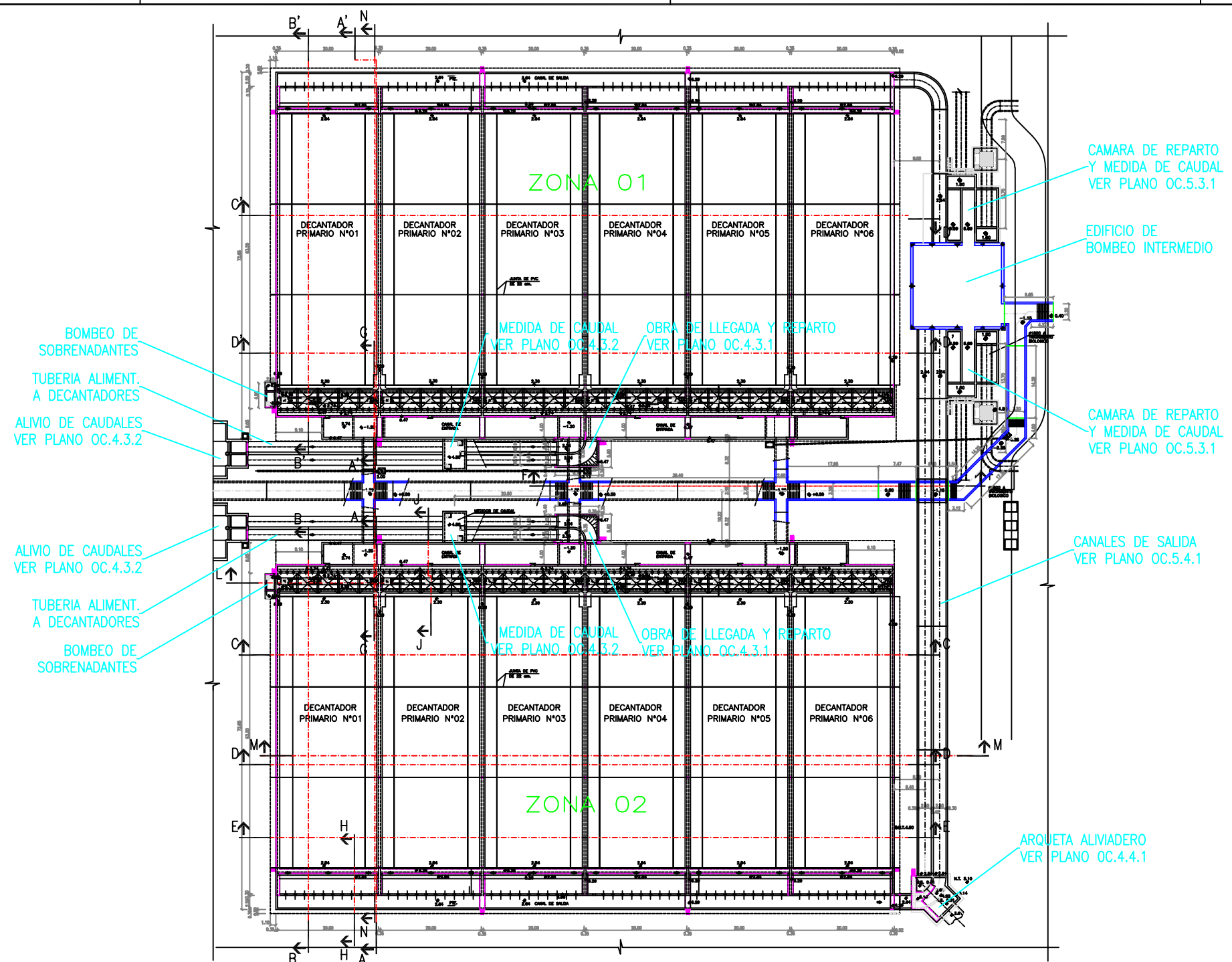
INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.º 8381

TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

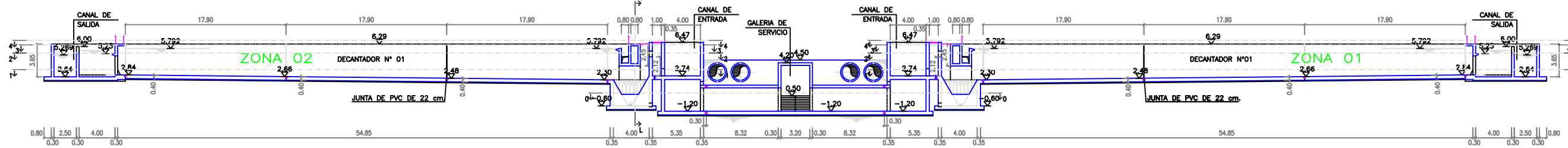
ESCALAS:
ESCALA DIN-A1:1:50
ESCALA DIN-A3:1:100

TITULO DEL PLANO:
DECANTADORES PRIMARIOS
ARQUETA ALIVIADERO
FORMAS II

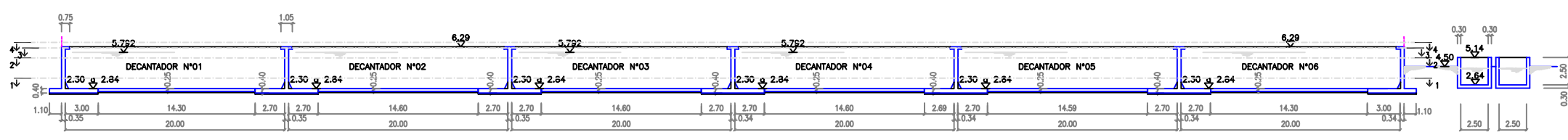
PLANO Nº :
OC.4.4.2
FECHA :
FEBRERO 2004



PLANTA GENERAL DECANCIÓN PRIMARIA
1/500



SECCION LONGITUDINAL N.N.
1/250



SECCION TRANSVERSAL M.M.
1/250



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.º 8381

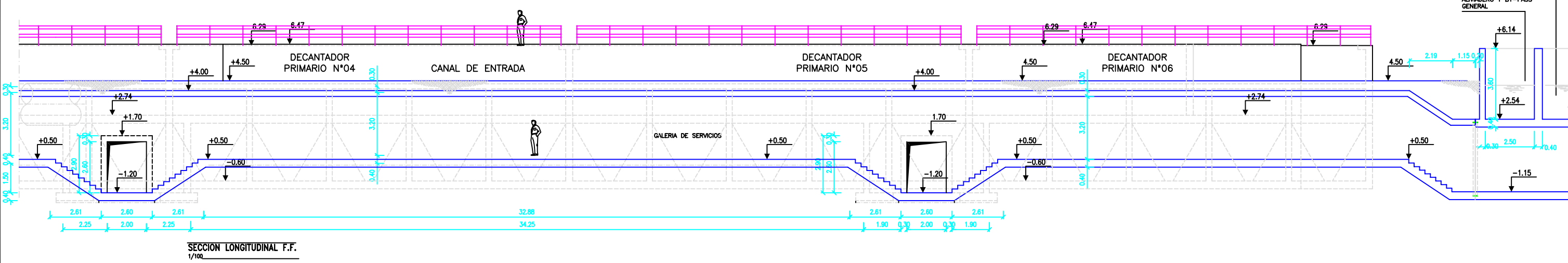
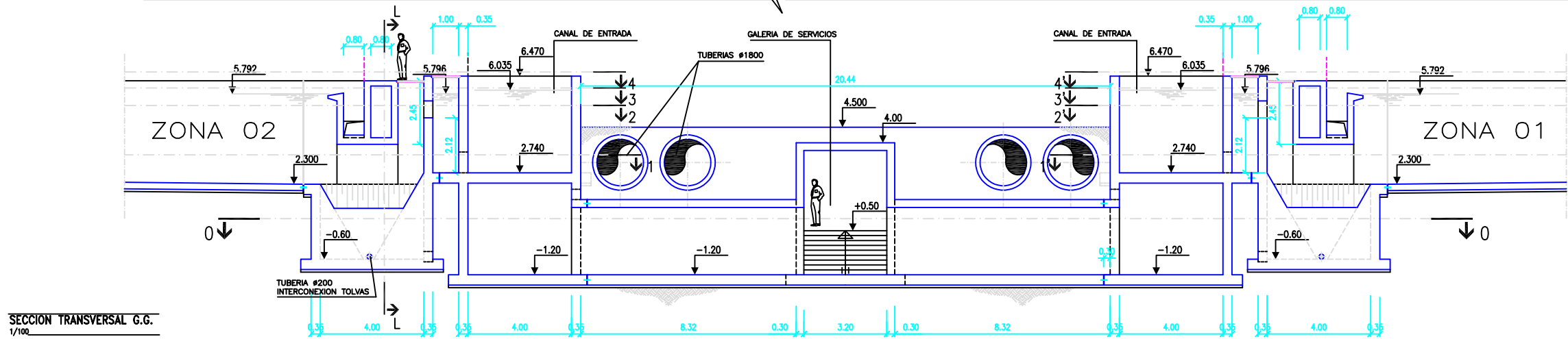
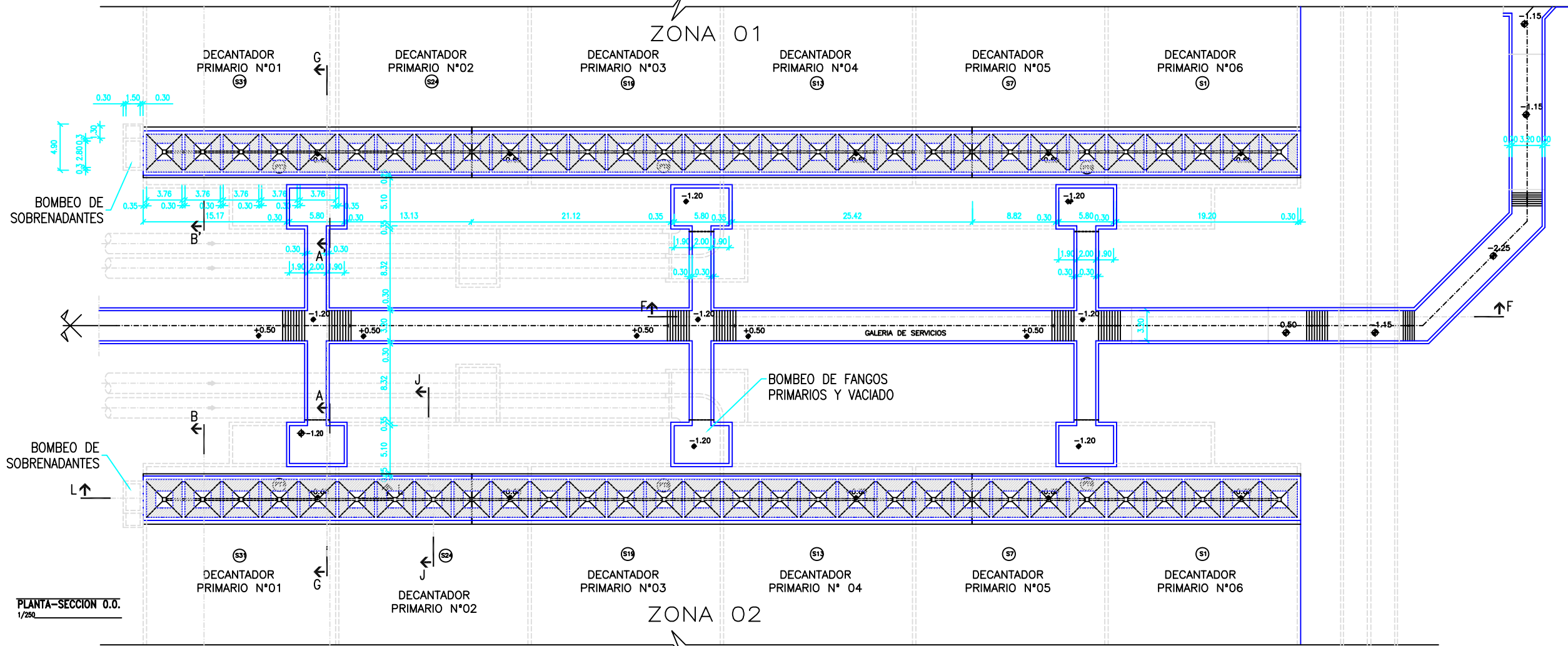
TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
ESCALA DIN-A1:1:500
ESCALA DIN-A3:1:1000

TITULO DEL PLANO:
DECANTADORES PRIMARIOS
PLANTA GENERAL
SECCION LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL

PLANO N° :
OC.4.1.1
FECHA :
FEBRERO 2004

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/250	0	A1	L-04-002	1=0.25	FEBRERO 2004



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIO N.º 8381

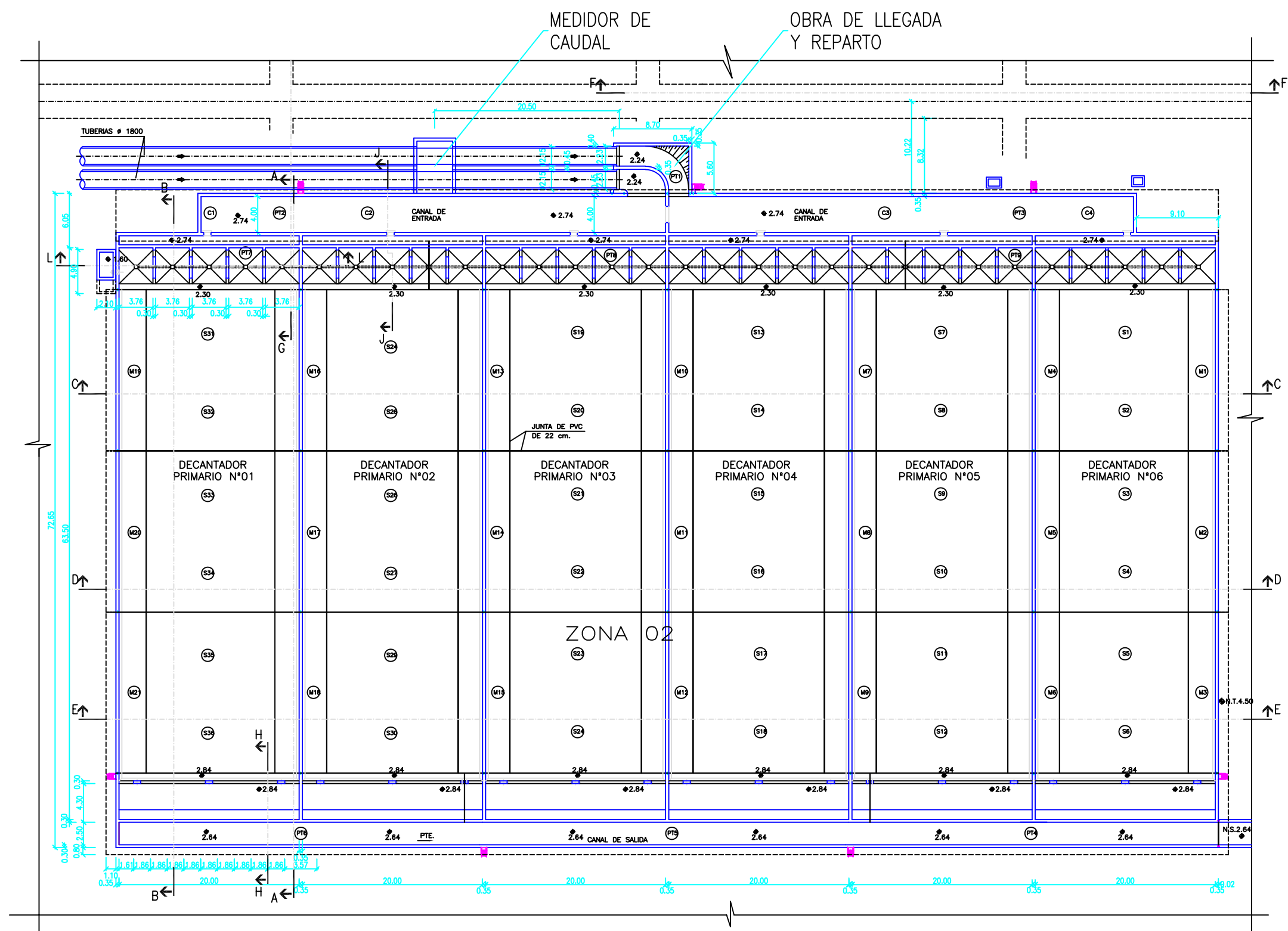
TITULO PROYECTO
**PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.**

ESCALAS:
ESCALA DIN-A1: 1:250
ESCALA DIN-A3: 1:500

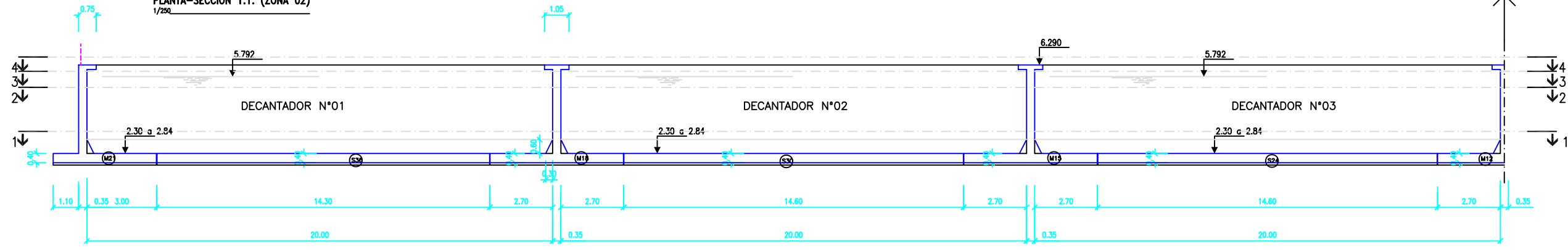
TITULO DEL PLANO:
**DECANTADORES PRIMARIOS
PLANTA GENERAL
PLANTA SECCION 0-0**

PLANO N° :
OC.4.1.2
FECHA :
FEBRERO 2004

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/250	0	A1	L-04-003	1=0.25	FEBRERO 2004



PLANTA-SECCION 1.1. (ZONA 02)
1/250



SECCION TRANSVERSAL E.E. (ZONA 02)
1/100



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.º 8381

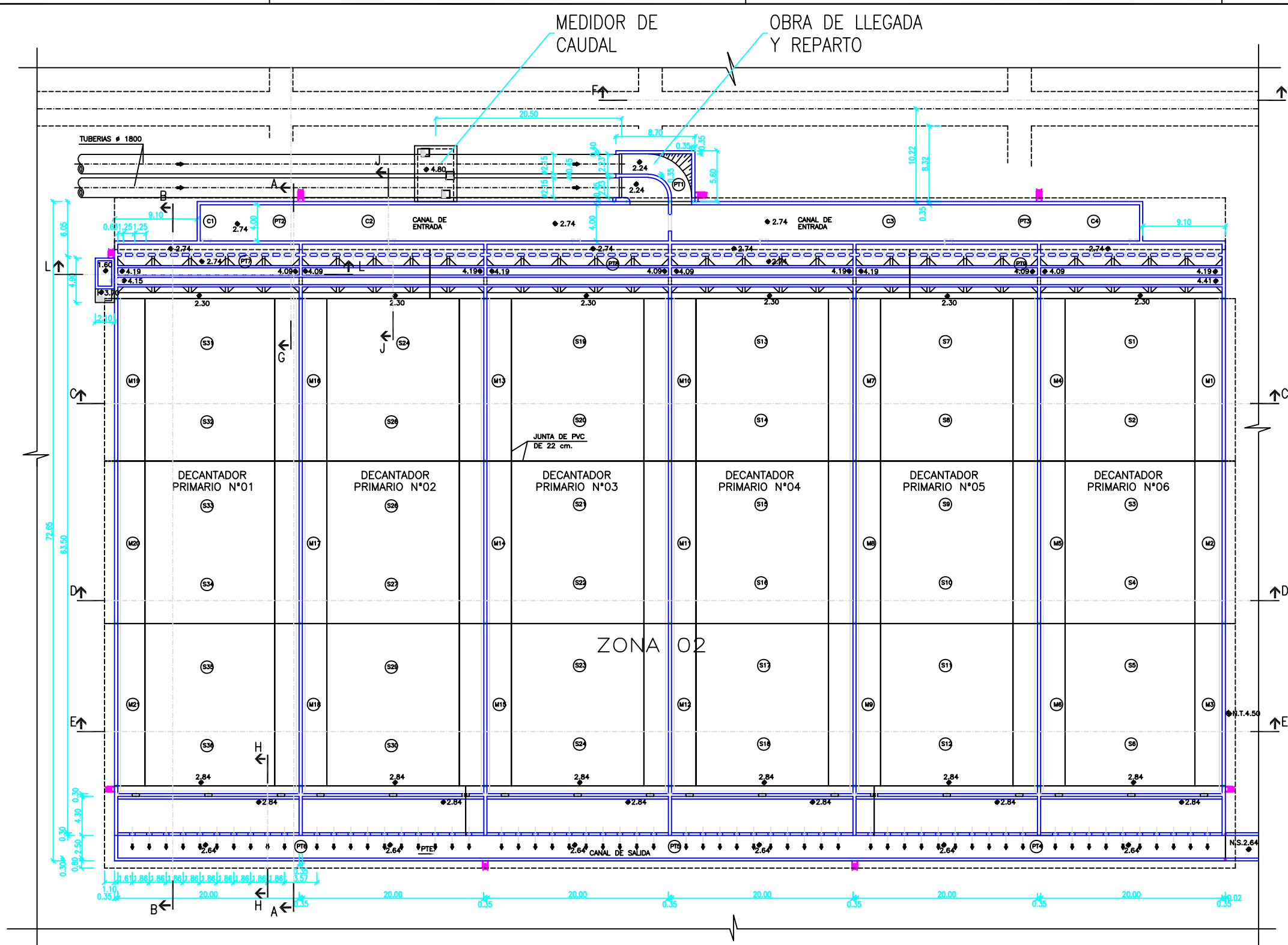
TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
ESCALA DIN-A1: 1:250
ESCALA DIN-A3: 1:500

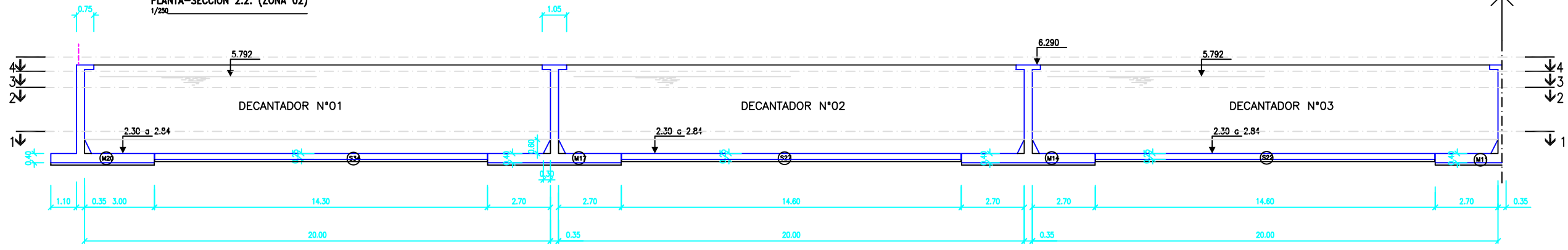
TITULO DEL PLANO:
DECANTADORES PRIMARIOS
PLANTA GENERAL
PLANTA SECCION 1.1 (ZONA 02)

PLANO N° :
OC.4.1.3
FECHA :
FEBRERO 2004

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/250	0	A1	L-04-004	1=0.25	FEBRERO 2004



PLANTA-SECCION 2.2. (ZONA 02)
1/250



SECCION TRANSVERSAL D.D. (ZONA 02)
1/100



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGADO N.º 8381

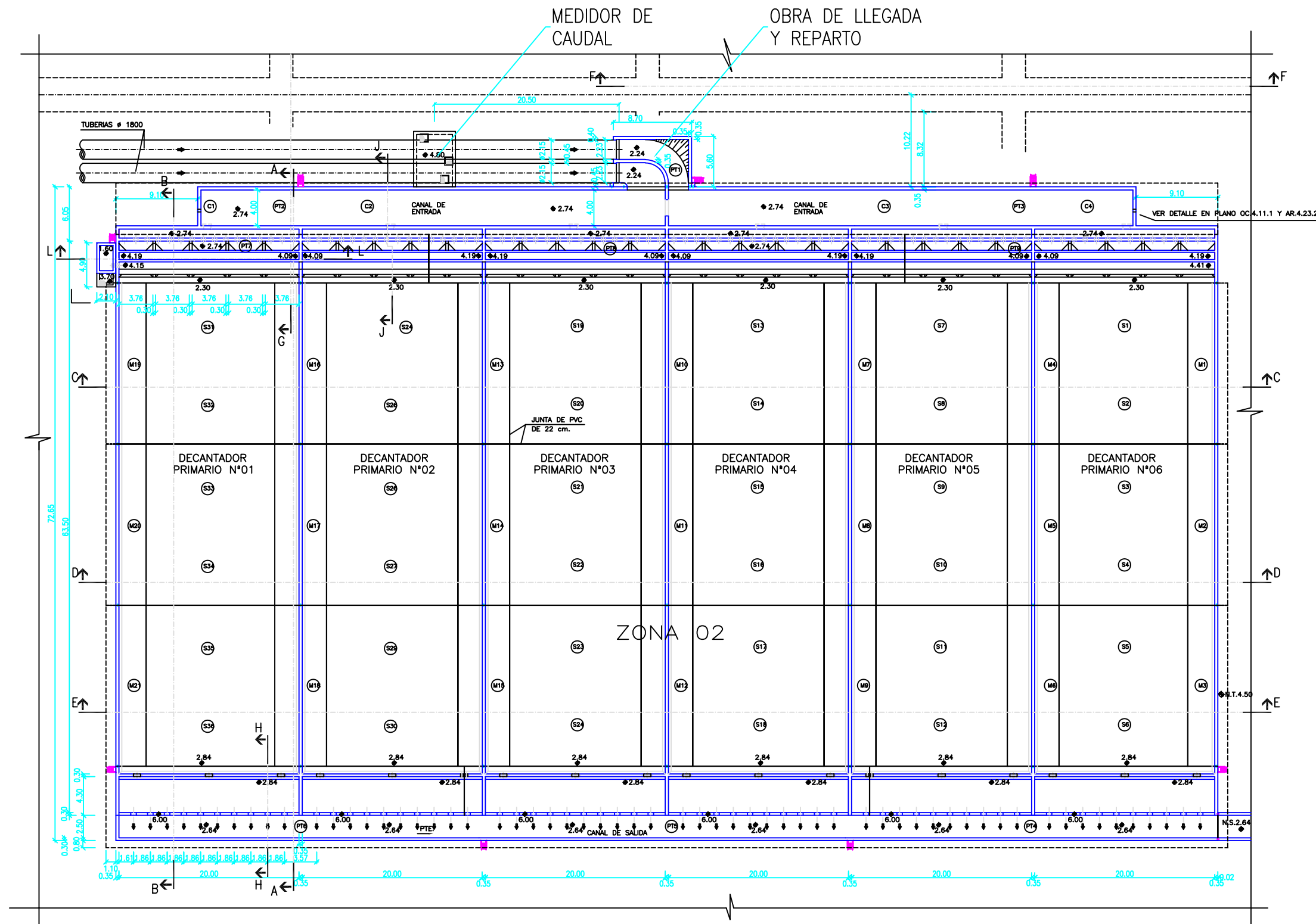
TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
ESCALA DIN-A1:1:250
ESCALA DIN-A3:1:500

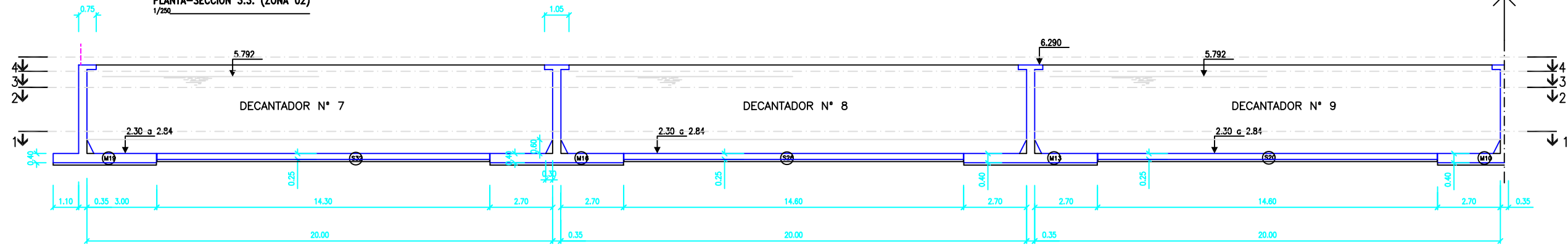
TITULO DEL PLANO:
DECANTADORES PRIMARIOS
PLANTA GENERAL
PLANTA SECCION 2.2 (ZONA 02)

PLANO N° :
OC.4.1.4
FECHA :
FEBRERO 2004

DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/250	0	A1	L-04-005	1=0.25	FEBRERO 2004



PLANTA-SECCION 3.3. (ZONA 02)
1/250



SECCION TRANSVERSAL C.C. (ZONA 02)
1/100



INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.º 8381

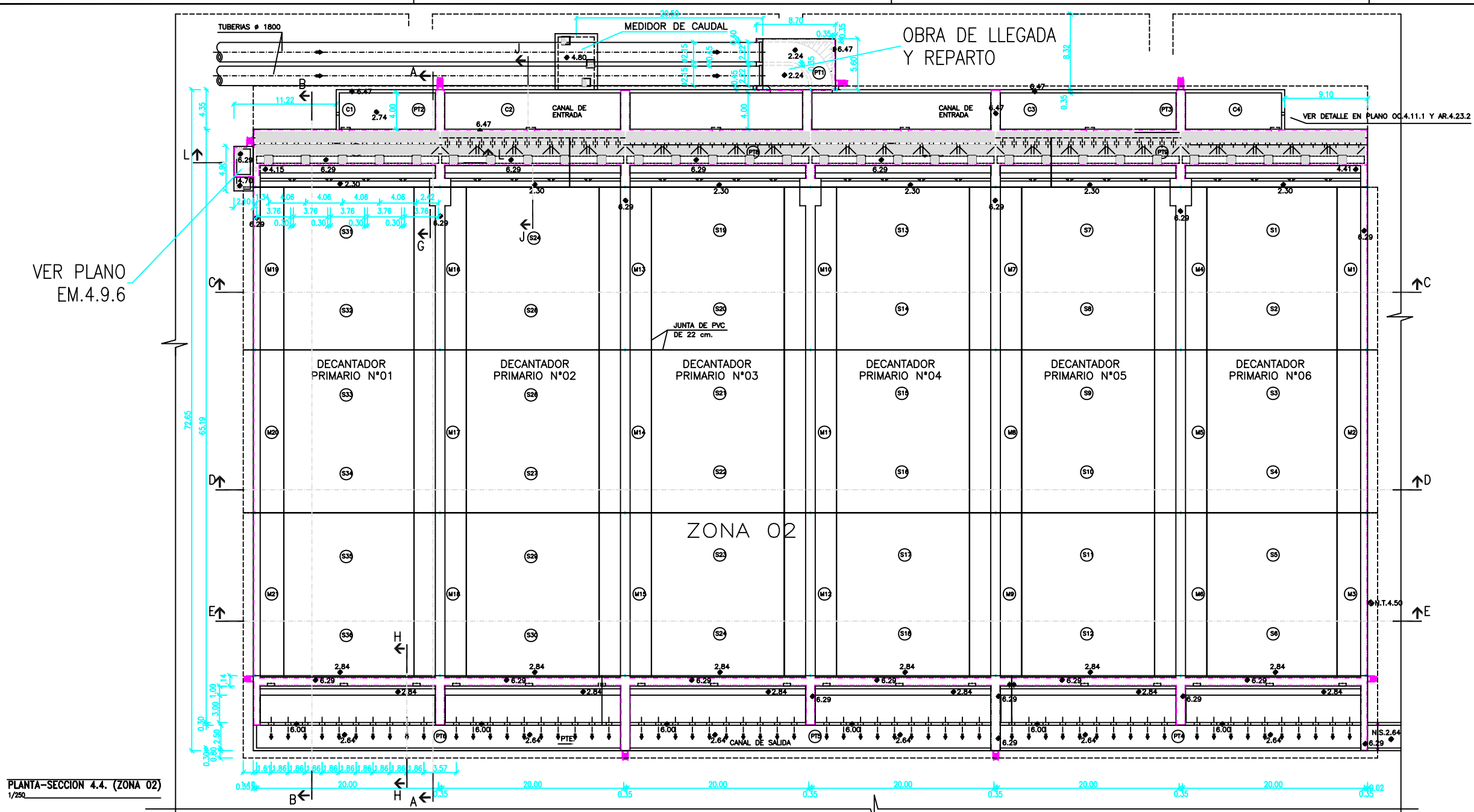
TITULO PROYECTO
PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.

ESCALAS:
ESCALA DIN-A1: 1:250
ESCALA DIN-A3: 1:500

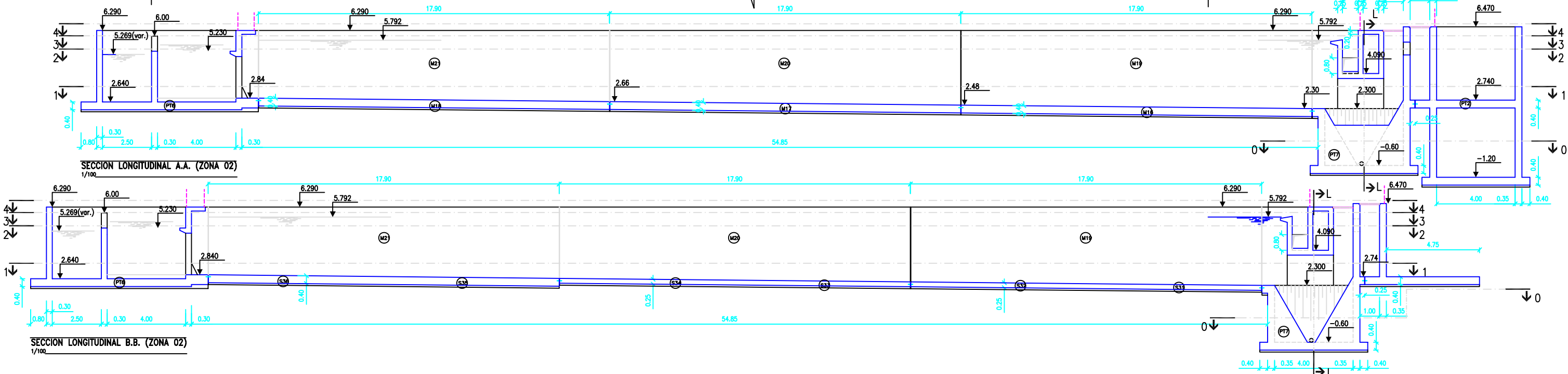
TITULO DEL PLANO:
DECANTADORES PRIMARIOS
PLANTA GENERAL
PLANTA SECCION 3.3 (ZONA 02)

PLANO Nº :
OC.4.1.5
FECHA :
FEBRERO 2004

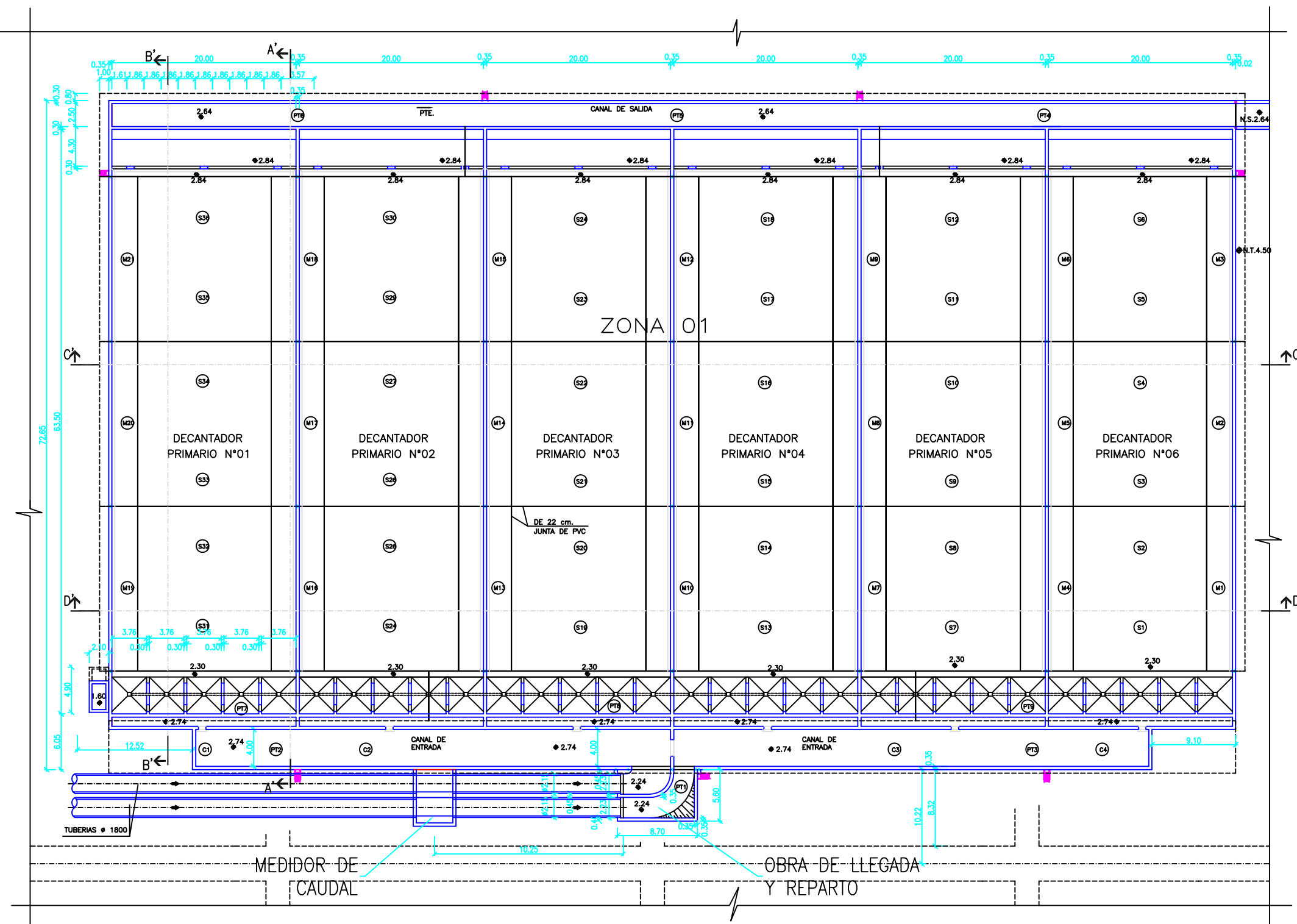
DEPARTAMENTO	ESCALA	REVISION	FORMATO	NOM. FICH.	ESC. PLOTTER	FECHA EMISION
OBRA	1/250	0	A1	L-04-008	1=0.25	FEBRERO 2004



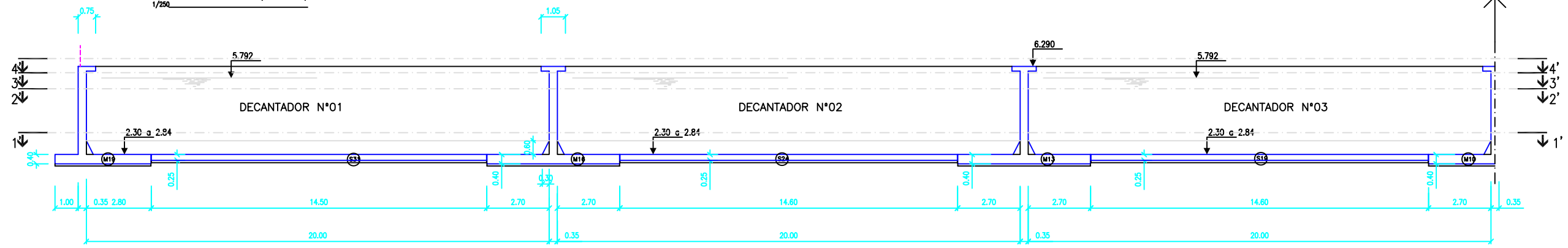
PLANTA-SECCION 4.4. (ZONA 02)
1/250



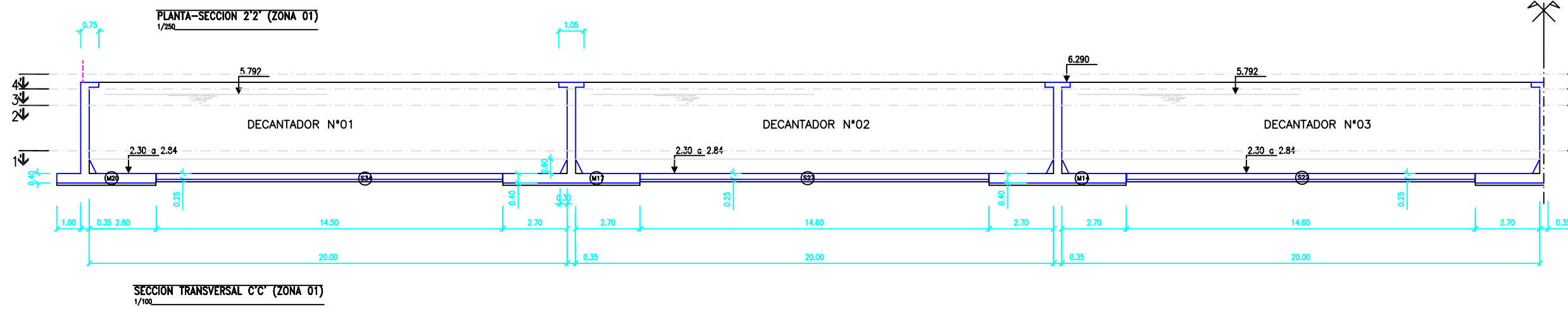
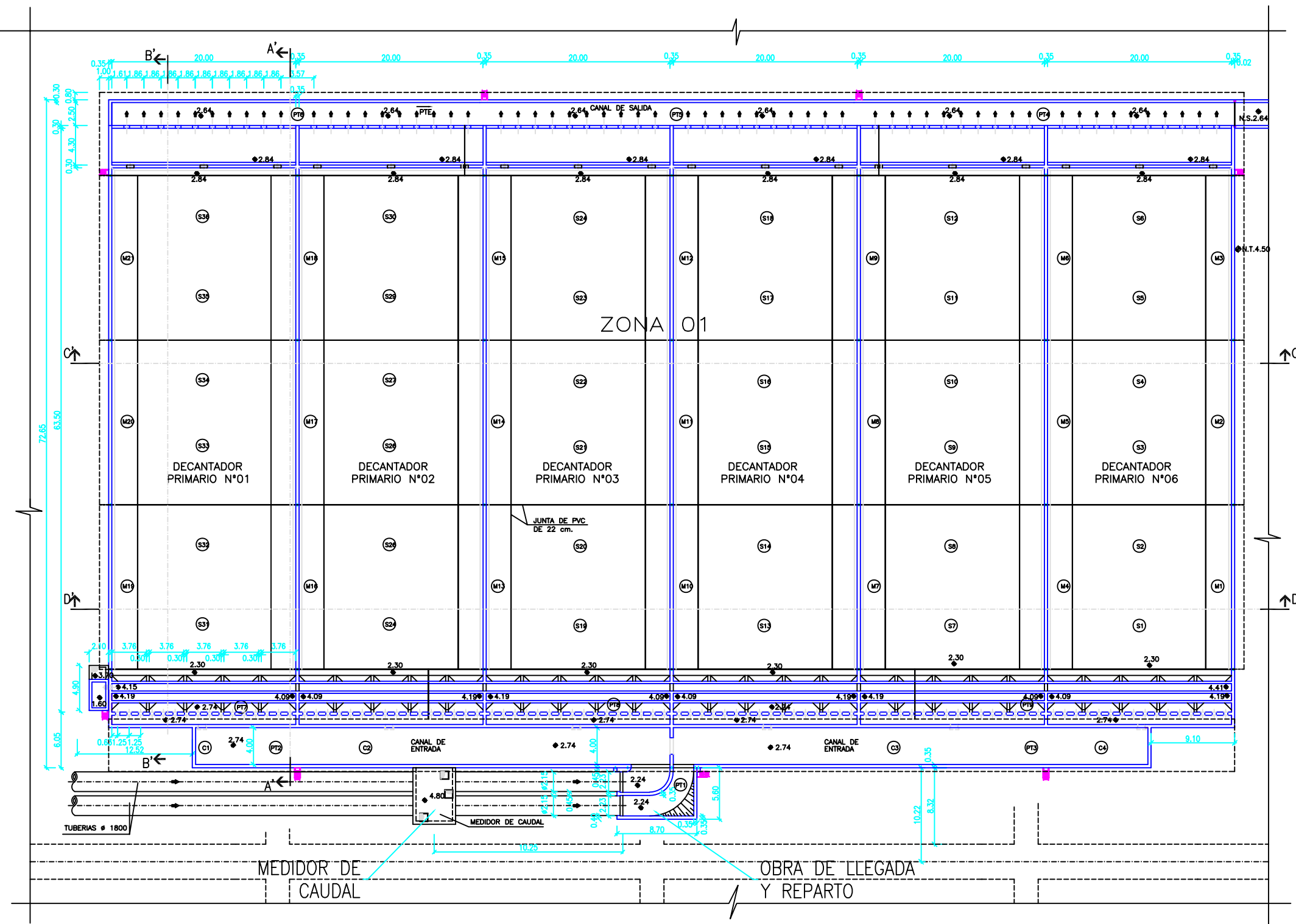
SECCION LONGITUDINAL B.B. (ZONA 02)
1/100

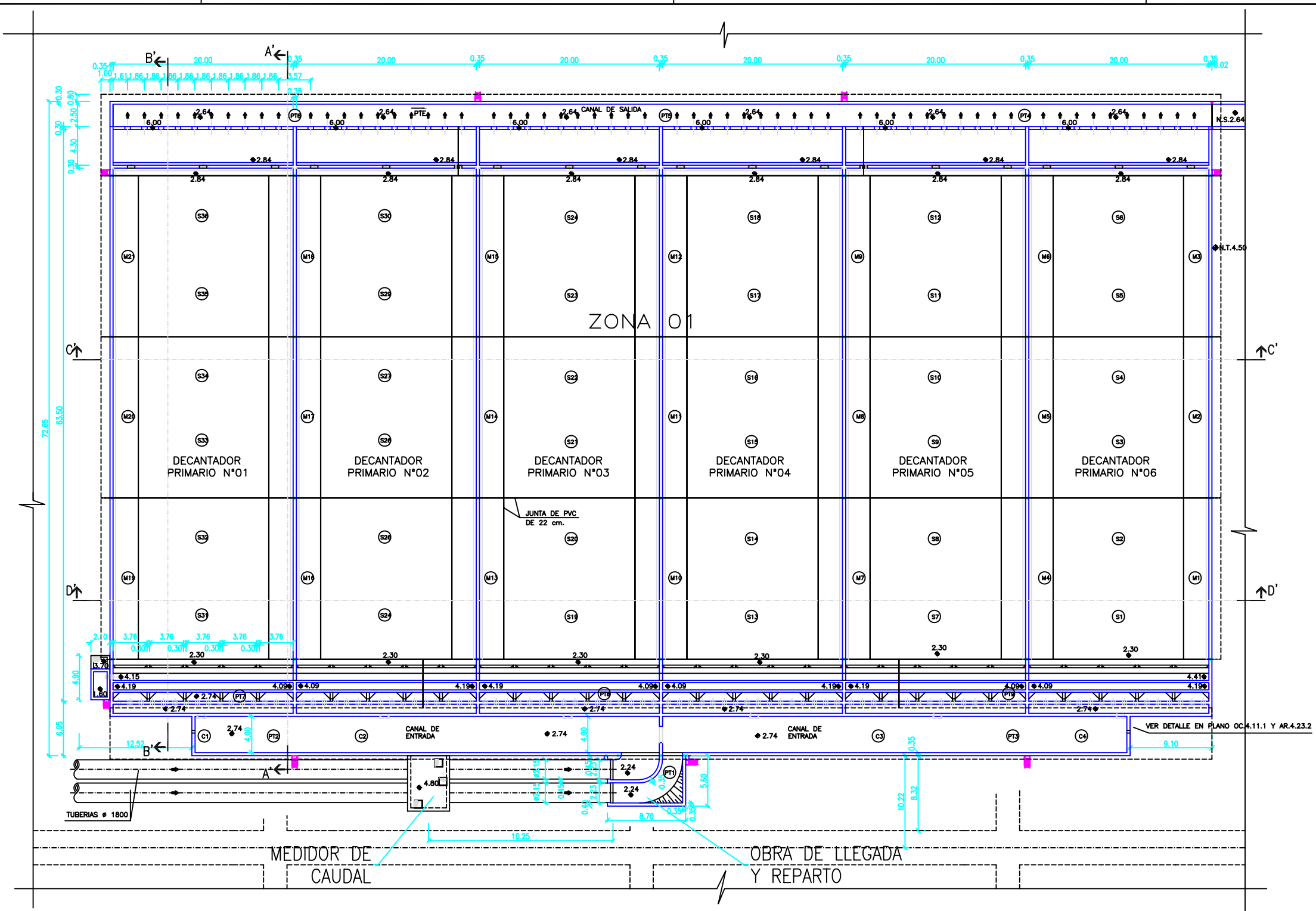


PLANTA-SECCION 1'1' (ZONA 01)
1/250

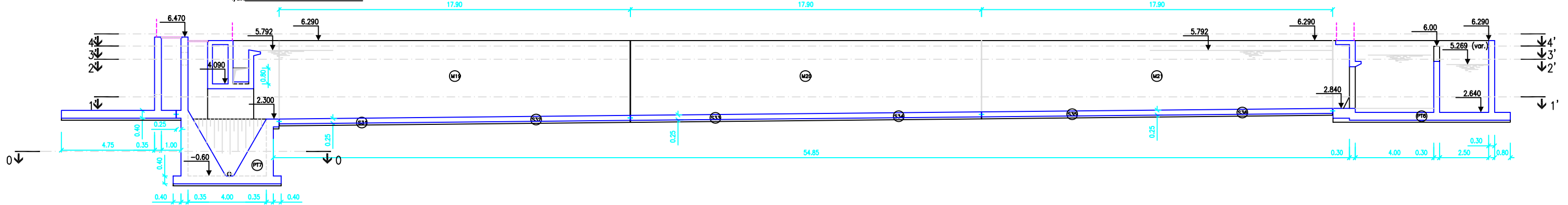


SECCION TRANSVERSAL D'D' (ZONA 01)
1/100



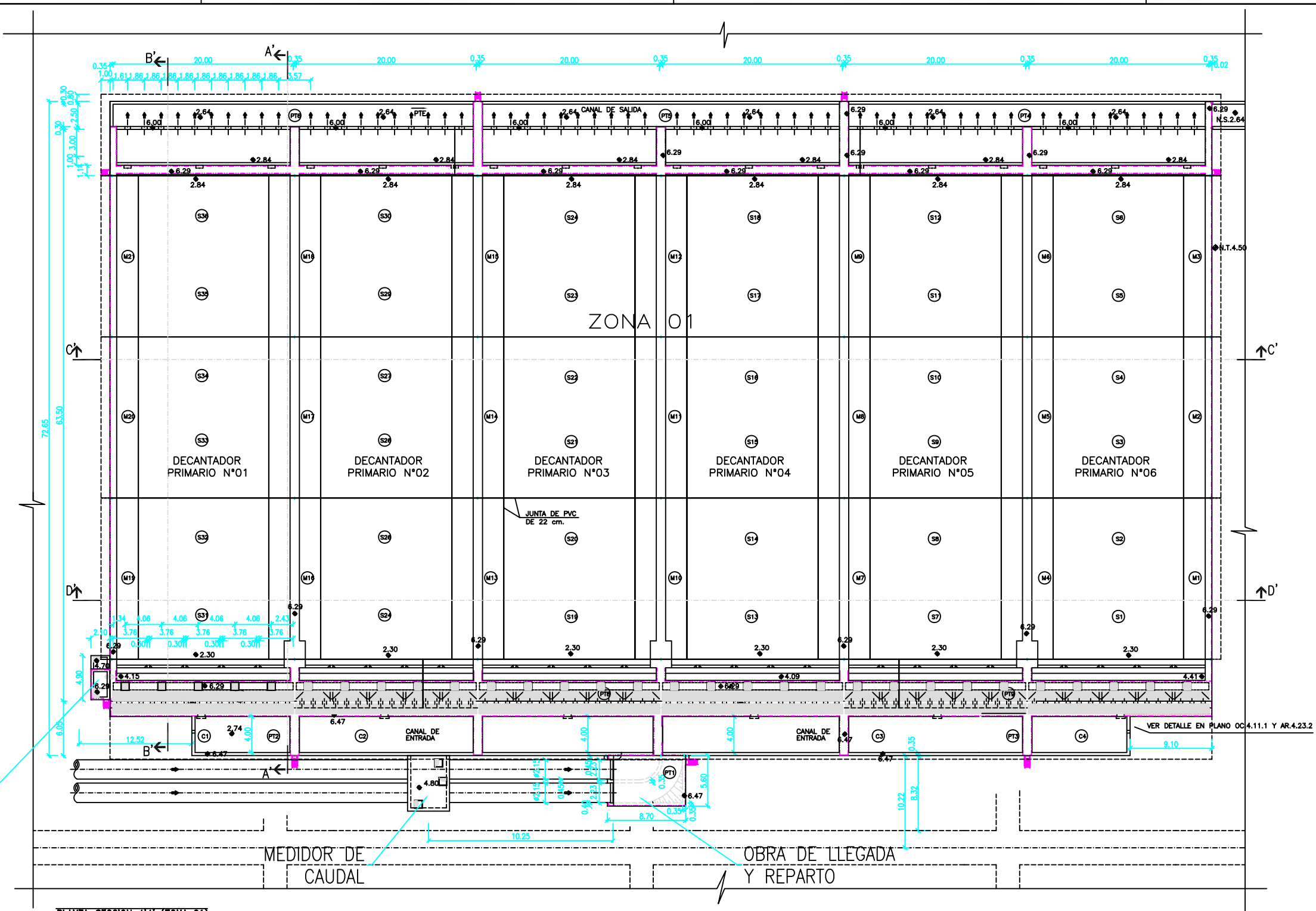


PLANTA-SECCION 3'3' (ZONA 01)
1/250

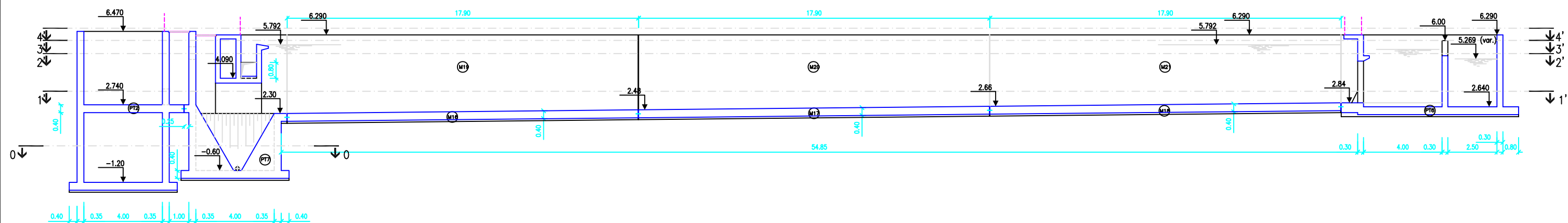


SECCION LONGITUDINAL B'B' (ZONA 01)
1/100

VER PLANO
EM.4.9.6



PLANTA-SECCION 4'4' (ZONA 01)
1/250



SECCION LONGITUDINAL A-A' (ZONA 01)
1/100



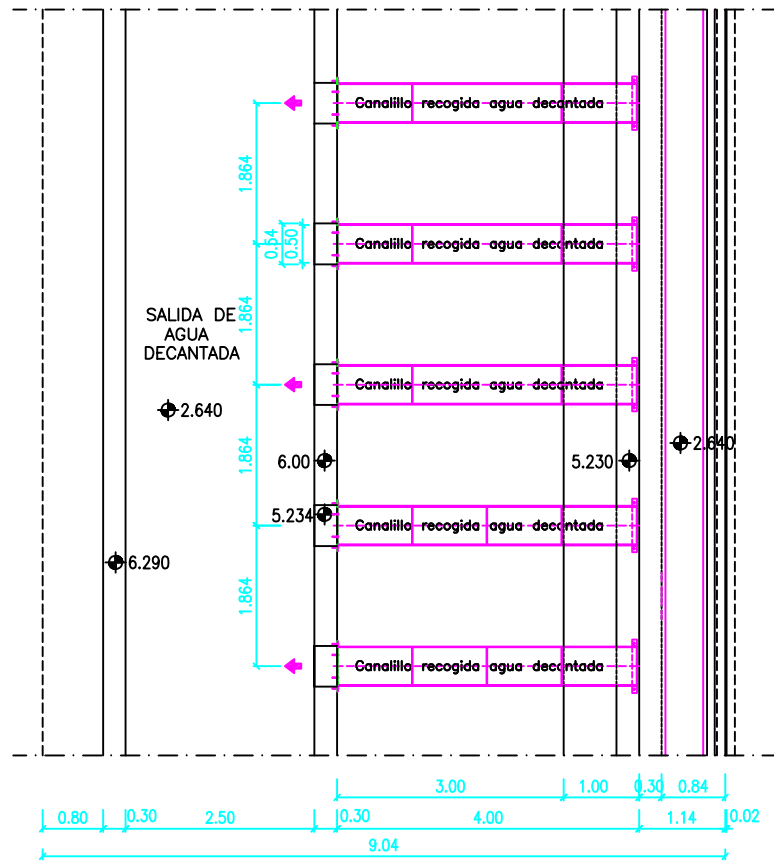
INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO:
FERNANDO GARCIA ARRIBAS
COLEGIADO N.8381

TITULO PROYECTO
**PROYECTO DE LIQUIDACIÓN
DE LA E.D.A.R. DEL BAIX LLOBREGAT.
LINEA DE AGUA.**

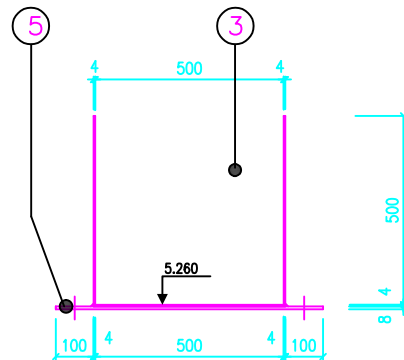
ESCALAS:
ESCALA DIN-A1:1:250
ESCALA DIN-A3:1:500

TITULO DEL PLANO:
**DECANTADORES PRIMARIOS
PLANTA GENERAL
PLANTA SECCION 4.4 (ZONA 01)**

PLANO N° :
OC.4.2.4
FECHA :
FEBRERO 2004

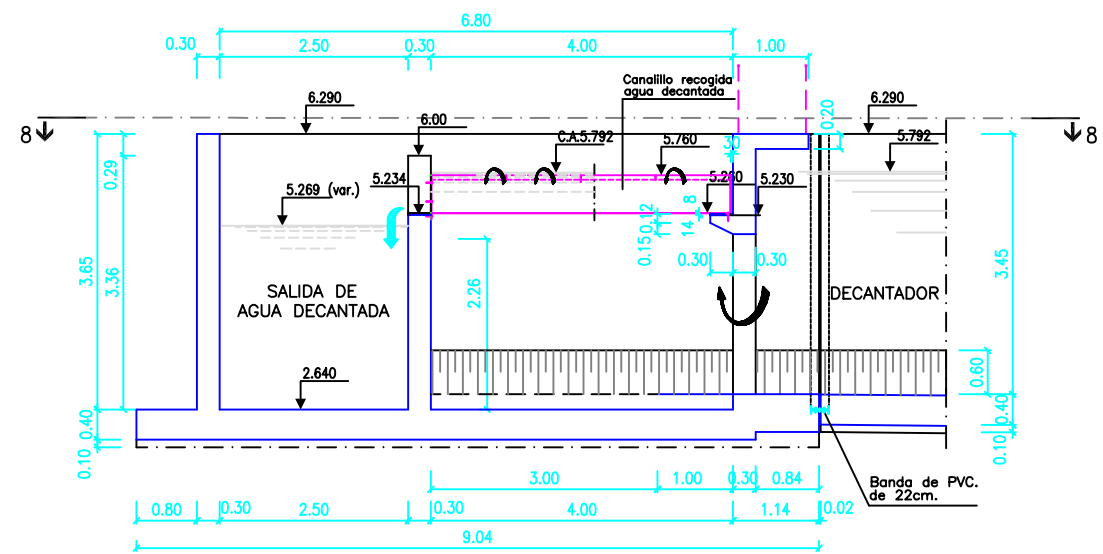


PLANTA-SECCION 8.8.
1/50

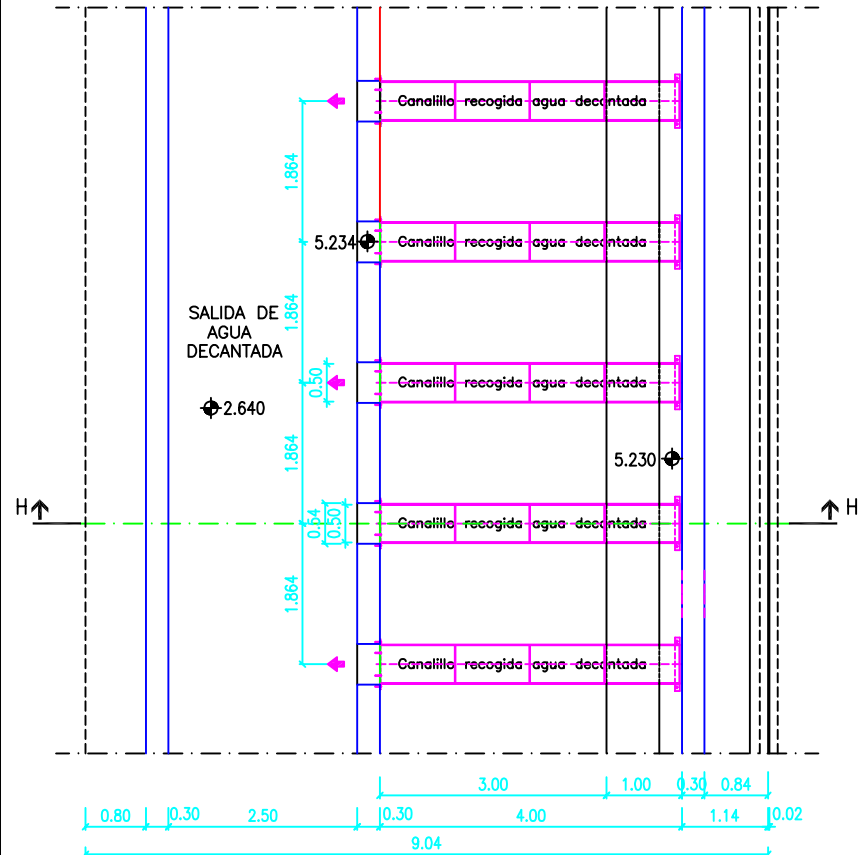


DETALLE CANALILLO AGUA DECANTADA
1/10
COTAS EN MILIMETROS

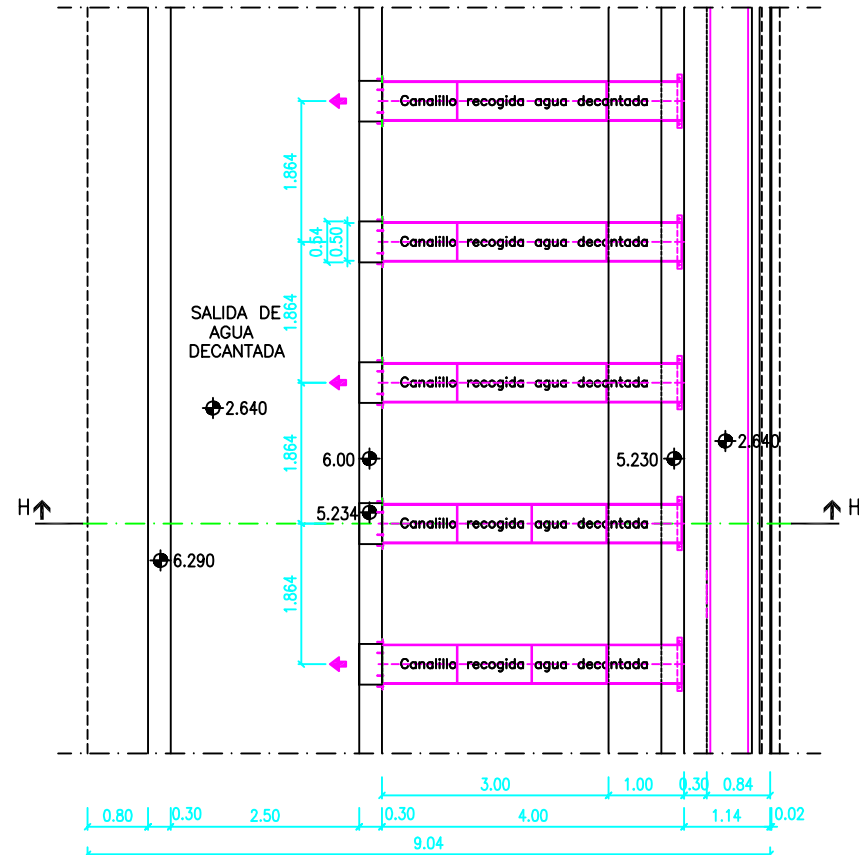
- ① BANDA DE GOMA DE ESTANQUEIDAD
- ② BABERO PERIMETRAL FIJACION DEL CANAL AL MURO
- ③ CANALILLO RECOGIDA DE AGUA DECANTADA
- ④ TIRANTE PARA ARRIOSTRAMIENTO CANALILLO
- ⑤ FLEJE PARA FIJACION DEL CANALILLO
- ⑥ FLEJE ARRIOSTRAMIENTO DEL CANALILLO POR AMBOS LADOS



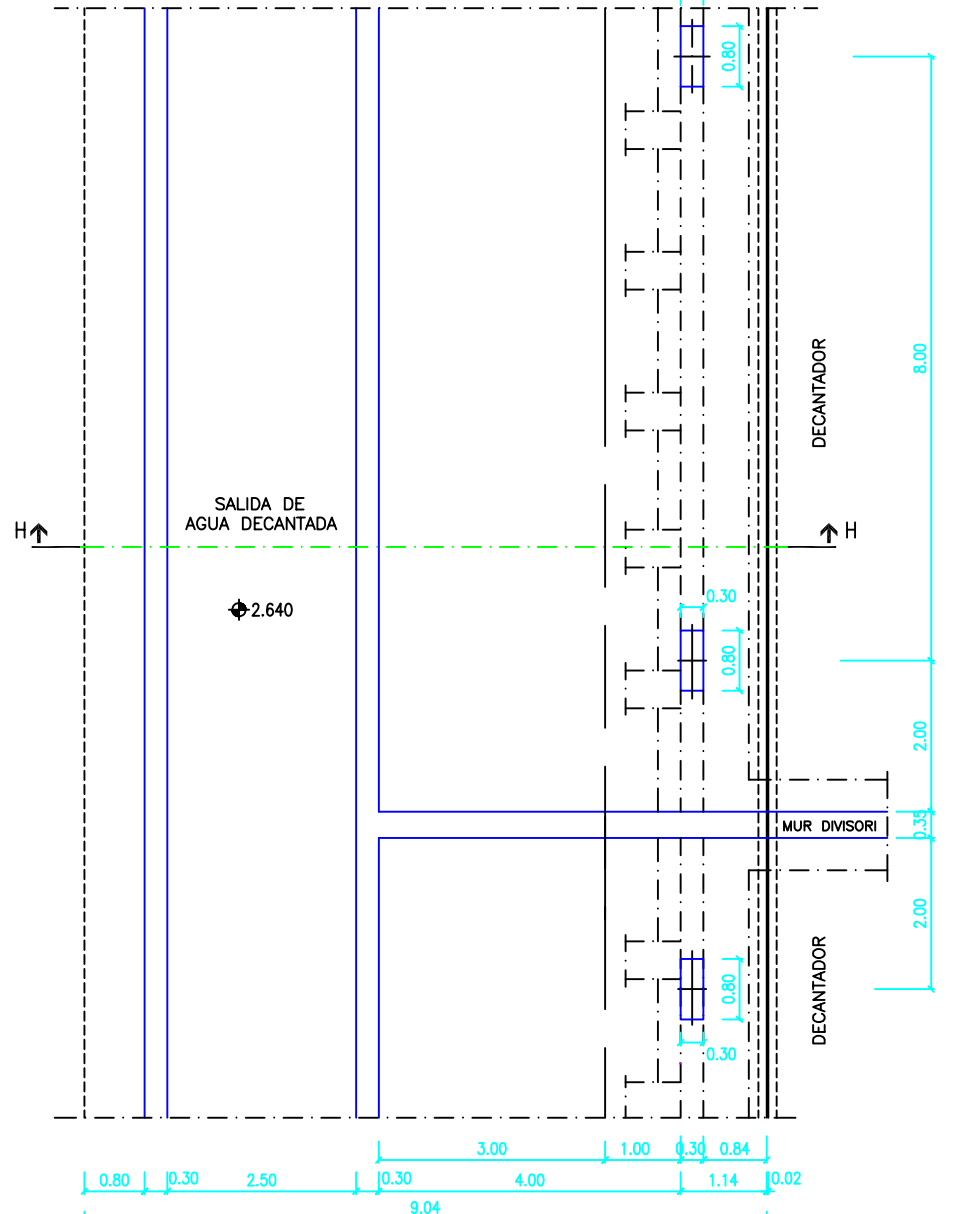
SECCION TIPO
1/50



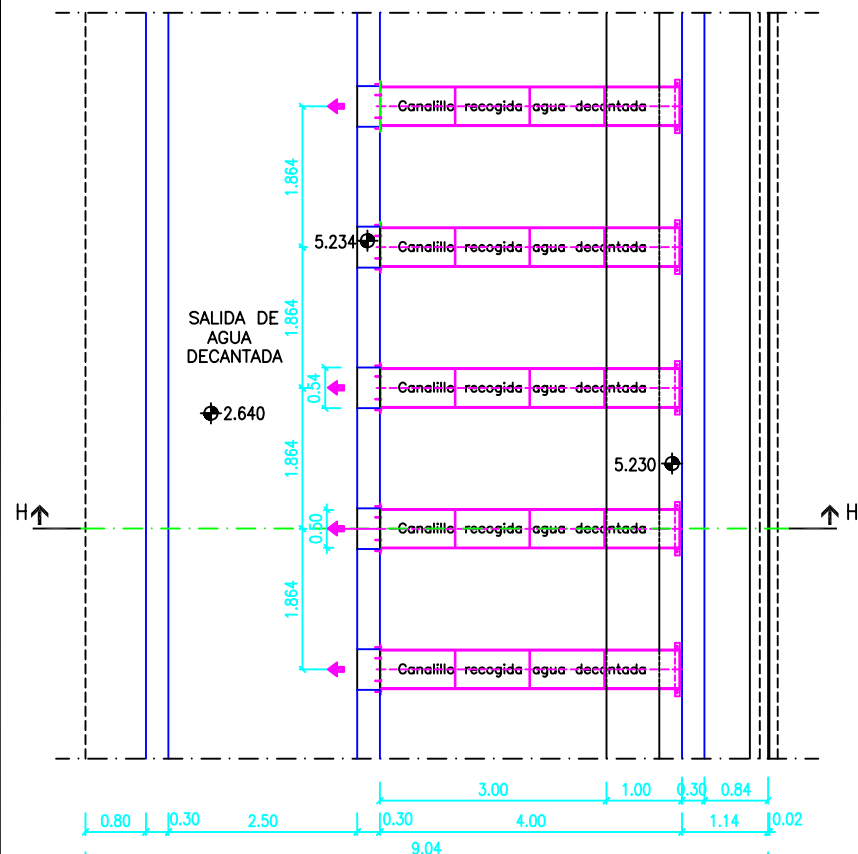
PLANTA-SECCION 7.7.
1/50



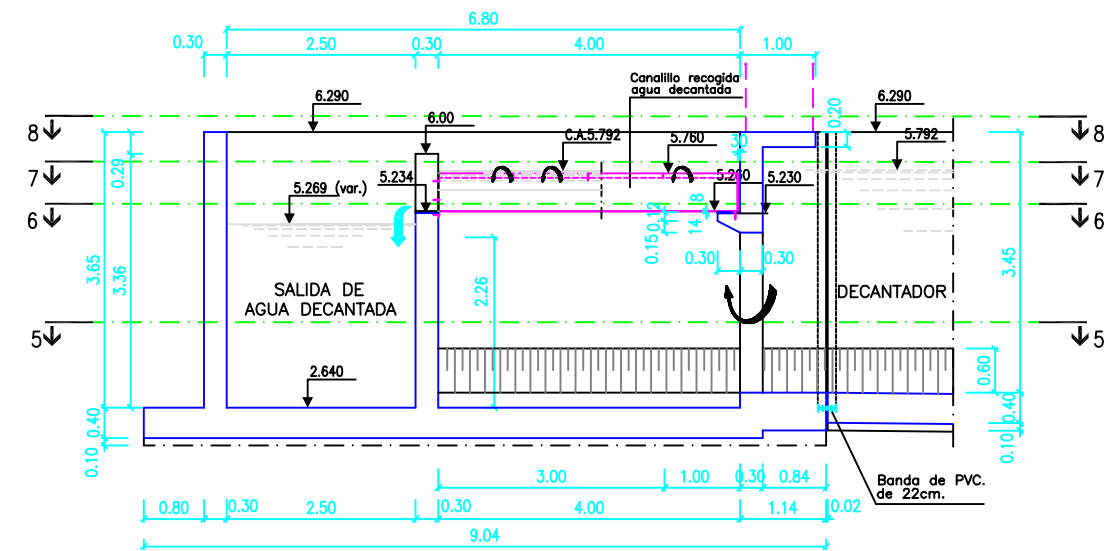
PLANTA-SECCION 8.8.
1/50



PLANTA-SECCION 5.5.
1/50



PLANTA-SECCION 6.6.
1/50



SECCION H.H.
1/50



ANNEX nº3

INFORMACIÓ GEOTÈCNIA PREVIA

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

La descripción geotécnica y geológica se recoge en el anejo nº 1, así como el plan de precargas del Proyecto original.

Un mejor ajuste geotécnico se recoge en el anejo nº 2, de marzo del 2002.

Posteriormente se realizó un estudio de asentamientos de los reactores biológicos (véase anejo nº 3), en ejecución, donde se modificó la precarga prevista por otra de 5,5 m, que es la realizada.

Por último, se ha realizado un estudio (recogido en el anejo nº 4) para ver la afección de la construcción de los nuevos reactores a los existentes que en resumen es:

Los cálculos de asentamientos se plantean desde el punto de vista de los Reactores Biológicos actuales, concretamente nos hemos concentrado en el reactor situado en el lado NE (lado río Llobregat actual) para poder definir una secuencia de tiempo de ejecución de cada fase que represente un caso real. Este caso estudiado es extrapolable para los Reactores situados en el sector SW, y también para el caso de los Decantadores, pues las cargas netas que transmiten estos elementos son bastante similares a las de los reactores.

Se han estudiado los movimientos de este reactor partiendo de su historia constructiva desde que se realizó su precarga, teniendo en cuenta las situaciones futuras debido a la construcción de la Ampliación del Biológico que está situado a su lado. Es decir, se tienen en cuenta las fases de descarga por excavación de la zona de Ampliación, las cargas de la Estructura de los Reactores de la Ampliación y las del llenado con agua de estos nuevos reactores, además del agotamiento.

Los asentamientos en el Reactor actual se analizan en el extremo más cercano a la zona de ampliación y en el centro del Reactor actual, de manera que se puedan valorar los movimientos diferenciales que se generaran al realizarse los trabajos en la zona de Ampliación. La idea es que, entre el centro y el extremo del reactor, además que su preconsolidación es diferente debido a la posición relativa respecto al límite de la precarga correspondiente, tiene una afectación diferente, debido a los procesos de excavación y carga de la zona de Ampliación: el centro está suficientemente alejado de la zona de Ampliación de manera que no se verá afectado por estos procesos, mientras que en el extremo la afección es mayor al estar más cerca. Los procesos de bombeo afectan a las dos zonas (centro y extremo) de manera muy parecida, ya que el radio de afección del bombeo

es muy grande (algunos centenares de metros), aunque a efectos de variación de presión de poros incide básicamente al paquete de arenas superiores más rígidas (acuífero superior, hasta 10 o 12 metros de profundidad) y con poca incidencia a los materiales limoso-argiloso inferiores.

Se ha estudiado además los dos casos de tener el Reactor actual lleno de agua o vacío durante los trabajos en la Ampliación de los Reactores. En el caso del Reactor vacío, se ha supuesto que finalmente se llene juntamente en la fase de llenado de los Reactores de la Ampliación.

Conclusión:

Se observa que los asentamientos totales, computados desde el inicio de los trabajos en la zona de Ampliación son siempre superiores al extremo del reactor que en el centro, con valores a 3 y 10 años de 36 y 43 mm respectivamente en el extremo (caso de Reactor vacío de agua) y de 38 y 48 mm al extremo (caso de Reactor lleno de agua) y, de 24 y 32 mm respectivamente al centro (caso de Reactor vacío de agua) y 4 y 12 mm al centro en caso de Reactor lleno de agua).

Como consecuencia, los asentamientos diferenciales son superiores en el caso del Reactor lleno de agua.

Cabe decir que el efecto de asentamientos totales en el centro en el caso del Reactor lleno de agua es mucho menor que en el caso del reactor vacío se debe a que en este segundo caso el llenado del reactor se produce durante esta fase (posterior a la ejecución de la ampliación de los Reactores), de manera que los asentamientos que genera están computados en este valor. En cambio, en el caso del extremo del Reactor actual, pero considerando este que se ha llenado antes de realizar la Ampliación, los asentamientos totales desde el inicio de los trabajos de Ampliación son grandes debido principalmente a las variaciones, las cargas netas finales que transmite la Ampliación del Reactor, muy cercano en este extremo del reactor Actual.

Se deduce de estos valores que es recomendable realizar los trabajos de Ampliación de los reactores con el tanque del reactor más cercano vacío de agua, dejando una distancia mínima de 20 o 30 metros (dos líneas).

ANEXO Nº 1 GEOLOGÍA - GEOTÉCNIA

1. - INTRODUCCIÓN

En este anejo se recogen las conclusiones obtenidas del análisis de los reconocimientos, así como de la instrumentación, llevados a cabo en la zona de implantación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales del Baix Llobregat (Barcelona).

El objeto fundamental de este anejo es el análisis de la precarga dispuesta en los terrenos en que se ubicarán los edificios e instalaciones de la línea de aguas. Dicho análisis se basa fundamentalmente en los resultados de la instrumentación, que registra la evolución de los asientos con el tiempo y la altura de tierras dispuesta.

Las precargas en cada una de las zonas han sido definidas con base en la investigación llevada a cabo por DepurBaix, la cual ha consistido en la realización de una serie de ensayos de penetración estática CPT, ensayos de penetración estática con medida de presiones intersticiales CPTU (o piezocono) y sondeos. Así mismo, en algunos sondeos se han colocado deformímetros, a fin de medir la deformación del terreno a diferentes profundidades, y piezómetros, para poder conocer la disipación de presiones intersticiales con el tiempo.

Además de estos reconocimientos se ha realizado un ensayo a escala real, mediante la precarga de una zona (zona O), en la cual se ha seguido la evolución de los asientos en fases de carga y descarga, durante un período de más de tres años. A partir de los resultados de la instrumentación de esta zona se han ajustado los parámetros que rigen la deformación del terreno, tanto en carga como en descarga.

Adicionalmente se han dispuesto placas de medición de asiento en toda la extensión de la parcela, a fin de controlar la evolución de los asientos durante la precarga de cada una de las zonas. También se han realizado una serie de ensayo CPTU adicionales para el estudio de la línea de aguas.

La situación de la instrumentación dispuesta en la parcela se encuentra recogida en un plano en el Apéndice 1 a este anejo. También se incluyen las alturas de precarga a fecha 3 de Mayo de 2000.

2.2. PRECARGA

2. - COMPORTAMIENTO DEL TERRENO

Los edificios e instalaciones de la línea de agua proyectada para la futura EDAR del Baix Llobregat se encuentran situados en las zonas denominadas como 1, 2, 3, 5, 7 y 8, situándose una ampliación futura de la decantación secundaria en la zona 10.

Las columnas tipo del terreno para el cálculo pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- **Limos superficiales:** Son los materiales que aparecen más en superficie, bastante deformables y con un drenaje rápido. El espesor varía entre 2 y 5 m.
- **Arenas:** Se encuentran bajo los materiales anteriores. Su deformabilidad es baja y su drenaje rápido. El espesor es muy variable, estando entre 1 y 11,5 m. En algunas zonas estas arenas presentan cierto contenido en limos.
- **Alternancias de limos y arcillas con arenas limosas:** De acuerdo con los parámetros ajustados, la deformabilidad de los materiales más cohesivos es reducida, variando el espesor del conjunto entre 11 y 18,5 m aproximadamente.
- **Arcillas y/o limos con intercalaciones de arenas:** Son los materiales compresibles más profundos, siendo la deformabilidad de los materiales más cohesivos del orden del doble de la de los que se encuentran en la unidad anterior. Cabe indicar que en esta unidad las arenas tienen una deformabilidad más reducida que las arenas limosas de la unidad superior. El espesor de esta unidad varía entre 33 y 39 m aproximadamente.
- **Gravas:** Forman el sustrato incompresible. Aparecen a profundidades comprendidas entre 58,5 y 64,5 m.

2.1. - COLUMNAS TIPO DE CÁLCULO

En las figuras que se incluyen en el Apéndice 2 de este anejo se recogen las columnas tipo de cálculo de cada una de las zonas.

En estas figuras se incluyen los parámetros deformacionales y resistentes de los materiales, los cuales han sido ajustados por DepurBaix, con la asistencia técnica de Eurogeotècnica y la asesoría de la Universidad Politécnica de Cataluña.

El proceso de ajuste de los parámetros se realiza tomando como base los parámetros deducidos del ensayo a escala real realizado en la zona 0. En cada zona se realiza un cálculo de asientos mediante un programa de ordenador, comparándose los resultados obtenidos en cada una de las capas con los medidos por los deformímetros, para a continuación revisar la distribución en profundidad de las capas consideradas, así como los parámetros empleados. Este proceso iterativo se detiene al llegar a una distribución y unos parámetros con los que se obtengan unos resultados del cálculo coherentes con las medidas tomadas y lo deducido de los ensayos.

2.2. - COMPORTAMIENTO DEL TERRENO

Tal y como se ha indicado, el terreno presente en la parcela en que se ubicará la futura EDAR del Baix Llobregat está formado por una alternancia de materiales arcillosos y limosos, más compresibles, y materiales arenosos, menos deformables.

En toda la parcela se ha dispuesto una extensa instrumentación, a fin de ir comprobando los asientos que se producen, tanto en velocidad como en magnitud, y llevar a cabo un ajuste de los parámetros que rigen el comportamiento deformacional del terreno. Con estos parámetros, Eurogeotècnica está realizando una prognosis del comportamiento deformacional con las secuencias de cargas de los distintos elementos, a fin de corroborar las alturas y duraciones de las precargas de cada una de las zonas.

En el Apéndice 3 de este anejo se incluyen unas figuras en las que se muestra la magnitud de los asientos que se han producido a 17 de abril de 2000. En esta figura puede observarse que, en la línea de agua, el asiento máximo se ha producido en la zona 3, para una altura de tierras de precarga de 5,3 m. En las zonas 1, 2 y 5 (con igual

altura de precarga, 4 m) el asiento máximo es de 25,5 cm y se ha producido en la zona 1.

En este mismo Apéndice 3 se incluye una figura en la que se recogen las velocidades de asiento en las distintas zonas.

En cada una de las zonas se ha realizado una representación de los asientos que se han registrado en cada una de las placas de asiento, así como en los deformímetros instalados, en cada una de las zonas. En las mismas gráficas se han representado las alturas de tierras de precarga. Estas representaciones se han hecho en escala natural y en escala logarítmica, esta segunda a fin de poder distinguir donde comienza la consolidación secundaria.

Las gráficas anteriormente mencionadas se encuentran recogidas en el Apéndice 4 de este anejo. En este Apéndice también se recogen las gráficas de deformaciones registradas en los deformímetros.

A continuación pasamos a comentar, zona por zona, los resultados obtenidos.

2.2.1. - Zona 1

En la figura 1 se recoge la evolución de los asientos registrados en el deformímetro 1d01, junto con el asiento promedio de las 4 placas situadas alrededor de este.

Se puede observar que, para una altura de precarga de 4 m, el asiento máximo registrado hasta la fecha es del orden de 23 cm, obtenido en el promedio de las 4 placas.

Tal y como se observa en la gráfica en que se han representado los asientos frente al logaritmo del tiempo, parece que se ha alcanzado la zona de consolidación secundaria, definida por una rama rectilínea en la curva representada.

De la gráfica del deformímetro 1d01 (figura 7) se deduce que la máxima deformación se produce en las capas de terreno comprendidas entre 15 y 30 m aproximadamente, si bien por encima y por debajo de estas profundidades aparecen capas más compresibles

con intercalaciones de capas menos deformables (intercalaciones de materiales arcillosos y limosos con materiales más arenosos). Por debajo de los 30 m de profundidad la compresibilidad de los materiales es reducida, estando la media de la deformación diferencial en el entorno de 1 mm/m. La deformación máxima acumulada en este deformímetro es de 22 cm.

Extrapolando rectilíneamente la curva de asientos frente al logaritmo del tiempo, el asiento total estimado para 25 años sería de aproximadamente 44 cm, mientras que para 50 años se situaría en el entorno de 49 cm. Hasta la fecha, en esta zona el asiento máximo registrado ha sido de 25,5 cm.

Cabe esperar que el coeficiente de compresión en consolidación secundaria sea claramente menor en la etapa de recarga que en la de carga, máxime si se tiene en cuenta que las cargas transmitidas por los elementos van a ser menores que las que se producen en la precarga. Por lo tanto, es lógico suponer que los asientos que se produzcan en la realidad sean claramente menores que los estimados, debiendo estar el asiento residual dentro de los límites aceptables para los elementos y las conexiones entre ellos.

2.2.2. - Zona 2

En las figuras 2 y 3 se representa la evolución de los asientos para las placas PN-98 y PX-182. En estas dos placas, para una altura de precarga en el entorno de los 4 m, el asiento máximo registrado hasta la fecha ha sido de 16,5 cm, registrado en la placa PN-98.

No es posible asegurar que en la totalidad de esta zona se haya alcanzado la consolidación secundaria, puesto que para el escalón de carga final en la placa PN-98 no se puede afirmar que se haya sobrepasado el punto de inflexión que marca el paso del proceso de consolidación primaria a consolidación secundaria. Sin embargo en la placa PX-182 sí parece que nos encontramos en la consolidación secundaria, si bien en esta zona la altura de precarga de 4 m ha estado más tiempo.

En la figura 8 se representan las deformaciones registradas en el deformímetro 5d02. En esta gráfica se ve claramente que la zona más deformable se encuentra entre los 7 y 17

m de profundidad aproximadamente. En esta zona parece no haber tanta intercalación de materiales más y menos compresibles como se detectaba en la zona 1. La deformación acumulada registrada en este deformímetro ha sido de 16,8 cm aproximadamente.

Análogamente a la estimación realizada para la zona anterior, el asiento total para 25 años sería de, aproximadamente, 30 cm, estando el estimado a 50 años en el entorno de 37 cm. Hasta la fecha el asiento máximo registrado en esta zona ha sido de 16,5 cm.

Al igual que en la zona anterior, es de esperar que los asientos que se produzcan en la realidad sean claramente menores a los estimados.

2.2.3. - Zona 3

En la figura 4 se han representado las deformaciones registradas en el deformímetro 3d03. Para una altura de precarga en el entorno de 5,5 m el asiento que se ha registrado, hasta la fecha, es de 28 cm.

Tal y como se observa en la gráfica en que se ha representado el asiento frente al logaritmo del tiempo, para la altura de precarga dispuesta, parece que nos encontramos en la zona de consolidación secundaria, puesta de manifiesto por el tramo rectilíneo de la curva tras el punto de inflexión.

En las figuras 9 y 10 se encuentran los gráficos de deformaciones registradas en los deformímetros 2dx3 y 3d03 respectivamente. Del segundo se deduce que la deformación máxima se produce en superficie, si bien hasta los 24 m de profundidad aproximadamente las deformaciones diferenciales son considerables. En este tramo aparecen intercalaciones de materiales menos deformables. A partir de los 30 m de profundidad la deformación diferencial media se sitúa en el entorno de los 1,6 mm/m.

De manera análoga a las zonas anteriores, el asiento estimado a 25 años es de, aproximadamente, 57 cm, siendo el de 50 años de 63 cm. Hasta la fecha el máximo asiento registrado ha sido de 29 cm.

Igualmente cabe esperar que los asientos que se produzcan en la realidad sean claramente menores a los estimados.

2.2.4. - Zona 5

En las figuras 5 y 6 se muestran los asientos medidos en las placas PN-59 y PN-72 respectivamente. Tal y como se observa, el asiento máximo registrado hasta la fecha ha sido de 14 cm aproximadamente, medido en la placa PN-72, para una altura de tierras de 4 m.

De las gráficas en las que se ha representado el asiento frente al logaritmo del tiempo se puede deducir que, para la altura de tierras de precarga, parece que nos encontramos en la zona de consolidación secundaria, puesta de manifiesto por la rama rectilínea de la curva tras el punto de inflexión.

En la figura 11 se han representado las deformaciones registradas con el deformímetro 8d05. En esta gráfica puede observarse que aparecen dos zonas claras de deformación diferencial más marcada, situadas desde 2 a 12 m y desde 15 a 22 m aproximadamente. En el resto de la profundidad registrada la deformación diferencial media se sitúa en el entorno de 1 mm/m.

Análogamente a las zonas anteriores, el asiento estimado para 25 años se sitúa en el entorno de los 54 cm, mientras que el de los 50 años sería de 62 cm aproximadamente. Hasta la fecha el máximo asiento medido ha sido de 14,1 cm.

Igualmente cabe esperar que los asientos que se produzcan en la realidad sean claramente menores a los estimados.

3. - CONCLUSIONES

En este anejo se han recogido las conclusiones obtenidas del análisis de los reconocimientos, así como de la instrumentación, llevados a cabo en la zona de implantación de la futura EDAR del Baix Llobregat.

El análisis se centra en la precarga que es necesario disponer en los terrenos en que se ubicará la línea de agua, tomando como base el comportamiento del terreno deducido de la vasta instrumentación dispuesta a fin de seguir la evolución de los asientos.

La línea de agua se ubica en las zonas denominadas 1, 2, 3, 5, 7 y 8 de la parcela. Los resultados de la instrumentación hasta la fecha, facilitados por Eurogeotècnica, corresponden a las zonas 1, 2, 3 y 5, no habiendo sido precargadas todavía las zonas 7 y 8.

Tal y como se observa en las curvas en que se han representado los asientos registrados frente al logaritmo del tiempo, para las alturas de precarga de cada zona, parece ser que se ha entrado en la zona de consolidación secundaria, puesta de manifiesto por el tramo rectilíneo de las curvas tras el punto de inflexión que presentan. Únicamente en la placa PN-98, situada en la zona 2, no es posible afirmar que se haya entrado en la consolidación secundaria.

En cada una de las zonas también se ha representado gráficamente la deformación registrada en los deformímetros, observándose que las máximas deformaciones diferenciales se producen desde superficie hasta el entorno de los 22 m. En el caso en que la profundidad de mayor deformación llega hasta los 30 m (máximo) es en la zona 1, sin embargo en esta zona los materiales más superficiales son menos compresibles.

Cabe indicar que, en todo el espesor de terreno instrumentado mediante deformímetros, se han detectado intercalaciones de materiales menos compresibles con materiales más compresibles.

Se ha realizado una estimación del asiento que se produciría a 25 y 50 años desde el comienzo de la precarga, suponiendo que se mantiene esta precarga, en cada una de las

zonas. Esta estimación se ha hecho en la hipótesis de asiento por consolidación secundaria, es decir, que la consolidación primaria ha terminado.

Para la zona 1, el asiento estimado para 25 años sería de 44 cm, mientras que para 50 años sería del entorno de 49 cm. Hasta la fecha, en esta zona el asiento máximo registrado ha sido de 25,5 cm.

Para la zona 2, el asiento a 25 años sería de, aproximadamente, 30 cm, siendo a 50 años de 37 cm. Hasta la fecha el asiento máximo registrado en esta zona ha sido de 16,5 cm.

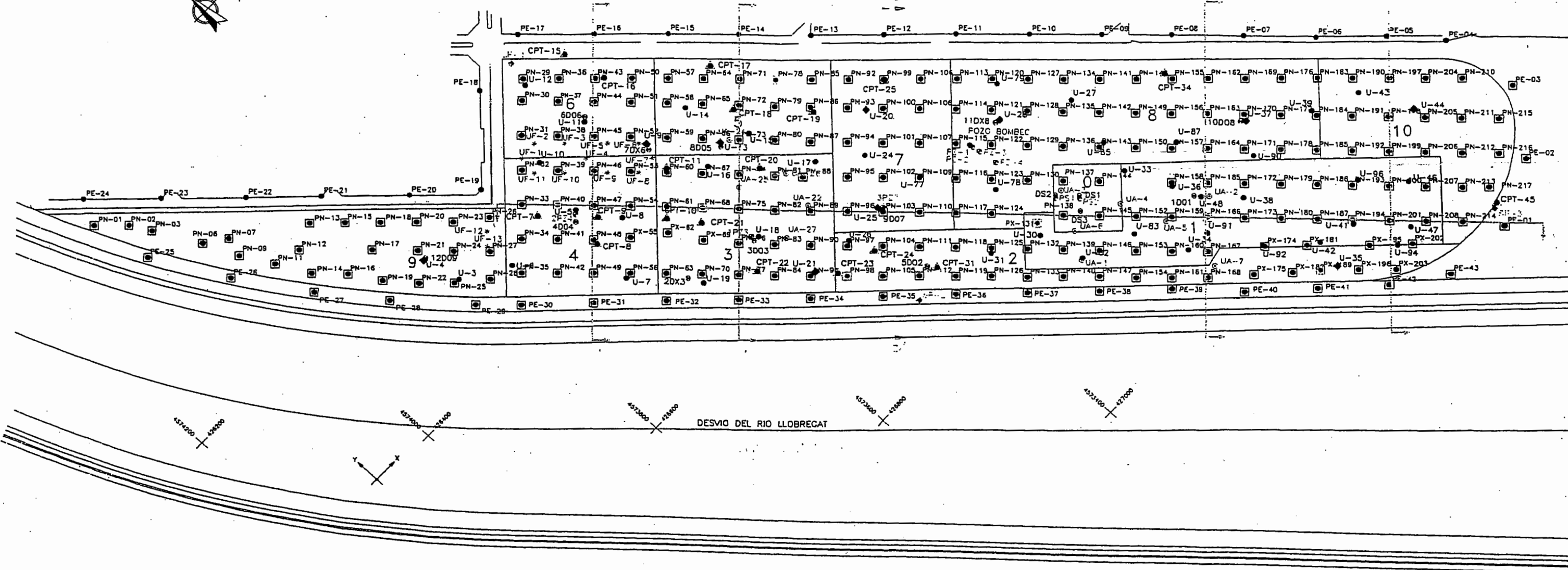
Para la zona 3 a 25 años se habría producido un asiento de 57 cm aproximadamente, mientras que a 50 años el asiento sería de 63 cm. Hasta la fecha, en esta zona el asiento máximo registrado ha sido de 29 cm.

Finalmente, para la zona 5 el asiento a 25 años sería de 54 cm, siendo a 50 años de 62 cm. Hasta la fecha el asiento máximo registrado en esta zona ha sido de 14,1 cm.

Los asientos anteriormente mencionados son aproximados, y se han obtenido, como ya se ha indicado, extrapolándolos de las curvas de asiento frente a logaritmo del tiempo, que se han medido a través de la instrumentación, y suponiendo que estamos en la rama de consolidación secundaria.

Cabe esperar que el coeficiente de compresión en consolidación secundaria sea claramente menor en la etapa de recarga que en la de carga, máxime si se tiene en cuenta que las cargas transmitidas por los elementos van a ser menores que las que se han producido en la precarga. Por lo tanto, es lógico suponer que los asientos que se produzcan en la realidad sean claramente menores que los estimados, debiendo estar el asiento residual dentro de los límites aceptables para los elementos y conexiones entre ellos.

APÉNDICE 1



- ▲ CPT - ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA CPT
- U - ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA CON PIEZOCONO
- ⊕ D - CONJUNTO SONDEO CON DEFORMIMETRO A 40 Y 60 m.
- ⊙ PZ - PIEZOMETROS
- ⊕ SP - SONDEO PARA ANCLAJES EN PROFUNDIDAD
- ◇ DISIPACION DE PRESIONES
- ⊕ UA - PIEZOCONO ESTUDIO LINEA DE AGUAS
- ⊕ UF - PIEZOCONO ESTUDIO LINEA DE FANGOS
- ⊕ PLACA DE ASIENTO

FIGURA 1



Depuradora del Baix Llobregat, SA

CONSULTOR:



euro geotécnica, s.a.

ESTACION DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
DEL BAIX LLOBREGAT: SEGUIMIENTO DE LA PRECARGA

ESCALA:

1:5000

NOMBRE DEL PLANO:

INSTRUMENTACION, PLACAS DE ASIENTO Y
PERFILES

ARCHIVO:

INS-PLAC-000504.DWG

FECHA:

04-05-00

MAPA : Altura del terraplén de
precarga (3D).

FECHA 03/05/00

ZONAS : 1 (finalizada), 2;
3, 4, 5 y 6 (finalizadas).
8 - emisario.

 Terraplén de prueba de precarga
(altura final prueba precarga 2.5m).

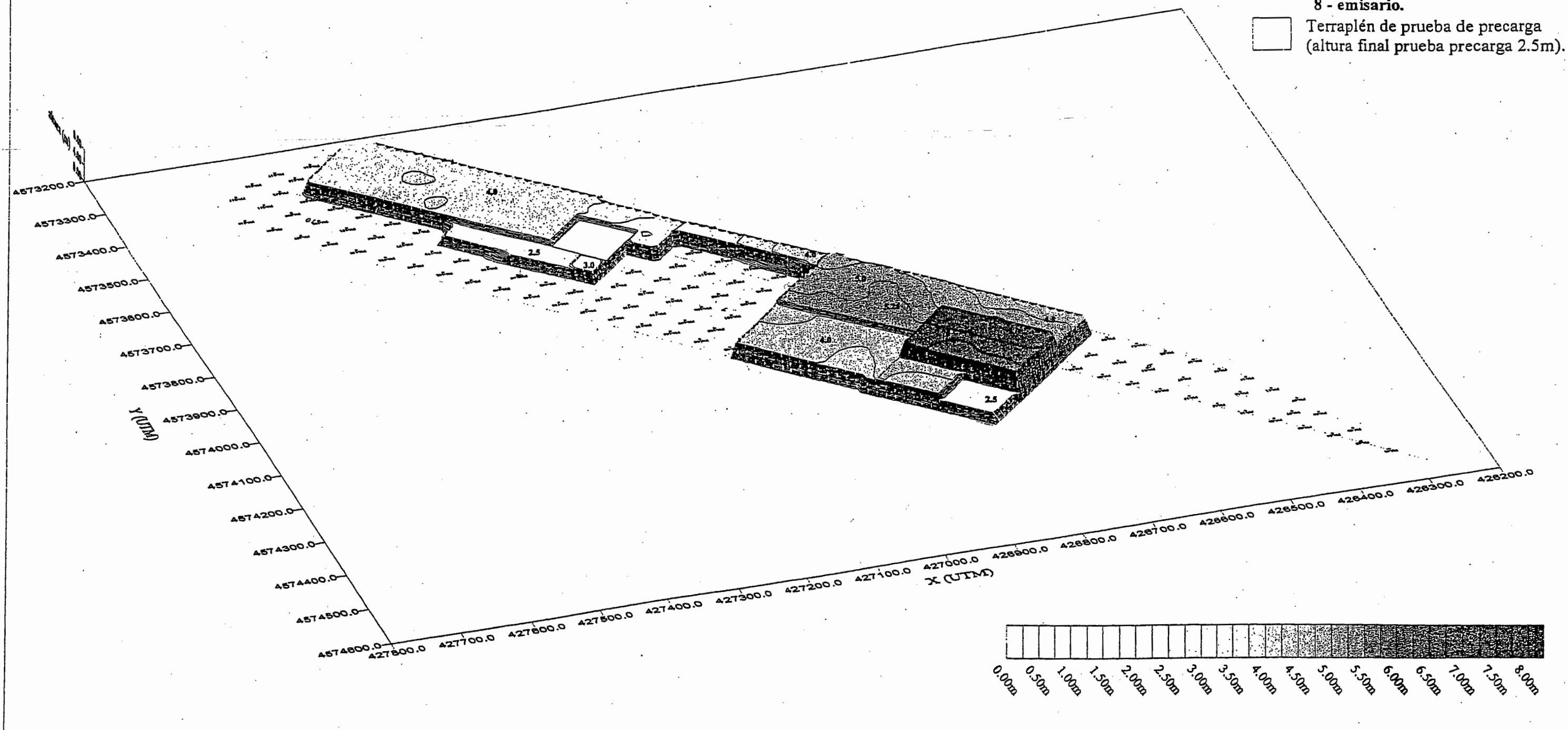


FIGURA 2

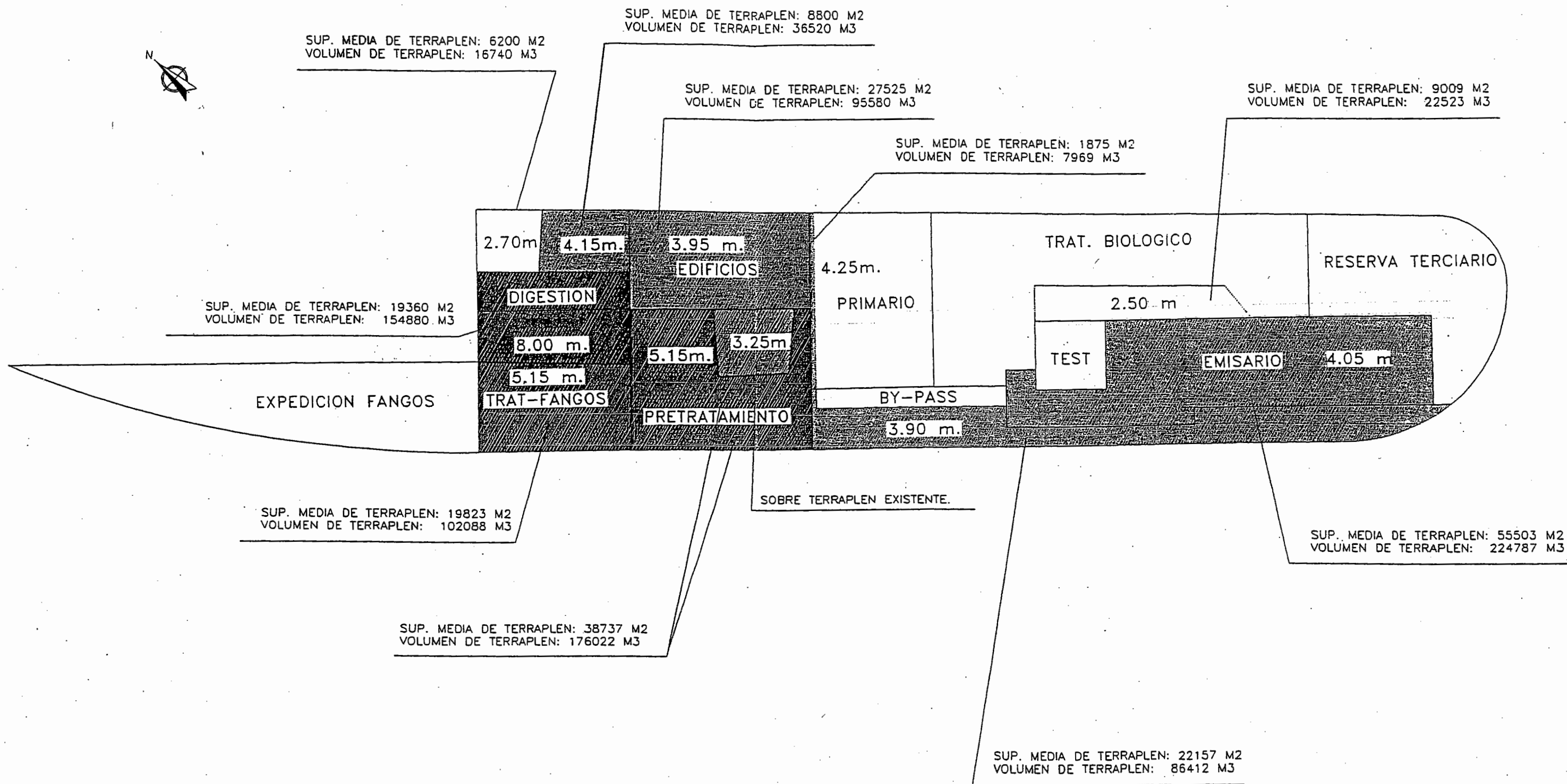
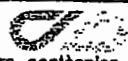


FIGURA 3



Depuradora del Baix Llobregat, SA

CONSTRUCTORA



euro geotécnica, s.a.

ESTACION DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
DEL BAIX LLOBREGAT: SEGUIMIENTO DE LA PRECARGA

ESCALA

1:5000

HOMBRE DEL PLANO

SITUACION ACTUAL

ARCHIVO

ACTUAL-000503.DWG

FECHA

03-05-00

APÉNDICE 2

Propiedades del terreno en la zona 1. Ajuste con medidas tomadas durante 6 meses.

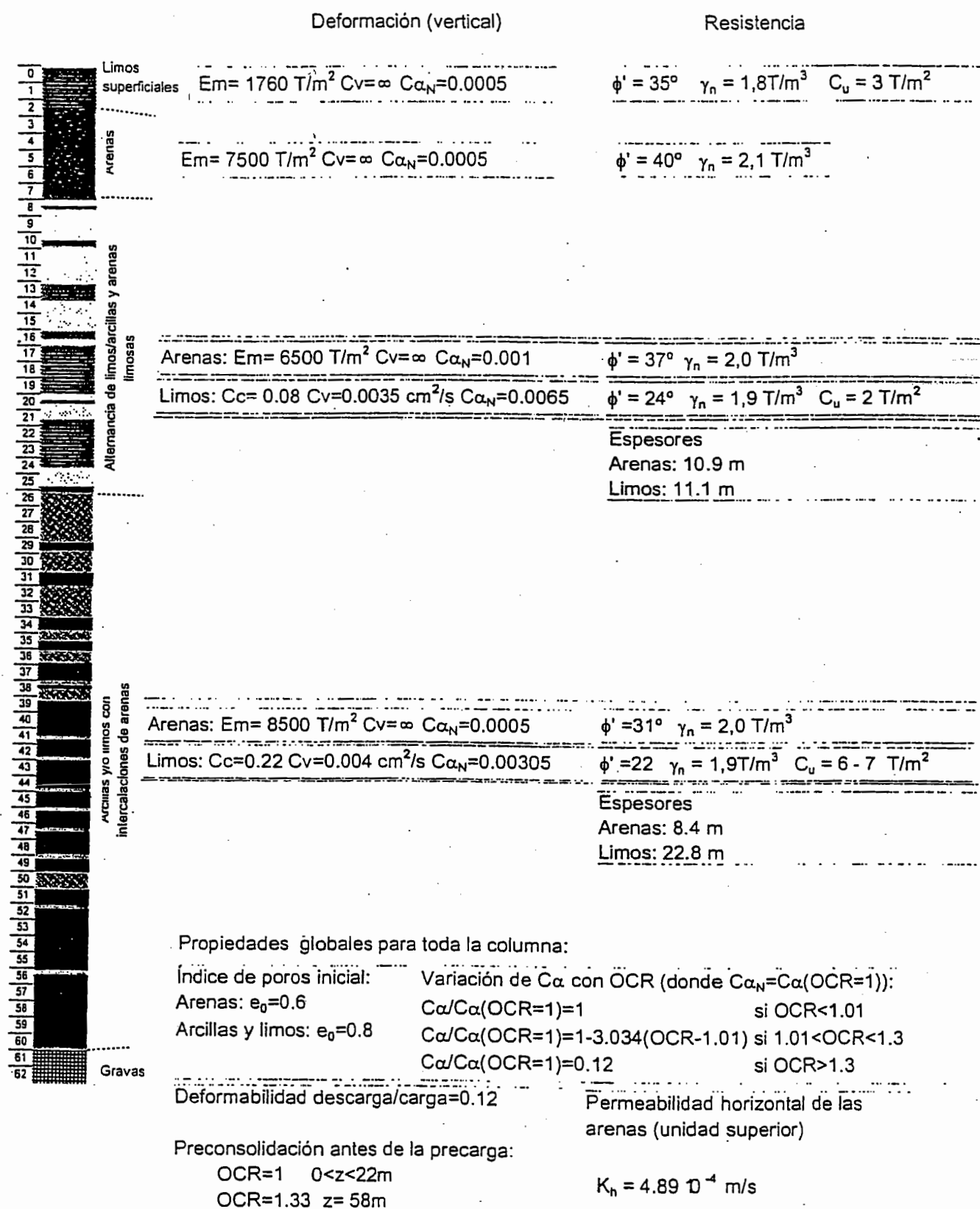


FIGURA 1

Propiedades del terreno en la zona 2 (sector norte)

No se ha realizado ajuste de parámetros (tiempo de precarga corto)

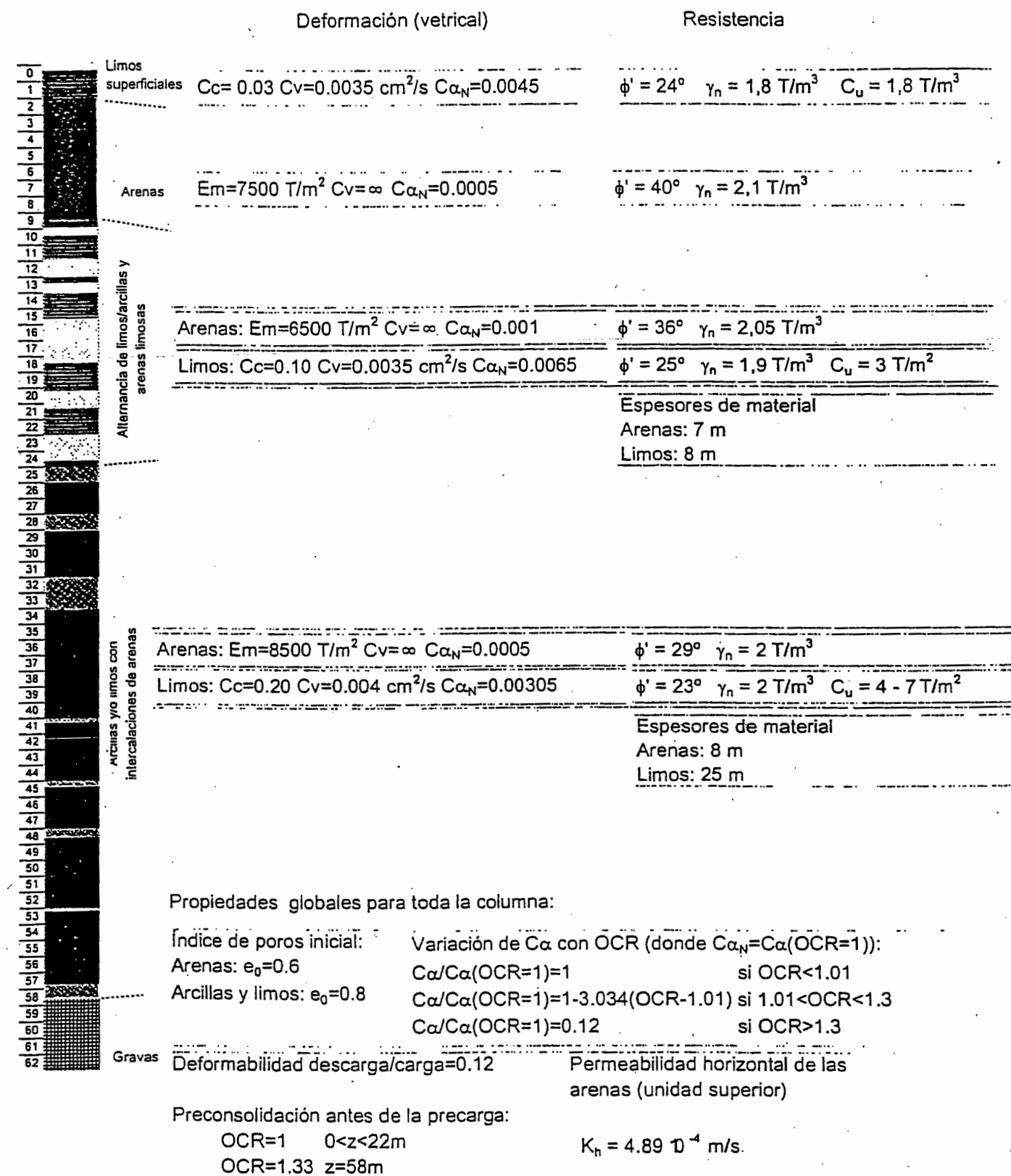


FIGURA 2

Propiedades del terreno en la zona 3. Ajuste con medidas tomadas durante 3 meses.

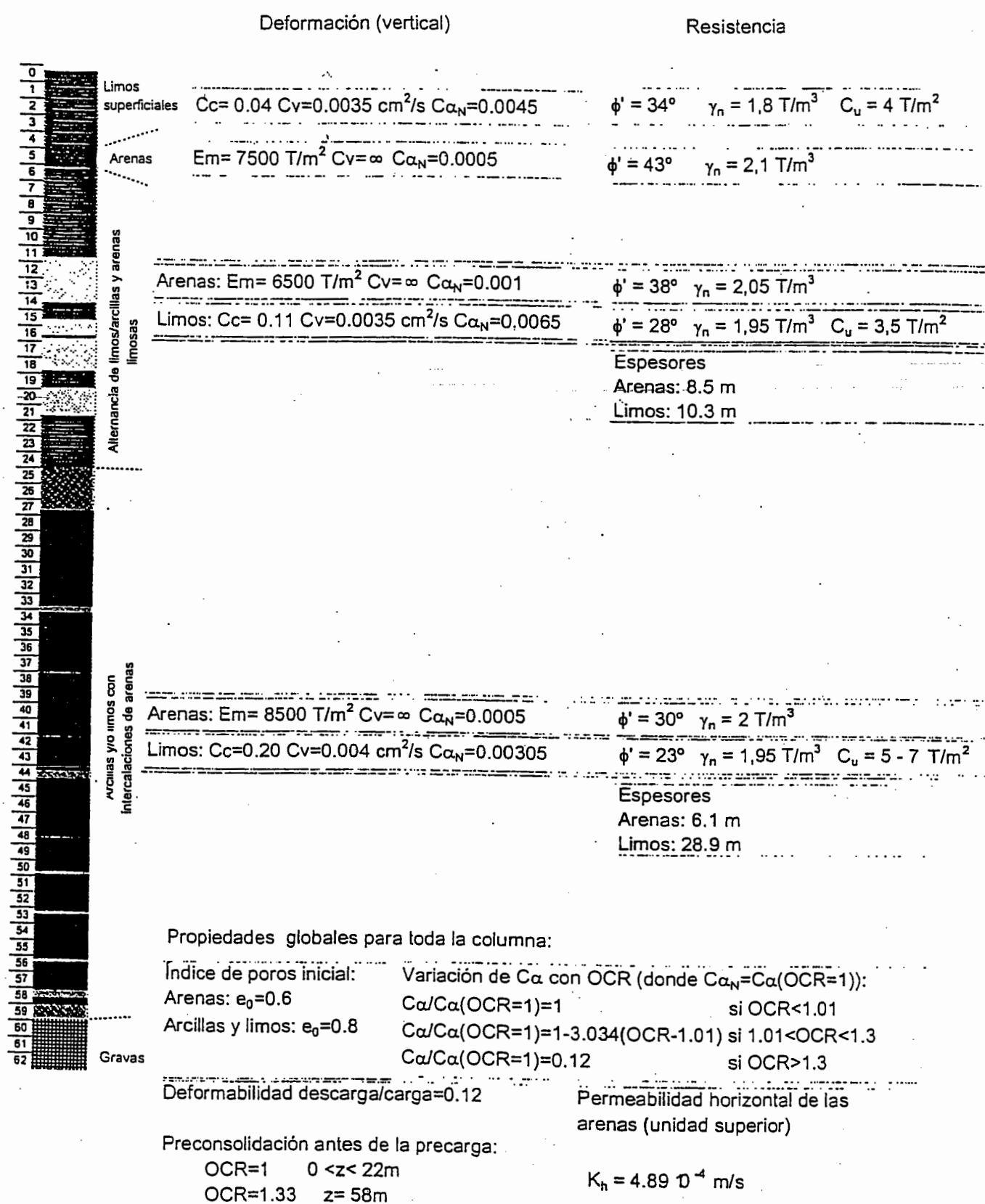


FIGURA 3

Propiedades del terreno en la zona 5. Ajuste con medidas tomadas durante 1 mes.

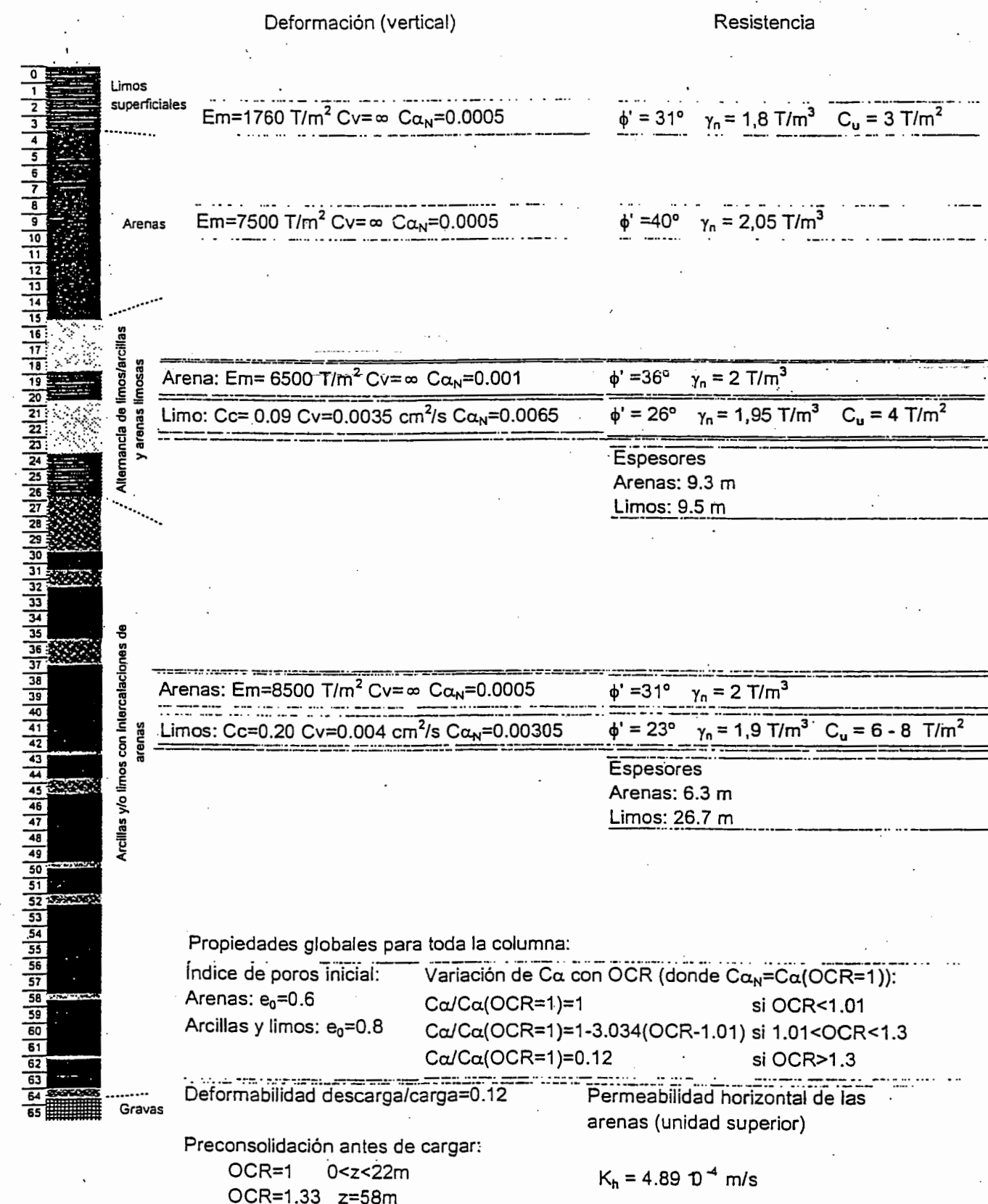


FIGURA 4

Propiedades del terreno en la zona 7

No se ha realizado ajuste de parámetros (zona no precargada)

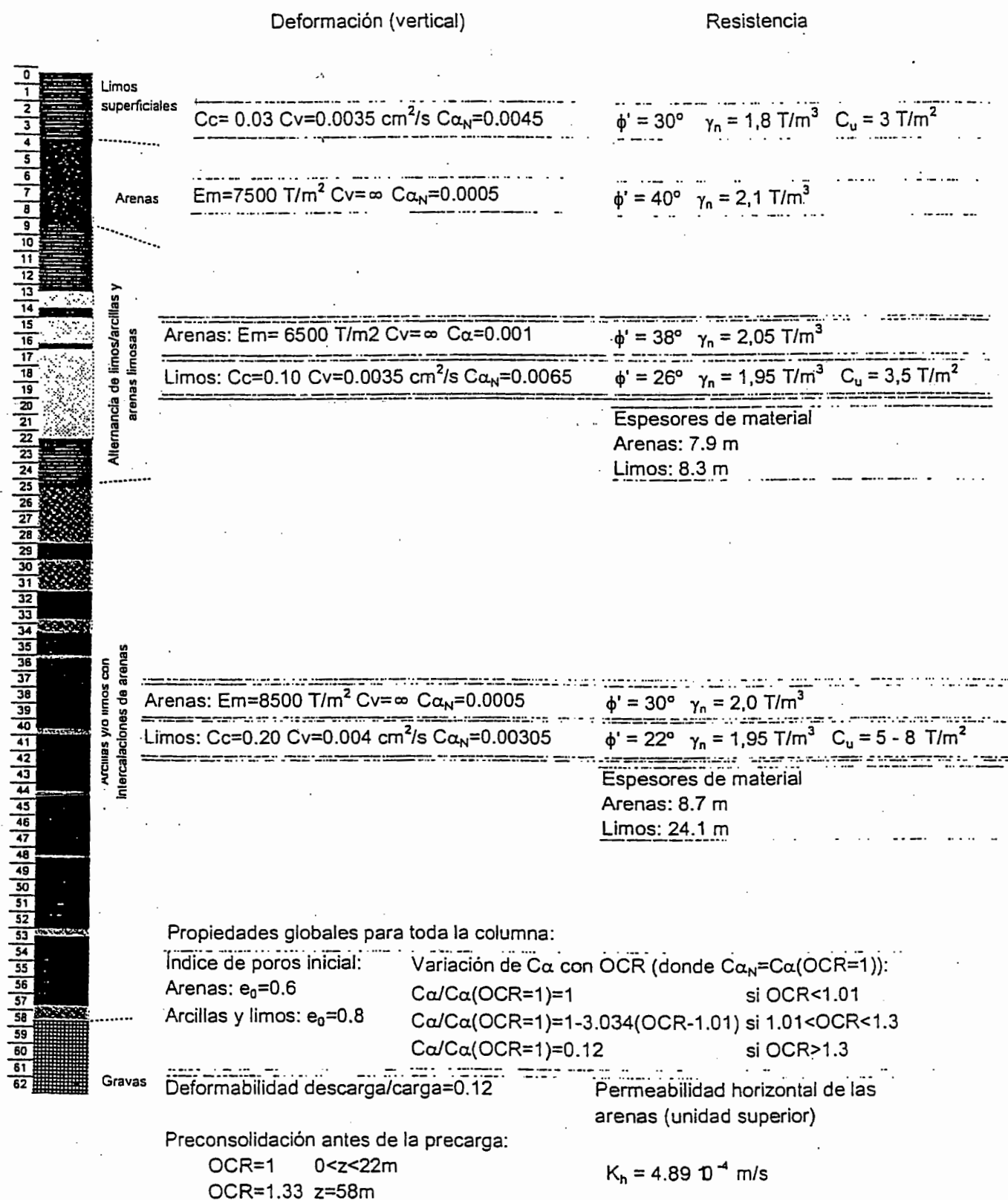


FIGURA 5

Propiedades del terreno en el sector norte de la zona 8

No se ha realizado ajuste de parámetros (zona no precargada)

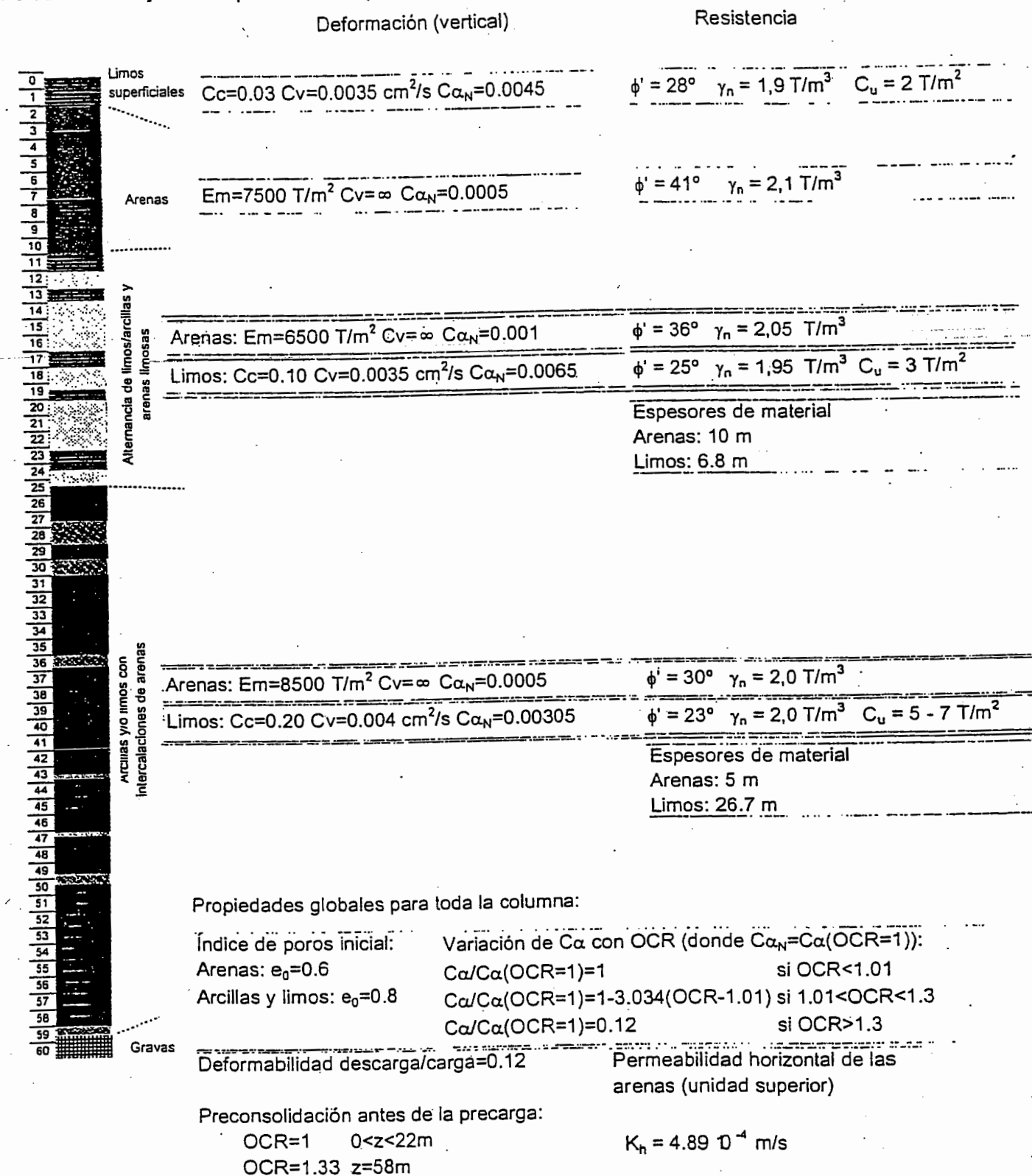


FIGURA 6

APÉNDICE 3

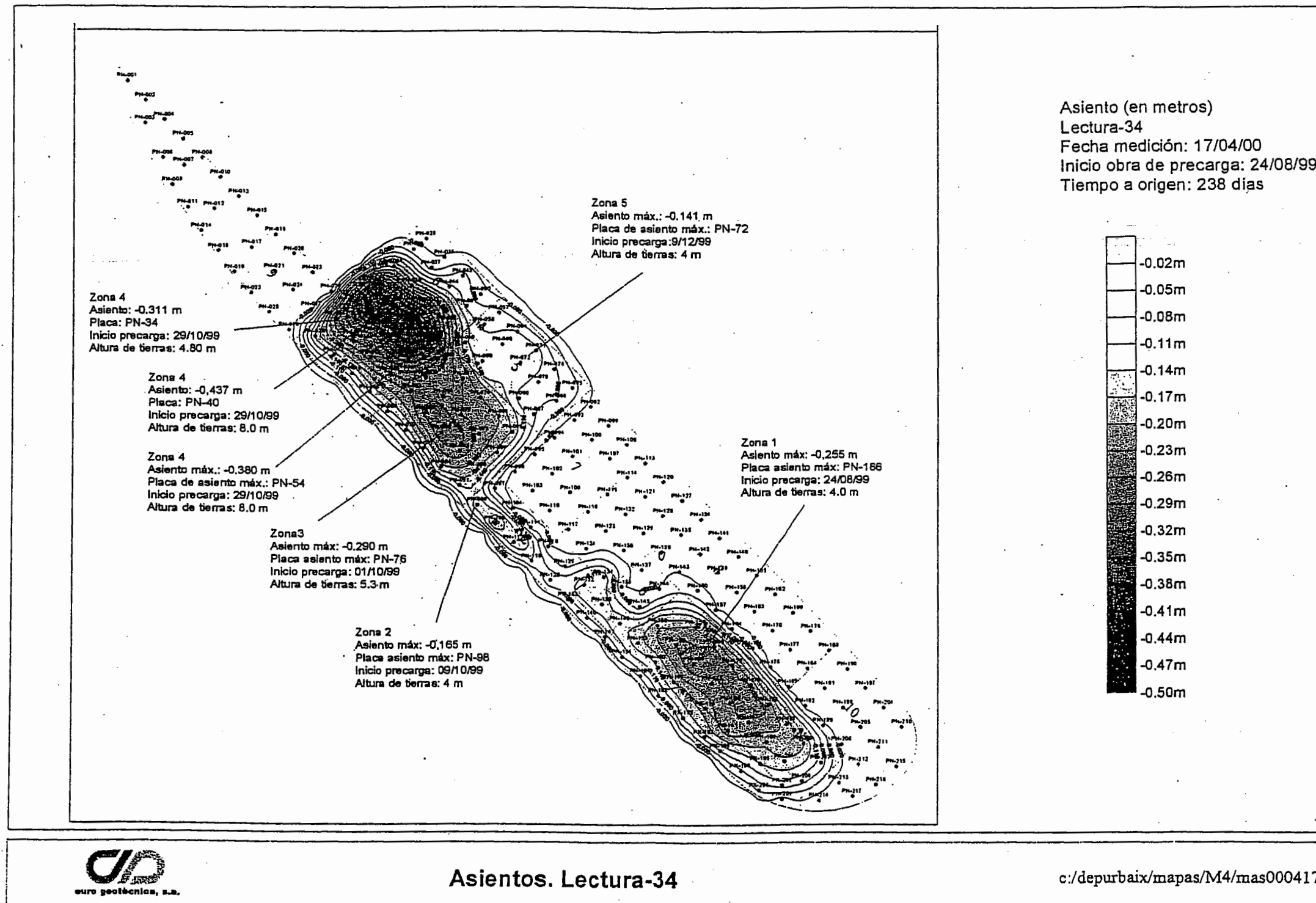


FIGURA 1

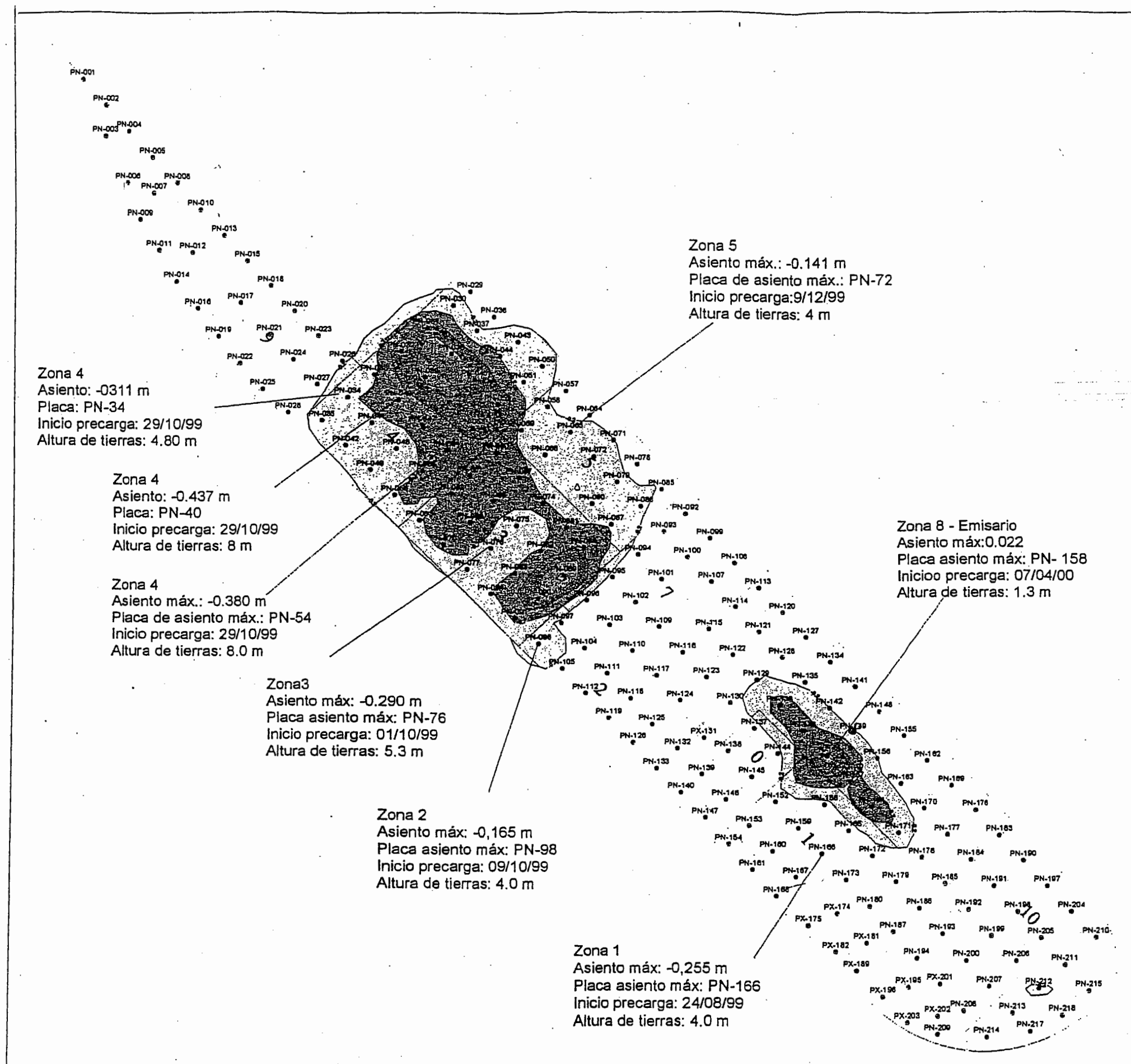


FIGURA 2

APÉNDICE 4

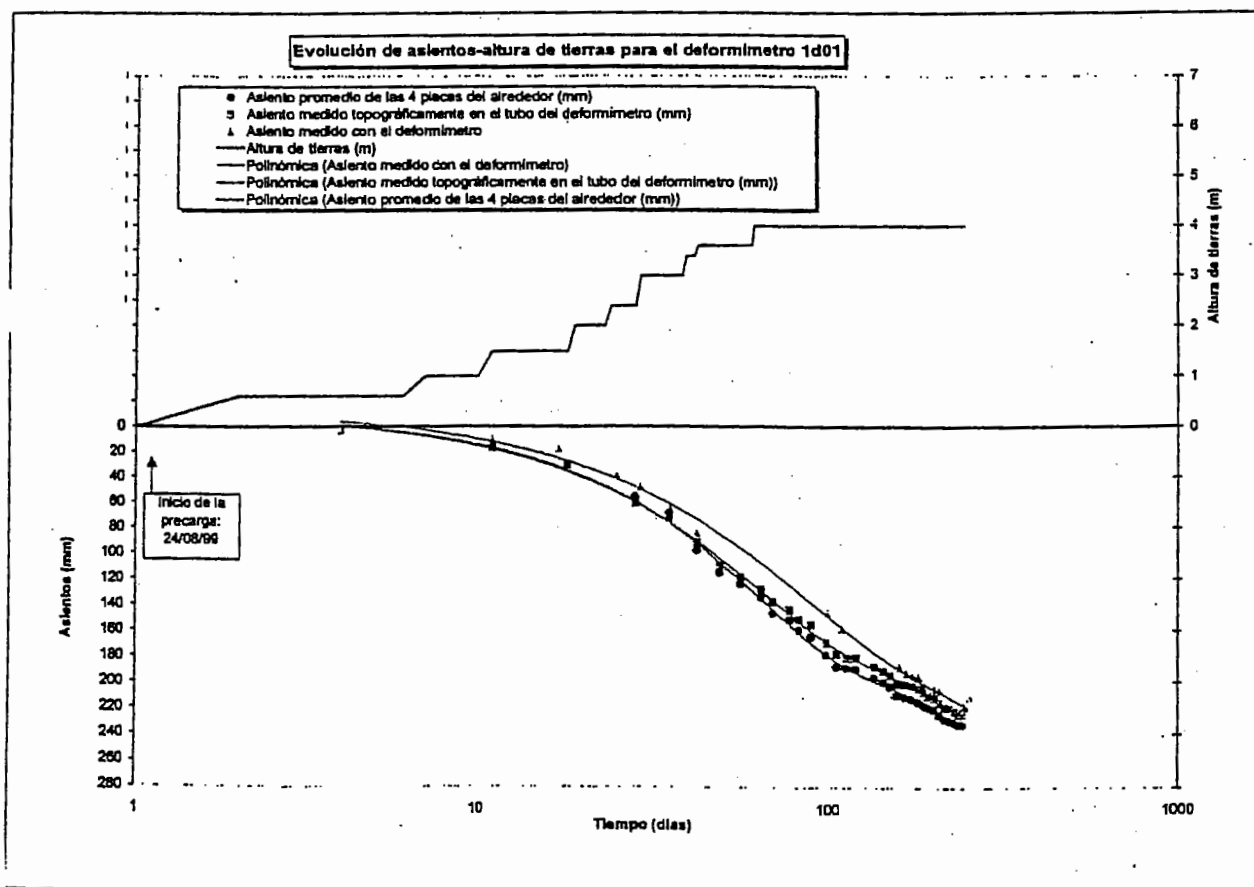
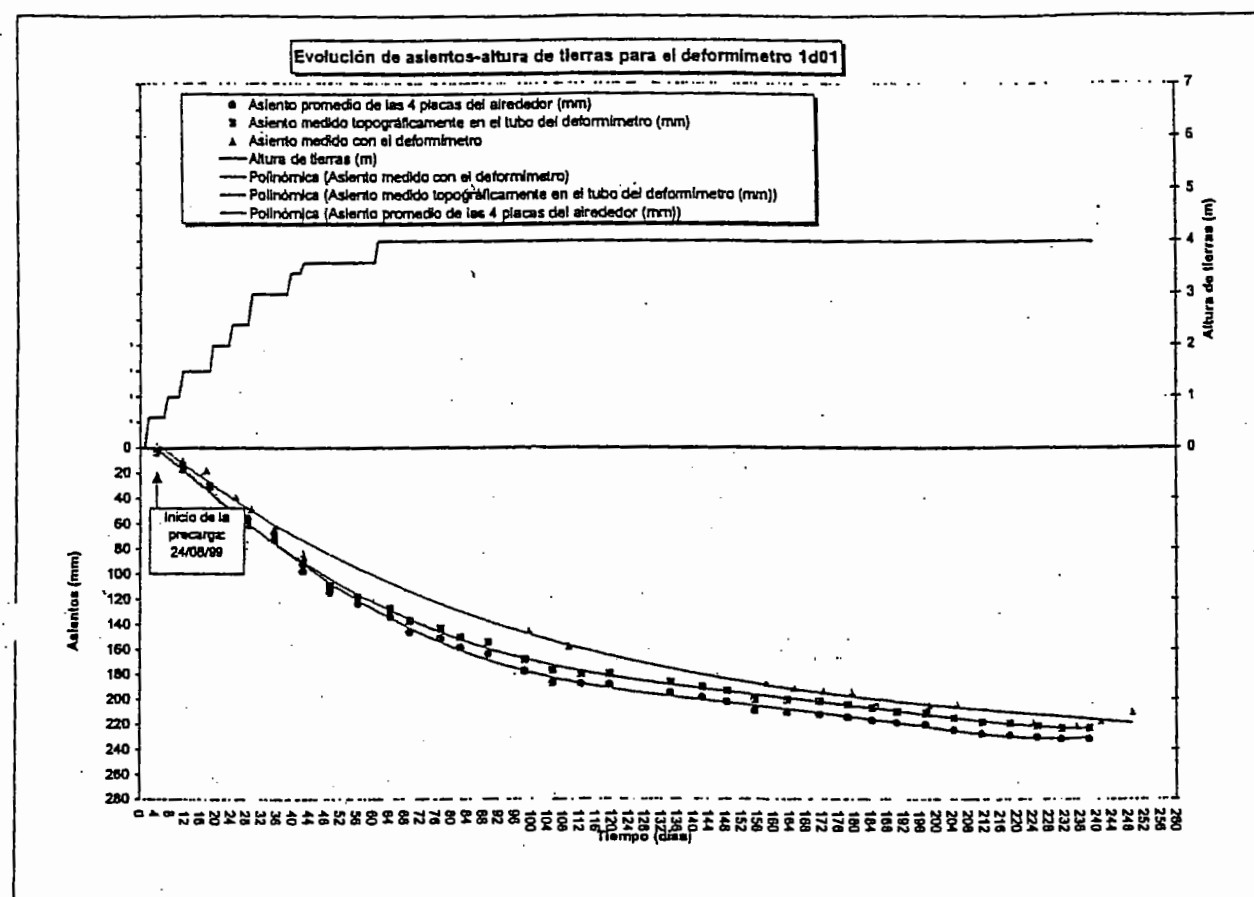


FIGURA 1

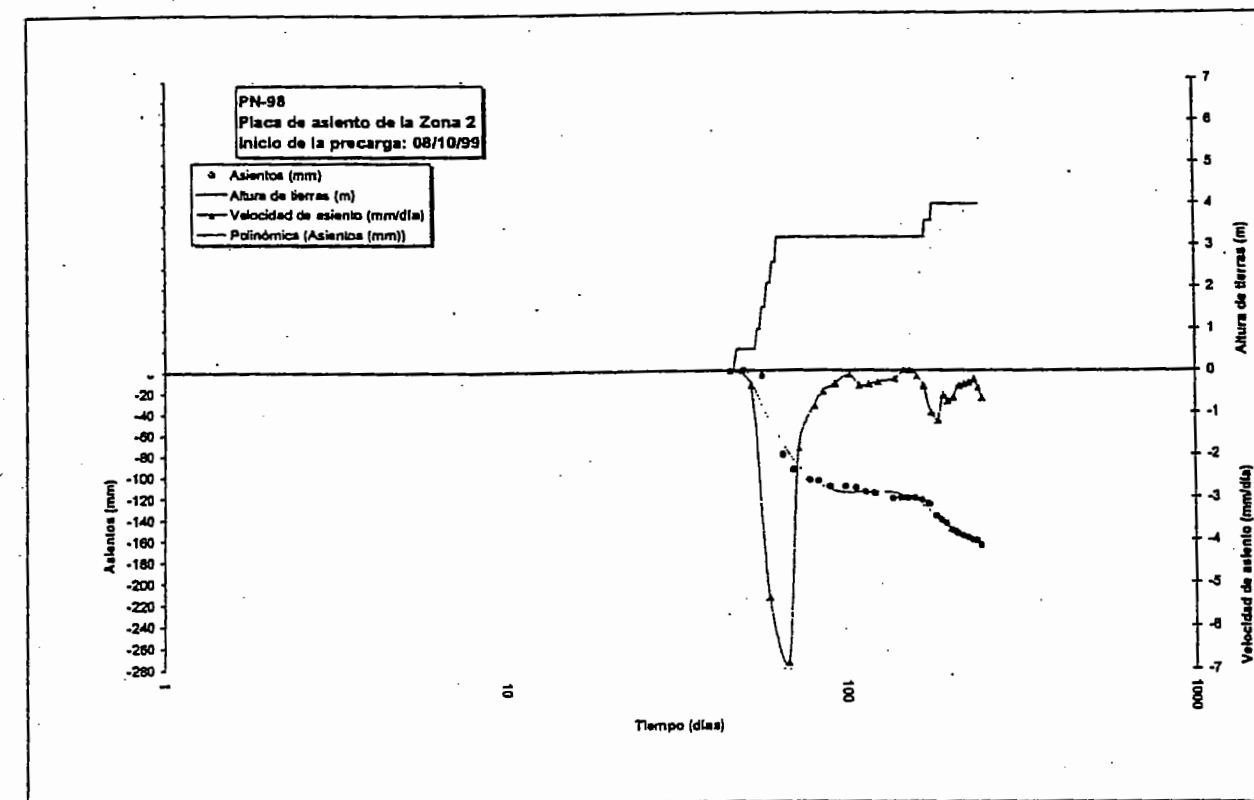
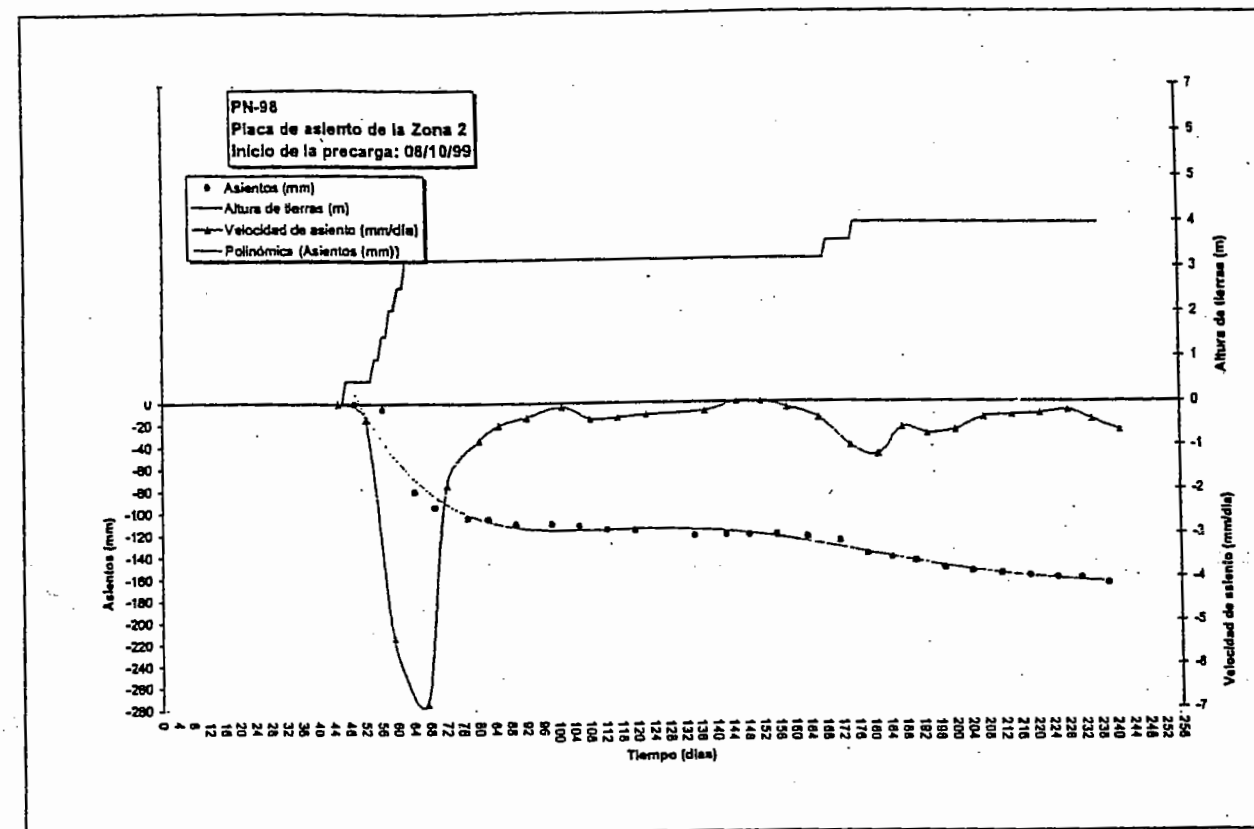


FIGURA 2

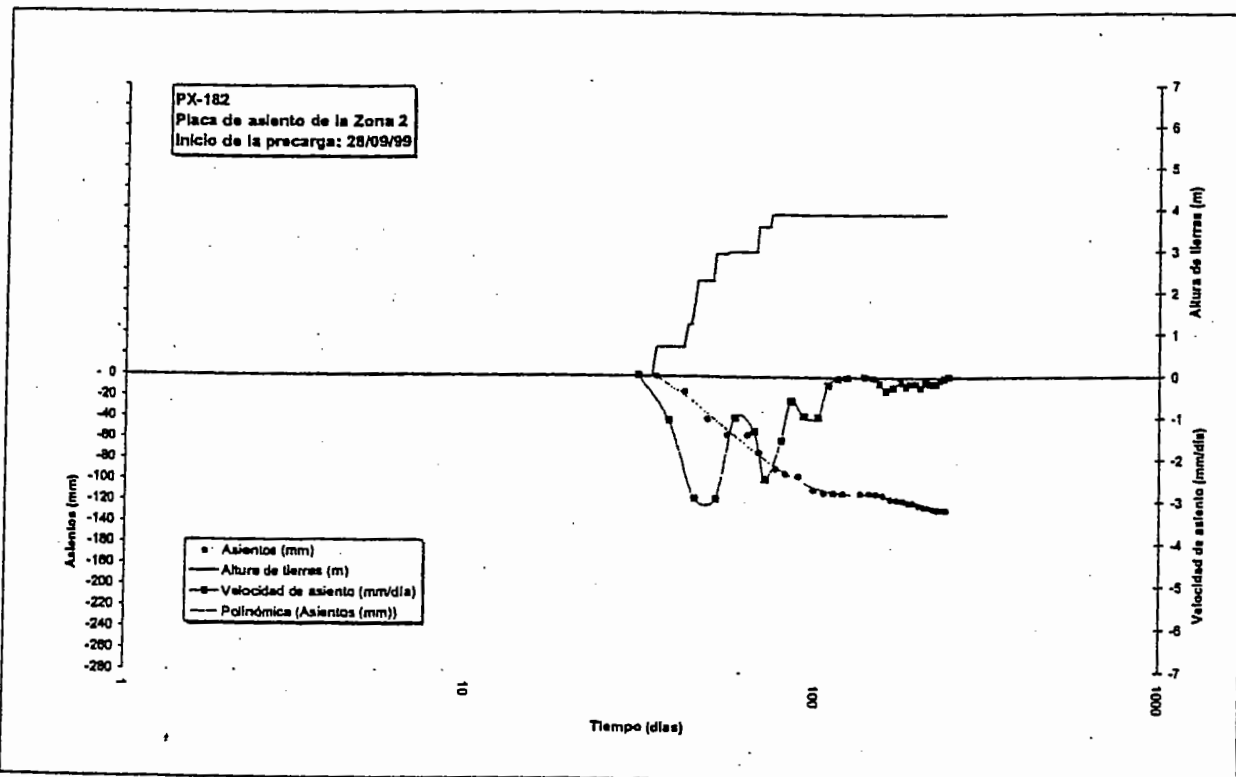
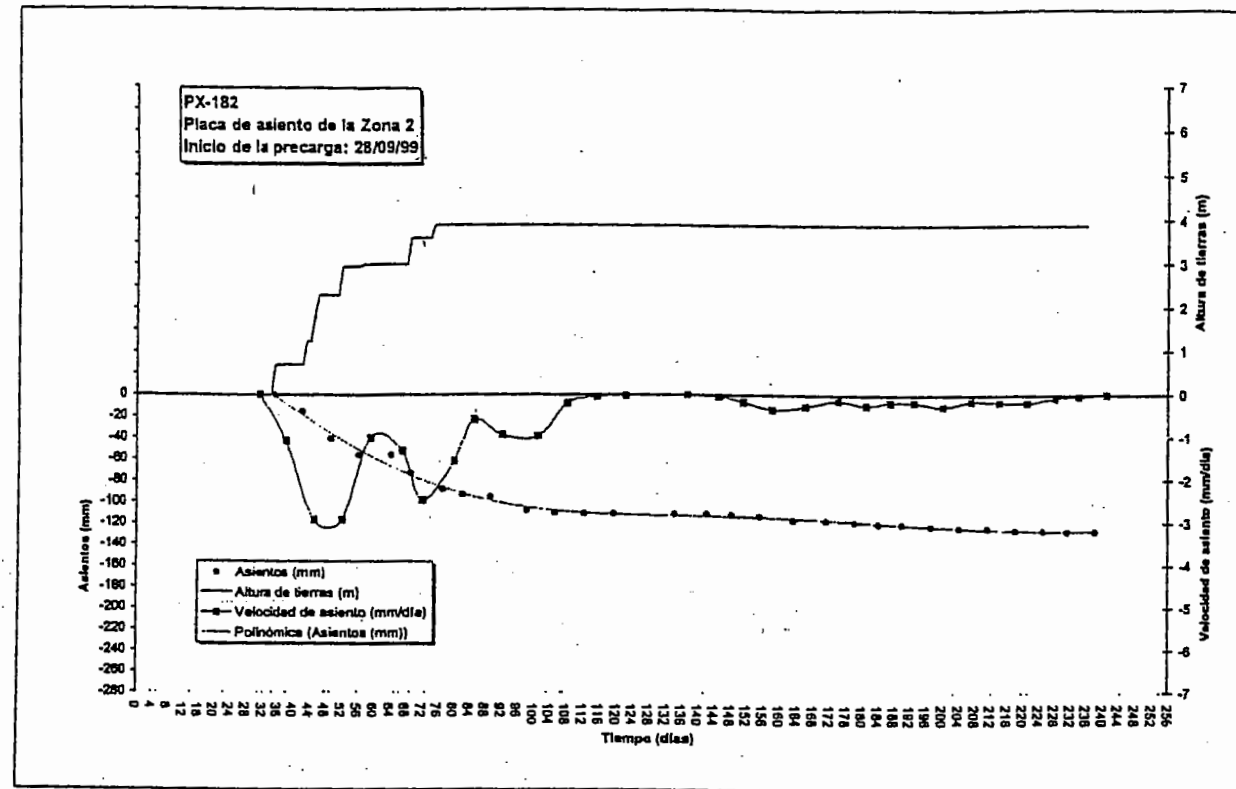


FIGURA 3

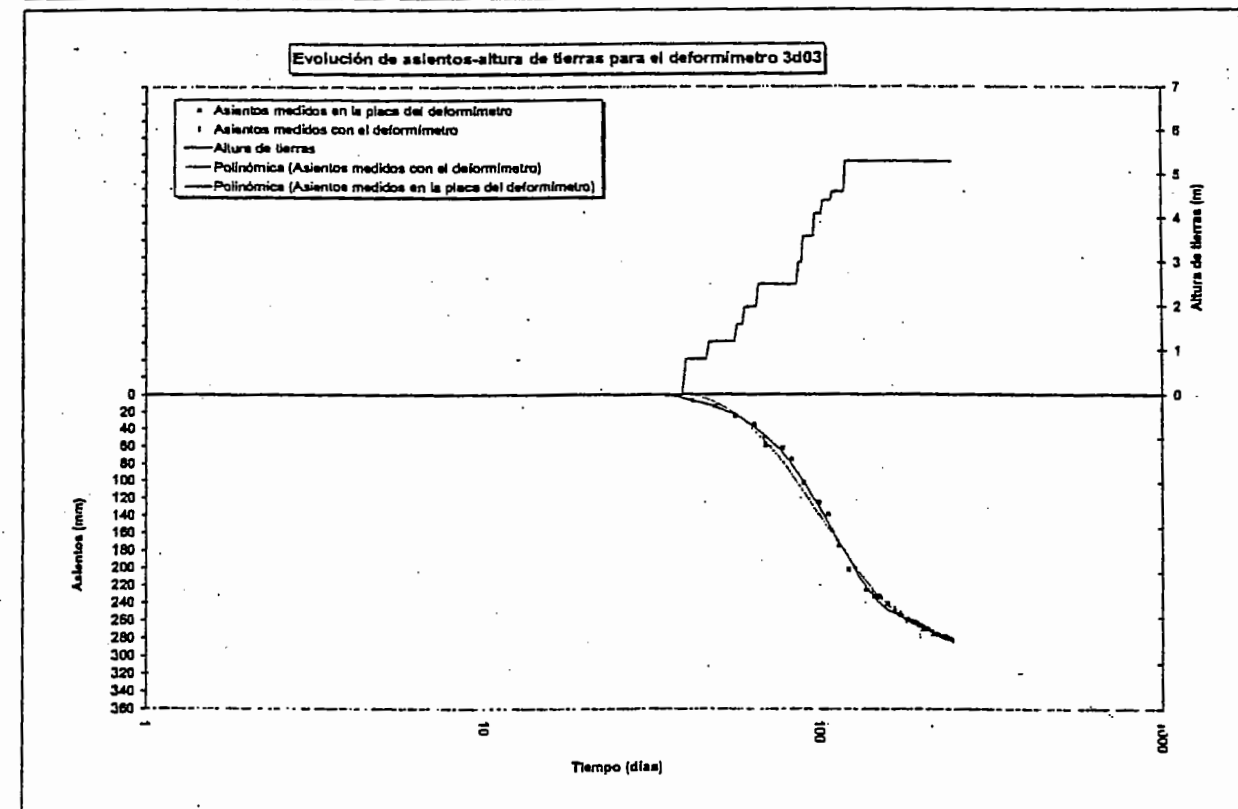
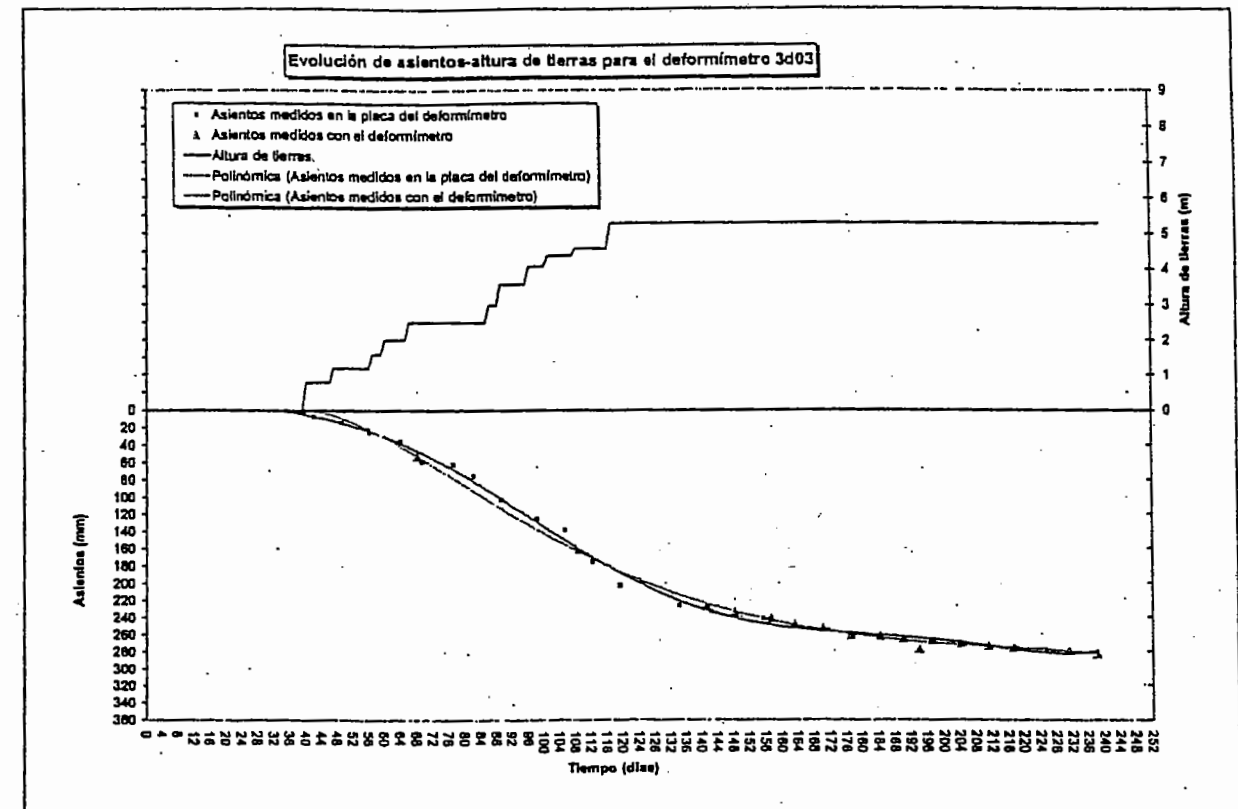


FIGURA 4

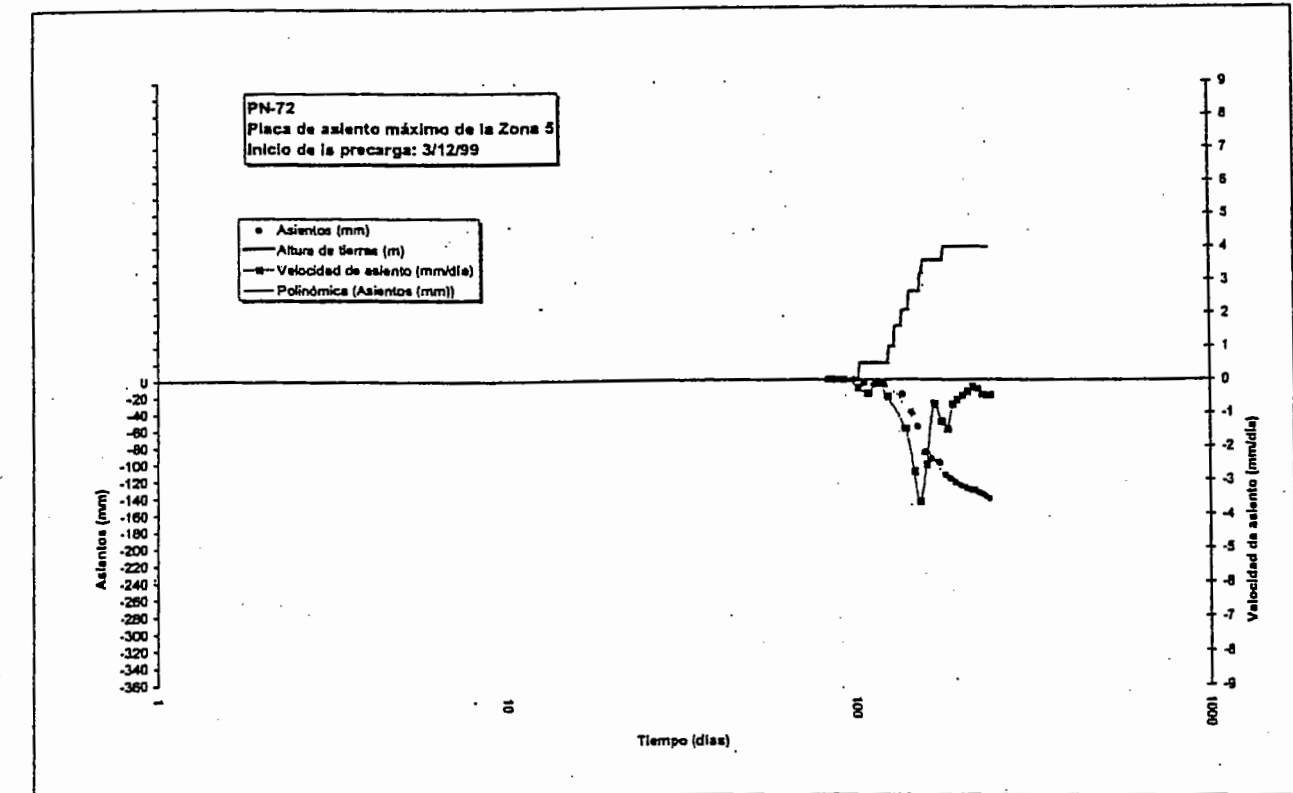
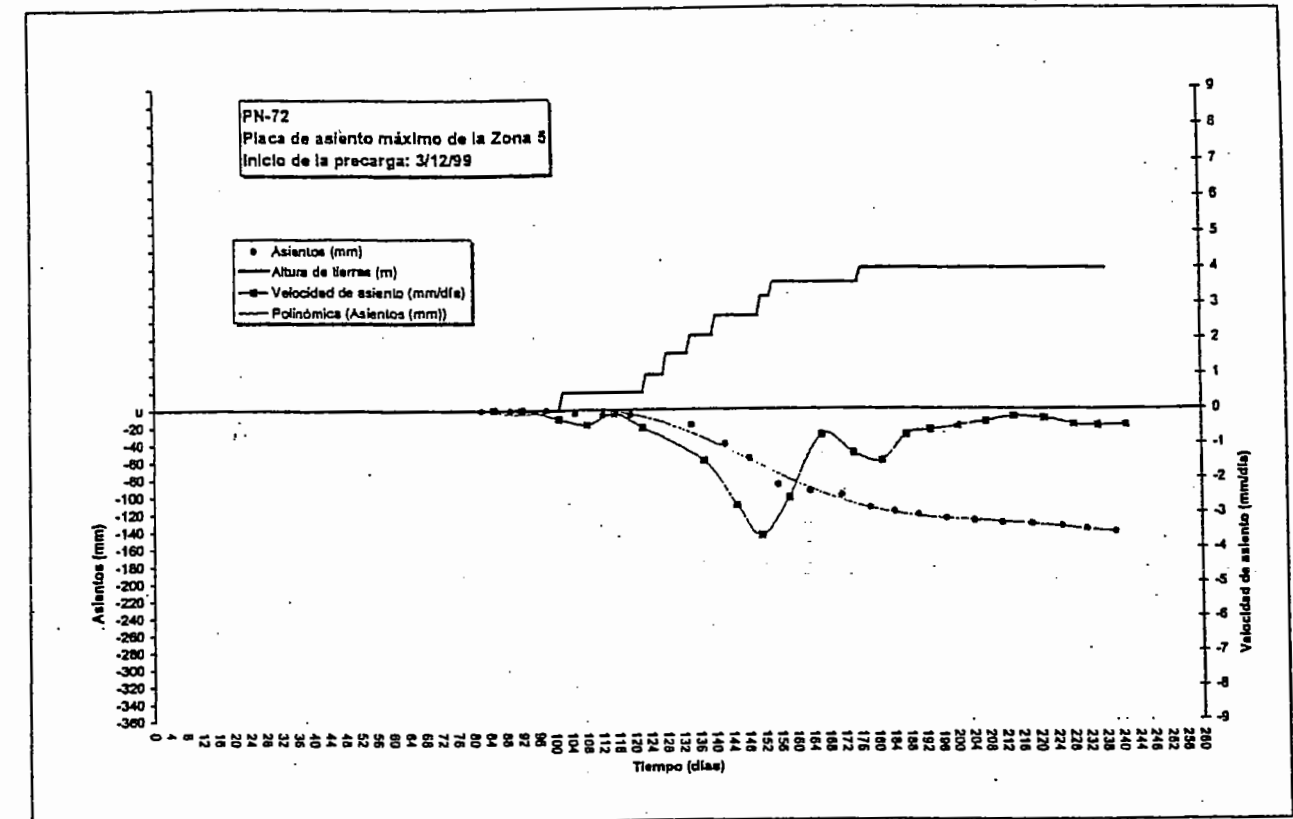
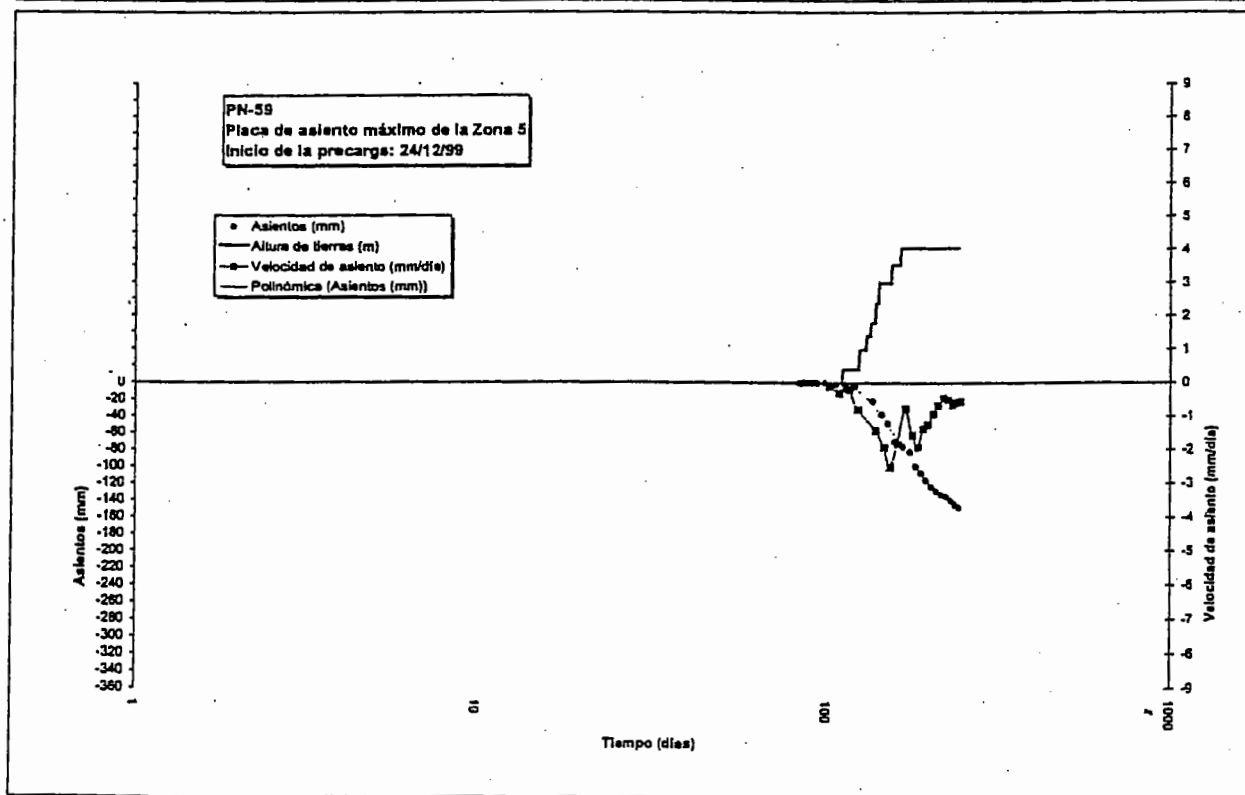
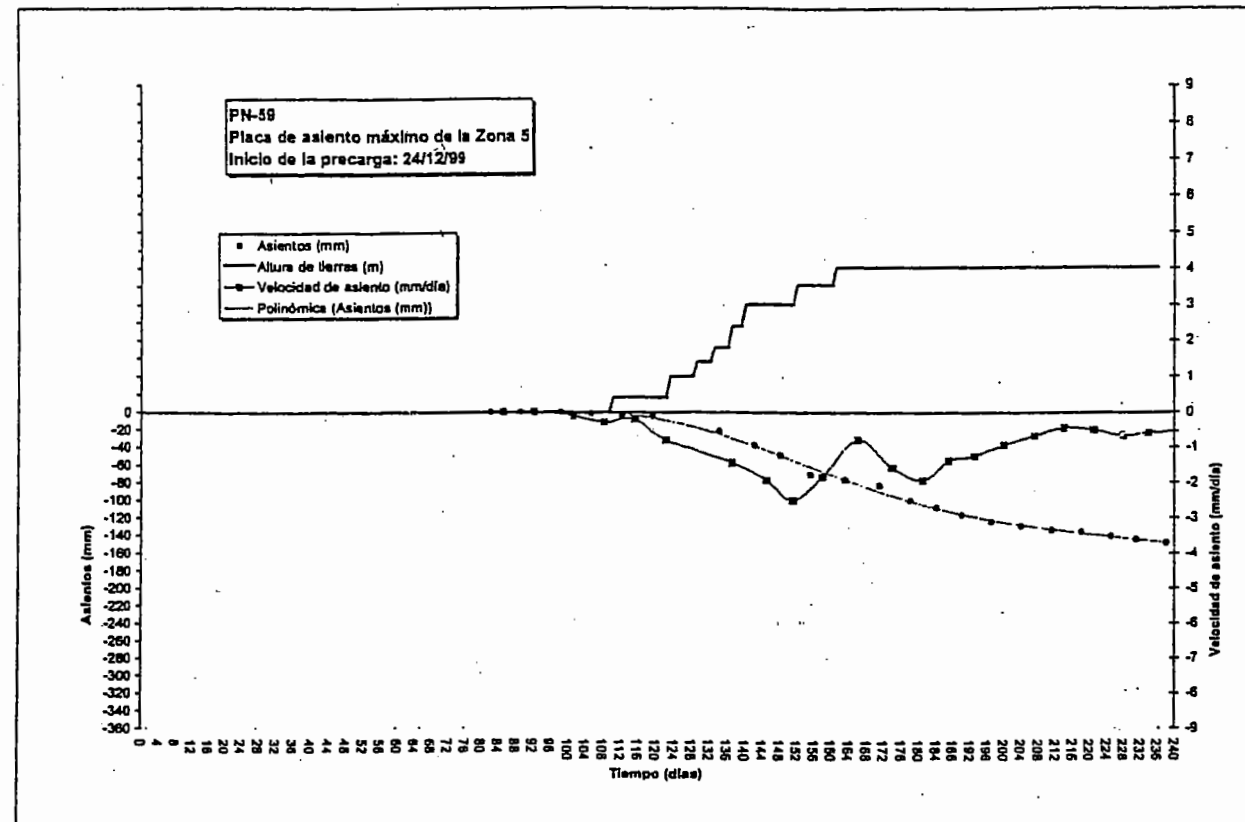


FIGURA 5

FIGURA 6



Suro Geotécnica, S.A.

MICRÓMETRO DESLIZANTE (deformímetro zona 1)

Precarga EDAR (DepurBaix)

TUBO: 1D01

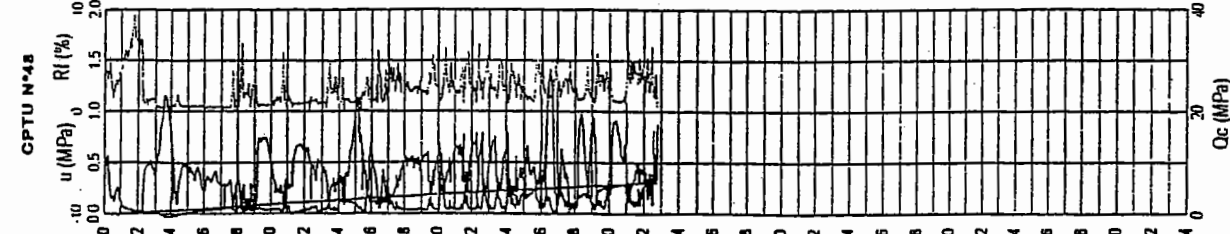
Medida de referencia: 23/08/99

Medida:	Fecha:
2	27/08/99
3	03/09/99
4	09/09/99
5	17/09/99
6	21/09/99
7	27/09/99
8	04/10/99
9	06/11/99
10	19/11/99
11	30/11/99
12	10/12/99
13	14/01/00
14	28/01/00
15	04/02/00
16	11/02/00
17	18/02/00
18	24/02/00
19	08/03/00
20	15/03/00
21	03/04/00
22	14/04/00
23	20/04/00
24	28/04/00

Observaciones:
9, 10 y 13 no se
grafican por
desestimar la lectura

Placa topográfica:

(mm)	Fecha:
-211,0	08/03/00
-215,0	13/03/00
-218,0	21/03/00
-219,0	27/03/00
-221,0	03/04/00
-223,0	10/04/00



Deformación diferencial

Deformación acumulada

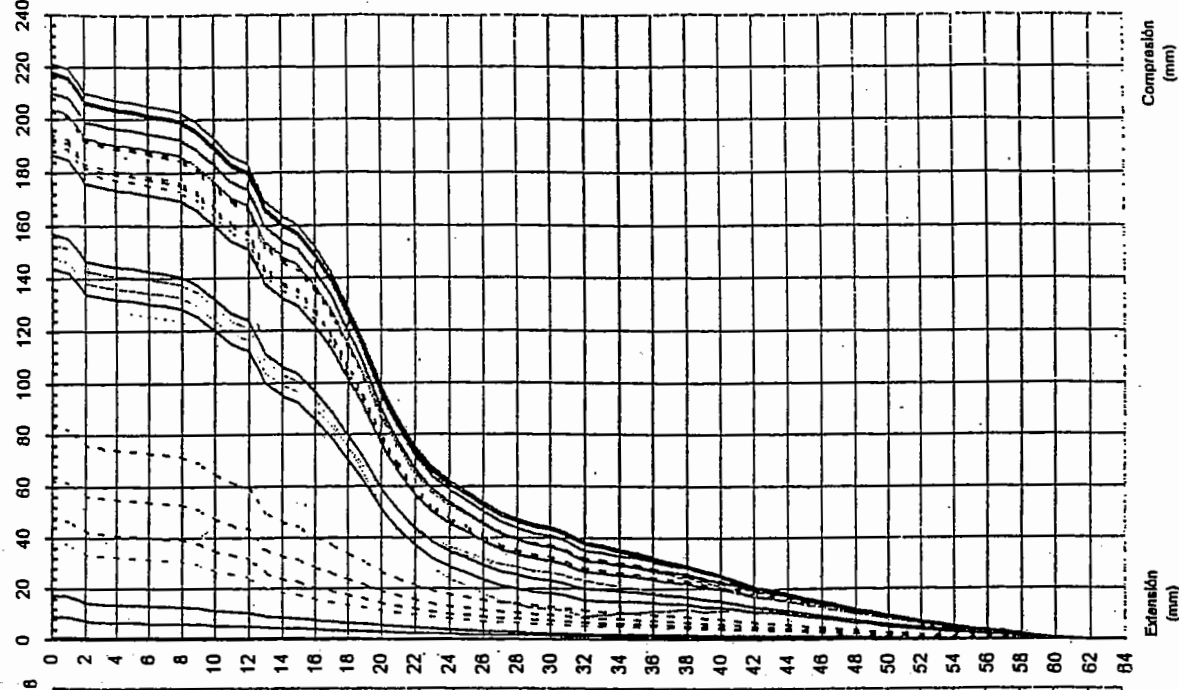


FIGURA 7



Suro Geotécnica, S.A.

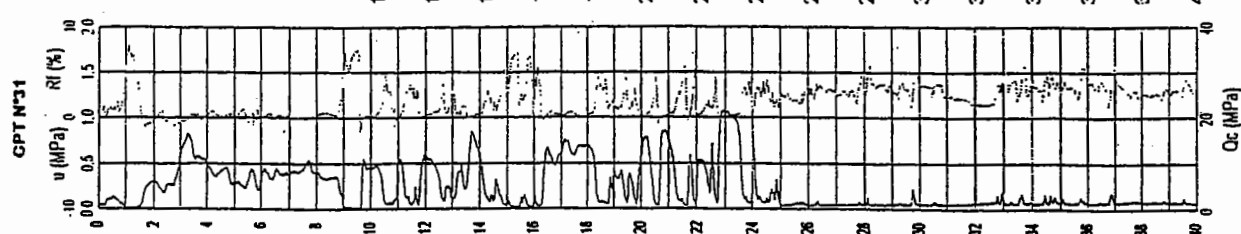
MICRÓMETRO DESLIZANTE (deformímetro zona 2)

Precarga EDAR (DepurBaix)

TUBO: 5D02

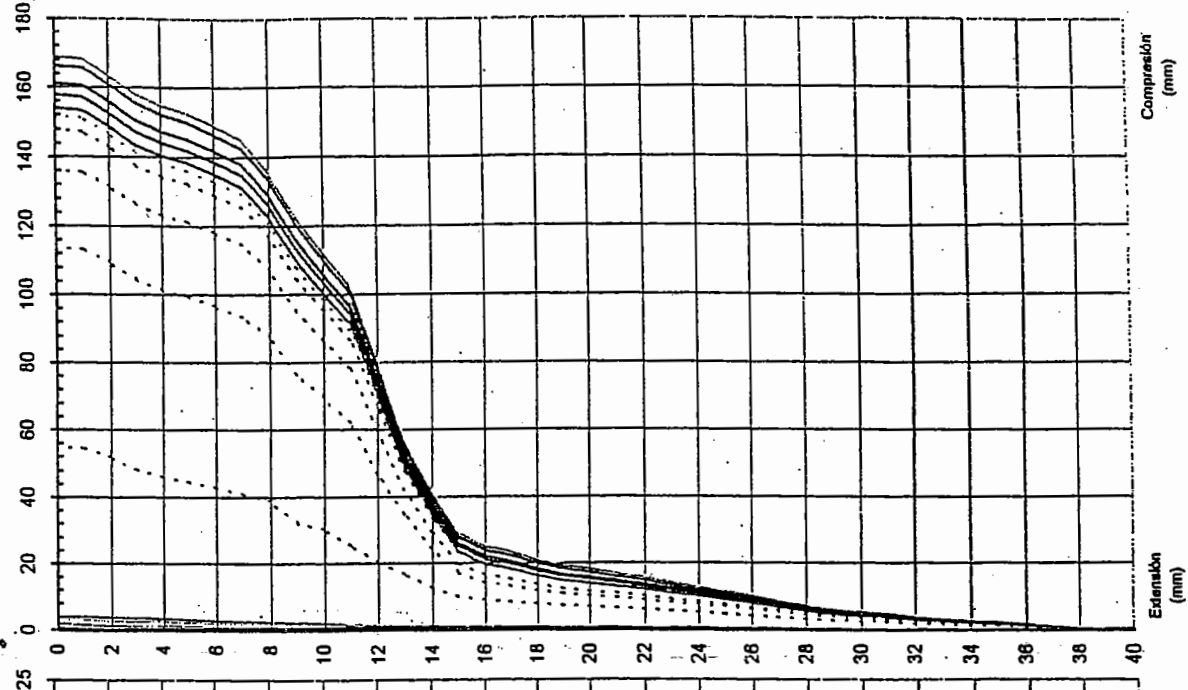
Medida de referencia: 17/09/99

Medida:	Fecha:
2	24/11/99
3	21/12/99
4	18/01/00
5	02/02/00
6	09/02/00
7	14/02/00
8	22/02/00
9	28/02/00
10	06/03/00
11	13/03/00
12	20/03/00
13	27/03/00
14	03/04/00
15	14/04/00



Deformación diferencial

Deformación acumulada



Placa topográfica:

(mm)	Fecha:
-166,0	08/03/00
-171,5	13/03/00
-176,0	21/03/00
-179,5	27/03/00
-181,5	03/04/00
-221,0	10/04/00



EURO GEOTÉCNICA, S.A.

MICRÓMETRO DESLIZANTE (deformímetro zona 3)

Precarga EDAR (DepurBaix)

TUBO: 2Dx3

Medida de referencia:

17/09/99

Medida:

Fecha:

23/09/99

04/10/99

02/11/99

08/11/99

09/12/99

10/01/00

19/01/00

27/01/00

02/02/00

17/02/00

24/02/00

29/02/00

08/03/00

14/03/00

21/03/00

29/03/00

04/04/00

13/04/00

Placa topográfica:

Fecha:

14/03/00

20/03/00

27/03/00

-97,5

-97,5

03/04/00

-97,5

10/04/00

-103,5

17/04/00

CPTU N°19

u (MPa)

RI (%)

0

0,5

1,0

1,5

2,0

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

Deformación diferencial

Extensión (mm/m)

Compresión (mm/m)

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

Deformación acumulada

Extensión (mm)

Compresión (mm)

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

FIGURA 9



EURO GEOTÉCNICA, S.A.

MICRÓMETRO DESLIZANTE (deformímetro zona 3)

Precarga EDAR (DepurBaix)

TUBO: 3D03

Medida de referencia:

01/10/99

Medida:

Fecha:

30/10/99

23/11/00

09/12/99

11/01/00

18/01/00

27/01/00

02/02/00

18/02/00

09/02/00

23/02/00

29/02/00

07/03/00

14/03/00

21/03/00

29/03/00

04/04/00

13/04/00

CPTU N°18

u (MPa)

RI (%)

0

0,5

1,0

1,5

2,0

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

32

34

36

38

40

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

Deformación diferencial

Extensión (mm/m)

Compresión (mm/m)

0

2

4

6

8

10

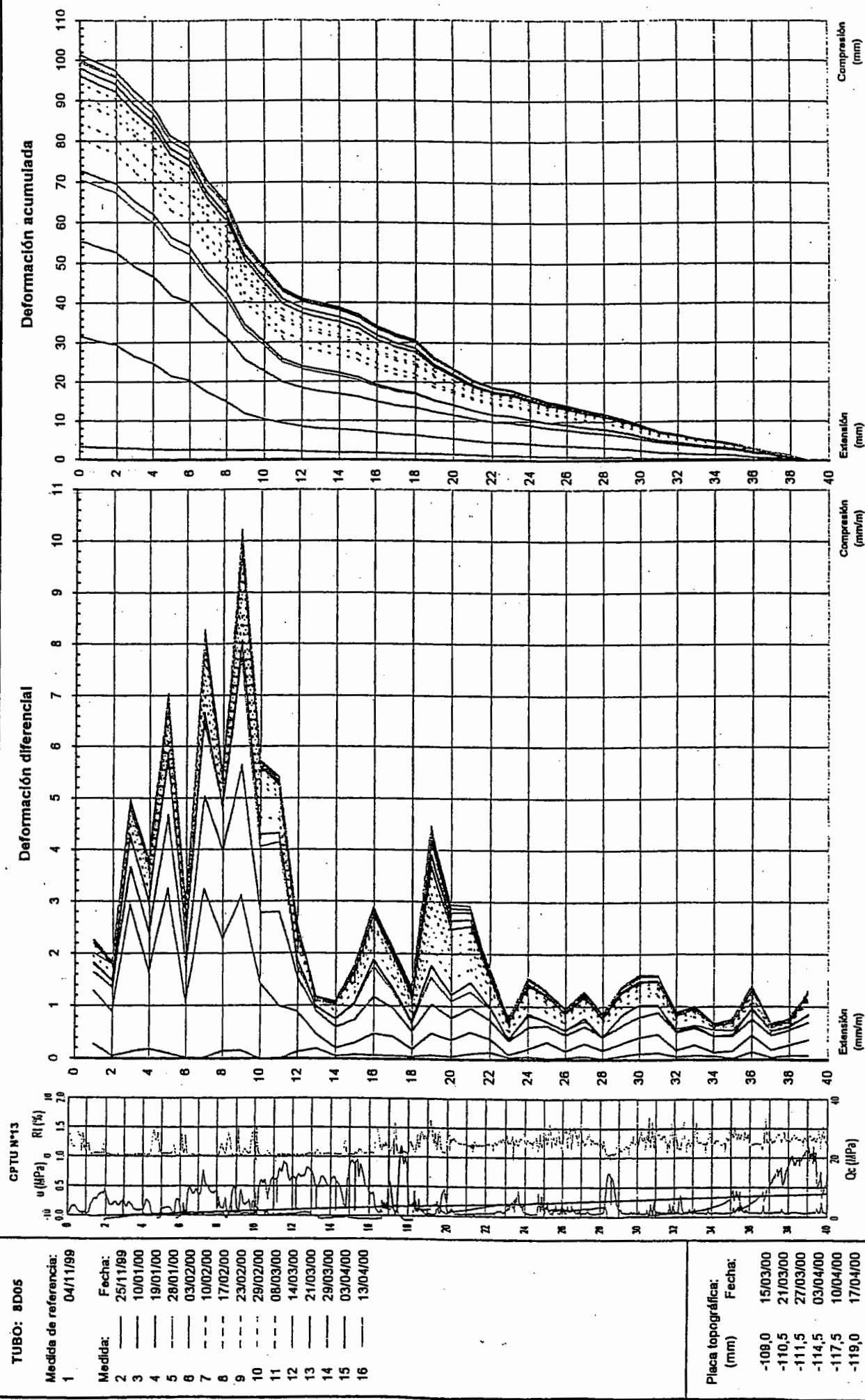


FIGURA 11

ANEXO N° 2 REVISIÓN GEOTÉCNICA (MARZO 2000)

Se adjunta la siguiente información:

1. Plano de ubicación de sondeos y CPT's CPTU's analizados.
2. Columnas modelo y parámetros geotécnicos básicos.
3. Proceso de obtención de los parámetros.

Los datos de la campaña de reconocimiento (registro de los sondeos, CPT's y CPTU's, SPT's, resultados de los ensayos de laboratorio y medidas topográficas y con deformímetros) están disponibles para cualquier consulta.

Proceso de obtención de los parámetros geotécnicos del terreno en la EDAR del Baix Llobregat

Determinación de los parámetros de deformación.

Para los parámetros de deformación (E_m , C_c , C_s , C_v) se parte de la calibración inicial obtenida en la zona test (zona 0) -ver el "Informe geotécnico (2ª fase) y análisis de la prueba de precarga" (diciembre de 1997, UPC)-. En cada zona se ajustan los espesores de capa de acuerdo con la columna estratigráfica del sondeo que le corresponda, y se calculan las deformaciones (asientos) mediante un programa de cálculo. Se comparan las deformaciones diferenciales a lo largo del perfil y las totales con las medidas de los deformímetros, revisando la distribución geométrica de las capas del modelo y el valor de los parámetros geotécnicos hasta llegar de forma iterativa a un ajuste aceptable. Se comprueba que los parámetros que se obtienen sean compatibles con los resultados de las diversas campañas de reconocimiento.

Se observa que los parámetros de los materiales se mantienen básicamente uniformes para todas las zonas de la depuradora, siendo en cambio la distribución espacial de los materiales muy irregular y variable a lo largo de la planta e incluso dentro de una misma zona.

En el informe anteriormente citado, "Informe geotécnico (2ª fase) y análisis de la prueba de precarga" (diciembre de 1997, UPC), se incluye una descripción completa del método de cálculo utilizado en el análisis de los asientos de la prueba de precarga, extrapolable al análisis de toda la precarga. En el análisis de la fase de precarga, para los materiales arcillosos de la unidad inferior ($25 \text{ m} < z < 58 \text{ m}$) se considera un coeficiente de consolidación secundaria variable con el grado de sobreconsolidación de acuerdo con las medidas extensométricas (deformímetros) realizadas ($C_\alpha = 891 e^{-12.584 \text{ OCR}}$;

$\text{OCR} = \sigma'_{\text{máx}} / \sigma'_{\text{actual}}$), mientras que en los materiales arcillosos más compresibles situados por encima de los 22 m a 25 m, por estar normalmente consolidados, el coeficiente de consolidación secundaria se ha mantenido constante ($C_\alpha = 0.0065$). La relación entre la deformabilidad en descarga/recarga y en carga

noval se ha tomado igual a 0.12 en base a los resultados que se disponían en el informe antes citado junto con el análisis de la descarga de la zona de prueba de precarga (zona 0).

Resaltar que estos modelos surgen del análisis del estado natural del terreno, antes de modificarlo con la aplicación de la precarga. Ya se ha comentado que la relación entre los coeficientes de deformación en carga noval (C_c) y descarga (C_s) se han ajustado con un valor $C_s/C_c = 0.12$, analizando la descarga de la zona de prueba. Referente a la variación del coeficiente de consolidación secundaria por efecto de la sobreconsolidación, en las fases posteriores a la precarga (excavación, construcción de las estructuras y llenado de los tanques), se consideraban tres hipótesis en el informe ya citado (UPC, 1997). Del análisis de la descarga de la zona test con las medidas disponibles, y teniendo en cuenta la duración corta del tiempo de precarga en relación al tiempo en el que ha actuado la sobreconsolidación previa por efecto del bombeo antiguo del acuífero inferior, parece que la hipótesis más adecuada es la que en aquel informe se denominó **Hipótesis C** (intermedia) algo modificada. Este caso consideraba la ley de variación de C_α con OCR derivada de los ensayos de laboratorio, pero introduciendo el efecto de aumento de la presión de preconsolidación que se produce con el paso del tiempo por causa de las deformaciones de origen secundario que se van desarrollando:

$C_\alpha / C_\alpha(\text{OCR}=1) = 1$	si $\text{OCR} < 1.01$
$C_\alpha / C_\alpha(\text{OCR}=1) = 1 - 3.034 (\text{OCR} - 1.01)$	si $1.01 < \text{OCR} < 1.3$
$C_\alpha / C_\alpha(\text{OCR}=1) = 0.12$	si $\text{OCR} > 1.3$

El cambio de la presión de preconsolidación (p'_c) al pasar de un tiempo inicial (t_i) a un tiempo final (t_f) puede evaluarse con la siguiente ley:

$$p'_c(t_f) / p'_c(t_i) = (t_f / t_i)^{C_\alpha / (C_c - C_s)}$$

En las zonas donde todavía no se ha construido el terraplén no se puede dar un modelo contrastado con medidas reales de deformaciones. Se han considerado en estos casos como valores mejores de los parámetros de deformación los de las zonas adjuntas, y como distribución geométrica de los materiales el de la descripción del sondeo de la zona junto al análisis del CPT o CPTU más cercano.

Determinación de los parámetros de resistencia del terreno.

Referente a los parámetros resistentes (ϕ' , C_u) y a la densidad natural (γ_n), se dan unos valores promedios de los distintos materiales definidos en el modelo del terreno por zonas. Estos valores se han obtenido de las correlaciones que se establecen con las diagráfias continuas de los CPT's y CPTU's

(ver en el mapa que se adjunta la situación de los que se han analizado). Se contrastan estos valores con los que se obtienen a partir de los ensayos de compresión simple que se han realizado y con las correlaciones con los valores del SPT en los sondeos.

Determinación de la permeabilidad horizontal de las arenas de la unidad superior.

Se realizó un ensayo de bombeo en el pozo localizado en la zona 8, donde el espesor de las arenas de la unidad superior es de unos 7 m. El valor de la permeabilidad que se ha hallado es $4.89 \cdot 10^{-4}$ m/s y se considera como valor representativo de las distintas zonas.

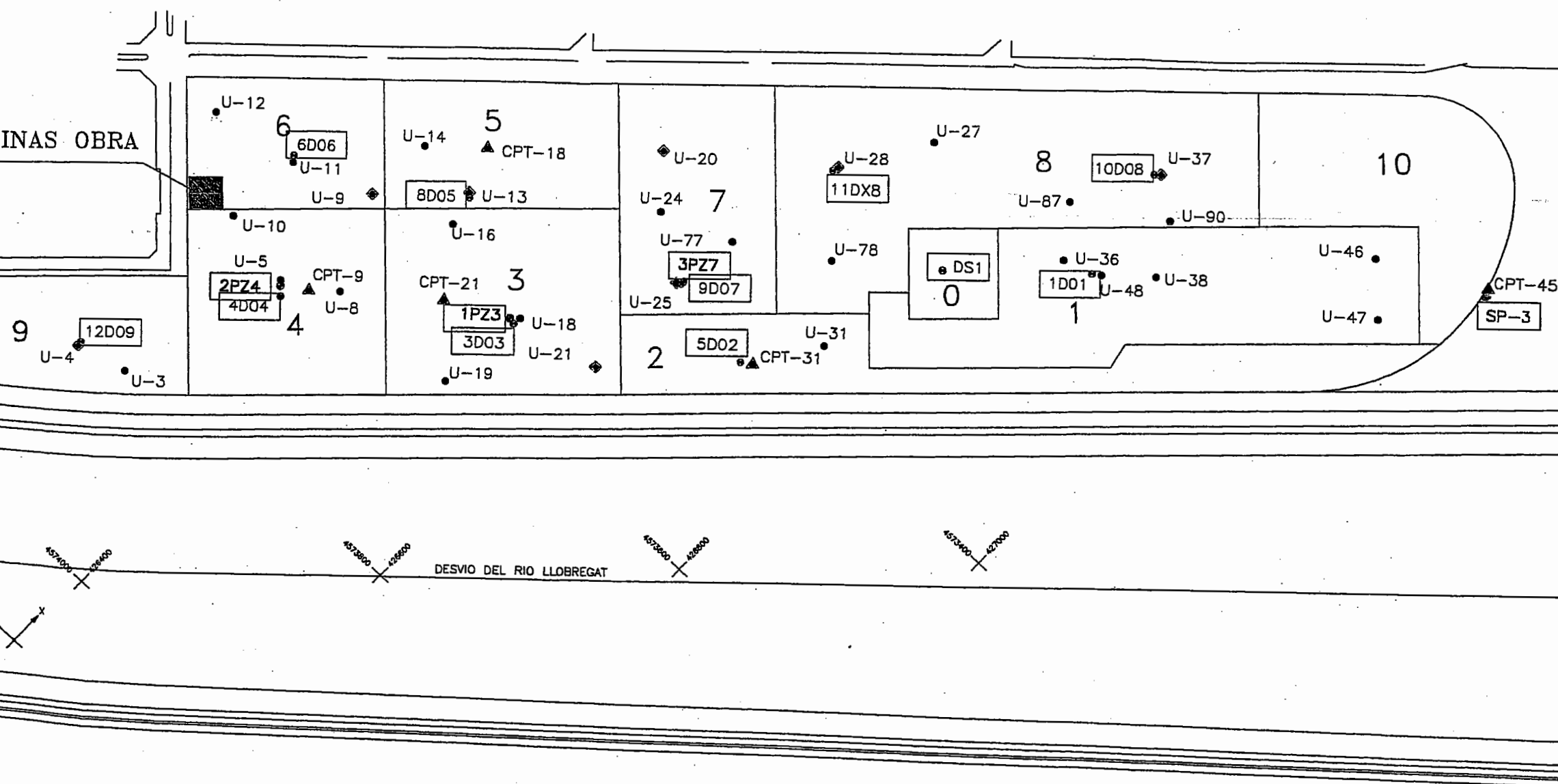
Para contrastarlo se adjuntan los datos obtenidos en distintos ensayos y análisis realizados en la zona.

1. Prueba de agotamiento con well-points realizado por EMSSA: "Prueba de excavación, agotamiento, carga, transporte y extendido de los materiales de la zona proxima a la planta del Prat" (1997).
2. Ensayo de bombeo realizado por la UPC para la Junta de Sanejament cerca de la EDAR del Prat, concretamente cerca del Canal de la Bunyola, aguas abajo de la Ctra. de la Sal. En el mismo trabajo se realizó una modelización numérica de todo el acuífero superficial del delta donde se obtuvieron unos parámetros globales. Trabajos que se recogen en el informe "Desarrollo de un modelo numérico para la evaluación del impacto hidrogeológico de las obras de encauzamiento del río Llobregat", (Diciembre 1998).
3. Ensayo de bombeo realizado por Depurbaix.

Fuente	Permeabilidad (m/s)	Coef. almacenamiento confinado S
1 Well-points EMSSA	$2.85 \cdot 10^{-4}$	$1.4 \cdot 10^{-3}$
2 Ensayo bombeo JUNTA	$4.34 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$
2 Modelo numérico JUNTA	$4.63 \cdot 10^{-4}$	$3.0 \cdot 10^{-4}$
3 Ensayo bombeo DEPURBAIX	$4.89 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-3}$



OFICINAS OBRA



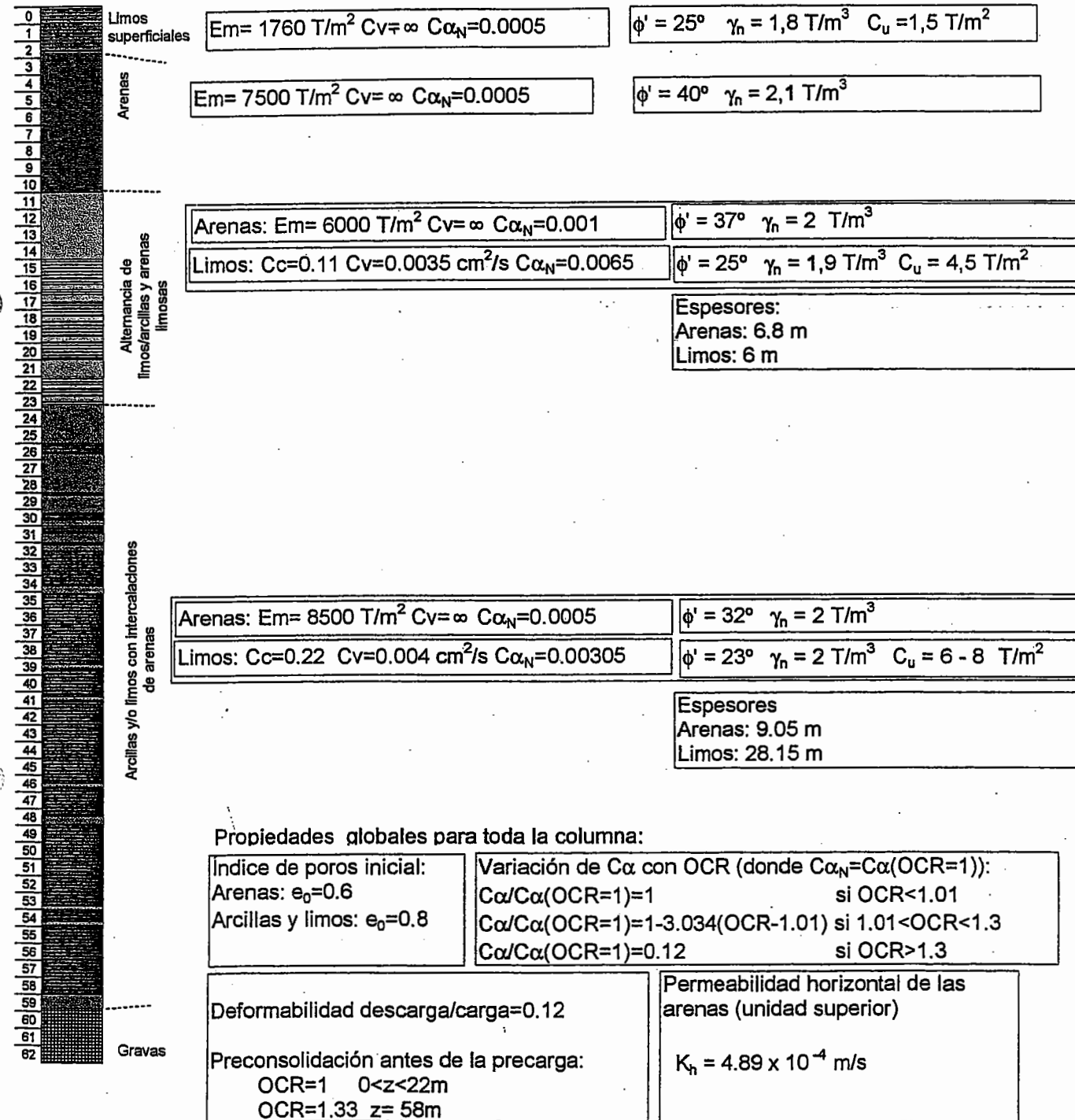
- ▲ CPT - ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA CPT
- U - ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA CON PIEZOCONO
- D- SONDEO CON DEFORMIMETRO A 40 Y 60 m.
- Pz - SONDEO CON PIEZOMETRO
- ◆ SP - SONDEO PARA ANCLAJES EN PROFUNDIDAD
- ◇ DISIPACION DE PRESIONES EN PIEZOCONO



Propiedades del terreno en la zona 0 (test). Ajuste con medidas tomadas durante 3 años.

Deformación (vertical)

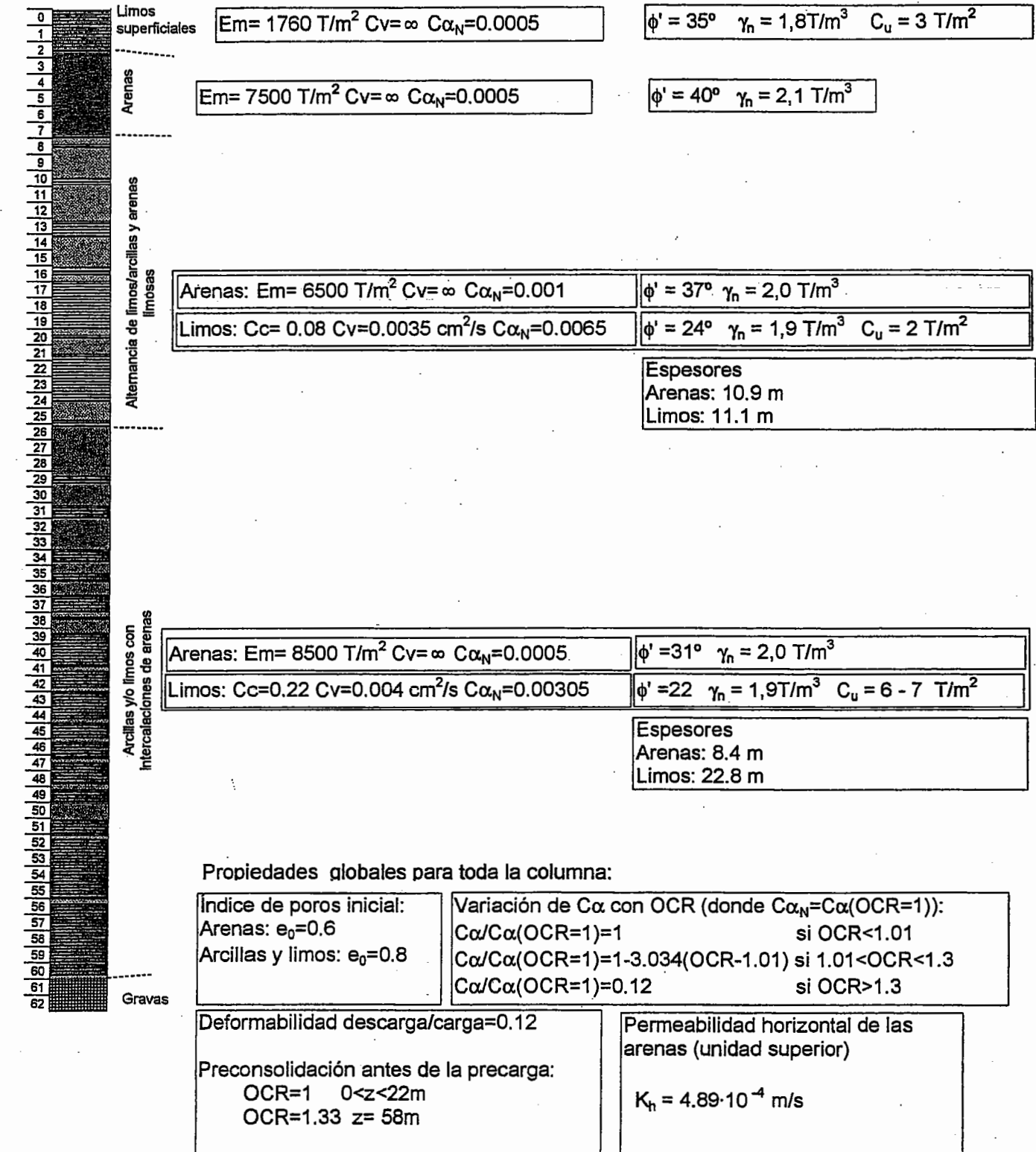
Resistencia



Propiedades del terreno en la zona 1. Ajuste con medidas tomadas durante 6 meses.

Deformación (vertical)

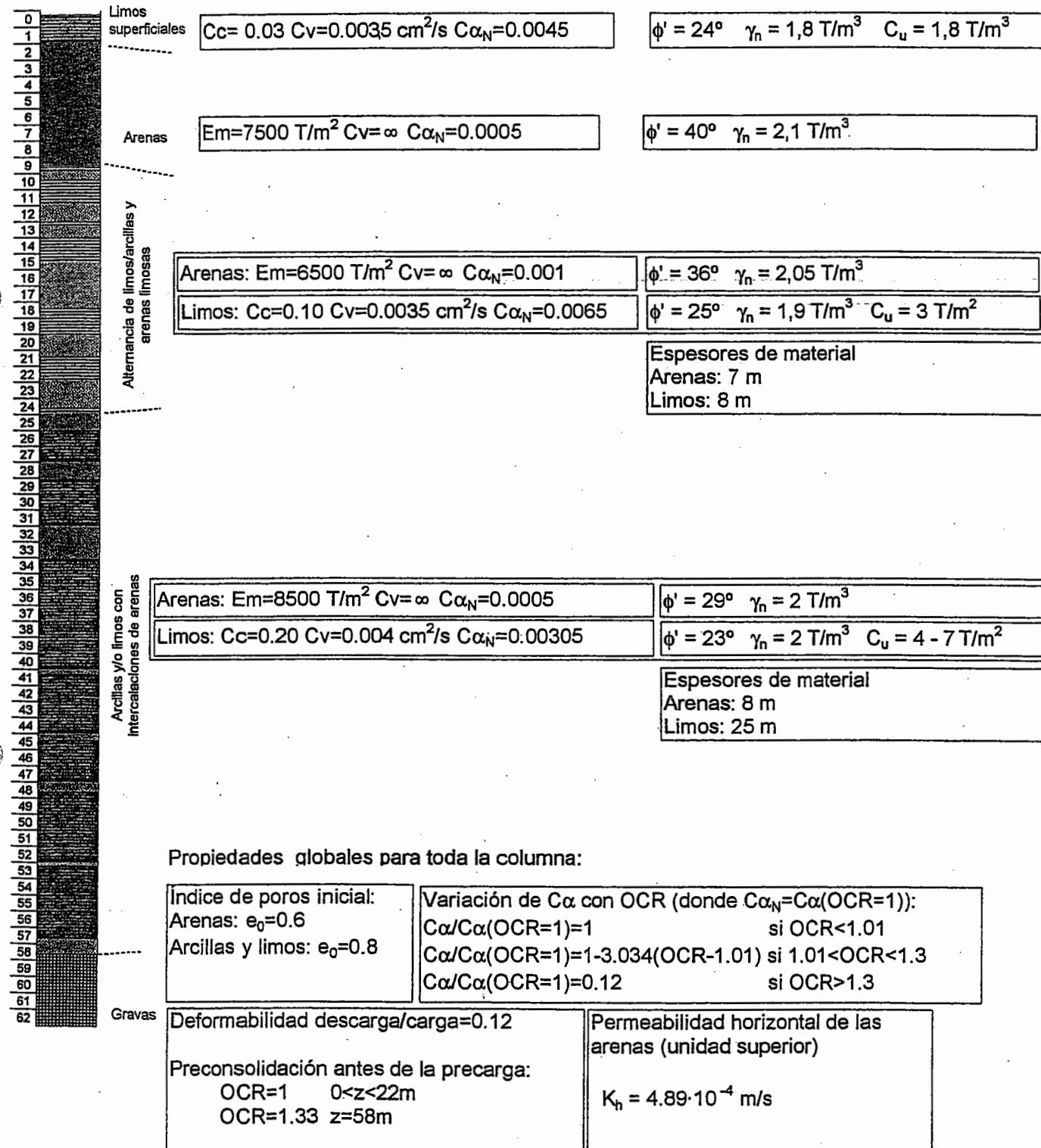
Resistencia



Propiedades del terreno en la zona 2 (sector norte)
se ha realizado ajuste de parámetros (tiempo de precarga corto)

Deformación (vertical)

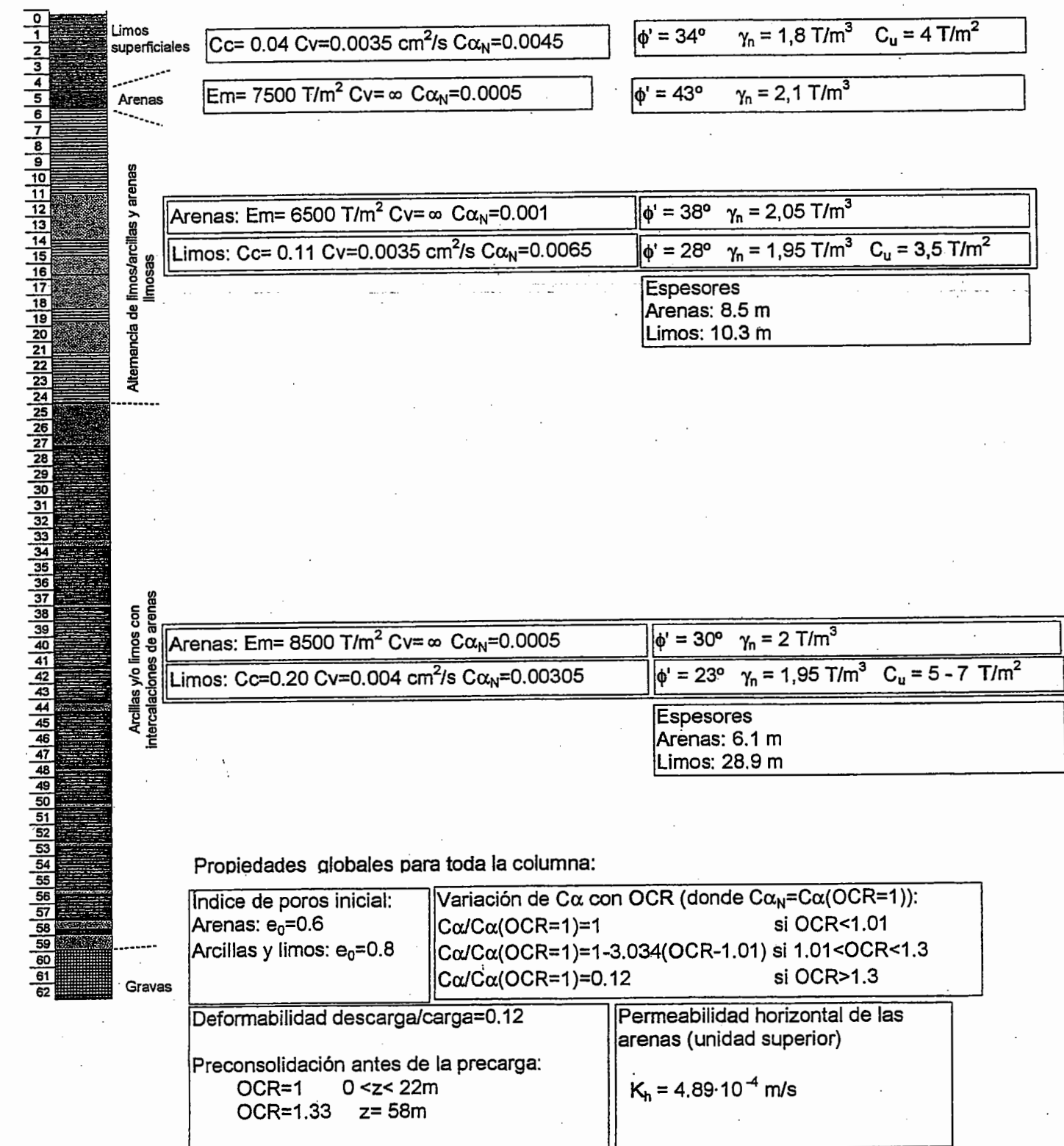
Resistencia



Propiedades del terreno en la zona 3. Ajuste con medidas tomadas durante 3 meses.

Deformación (vertical)

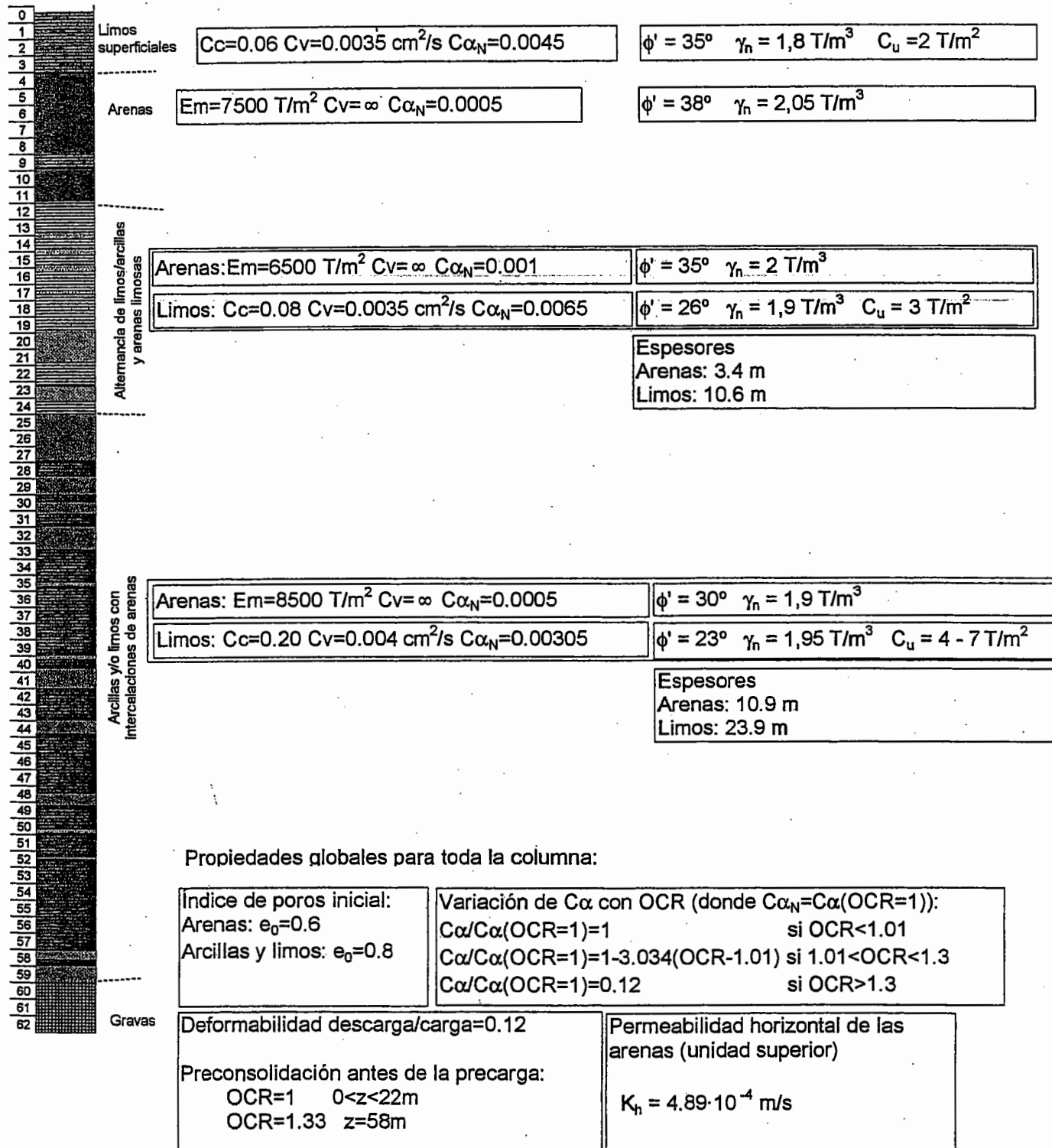
Resistencia



Propiedades del terreno en la zona 4. Ajuste con medidas tomadas durante 2 meses

Deformación (vertical)

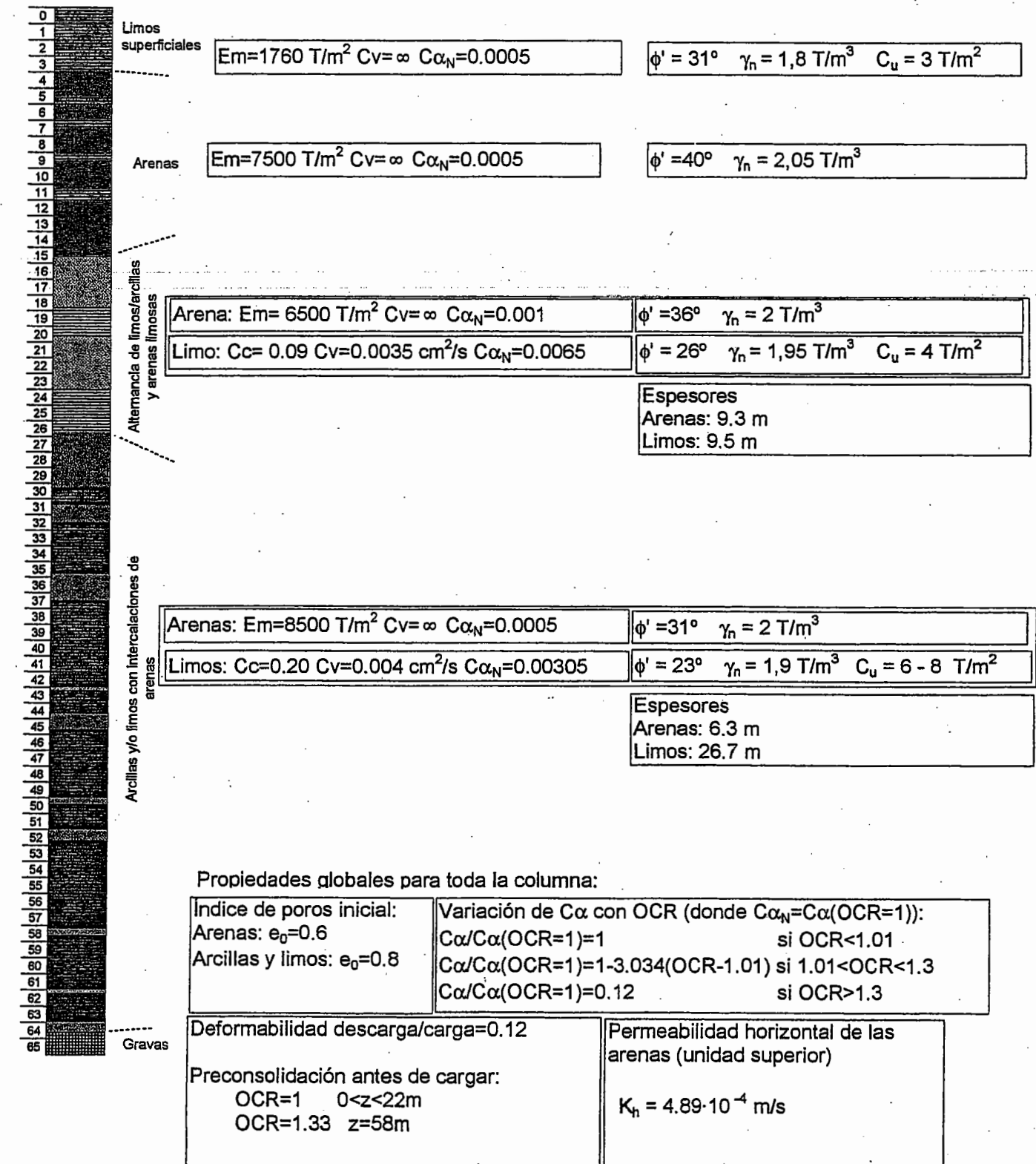
Resistencia



Propiedades del terreno en la zona 5. Ajuste con medidas tomadas durante 1 mes.

Deformación (vertical)

Resistencia

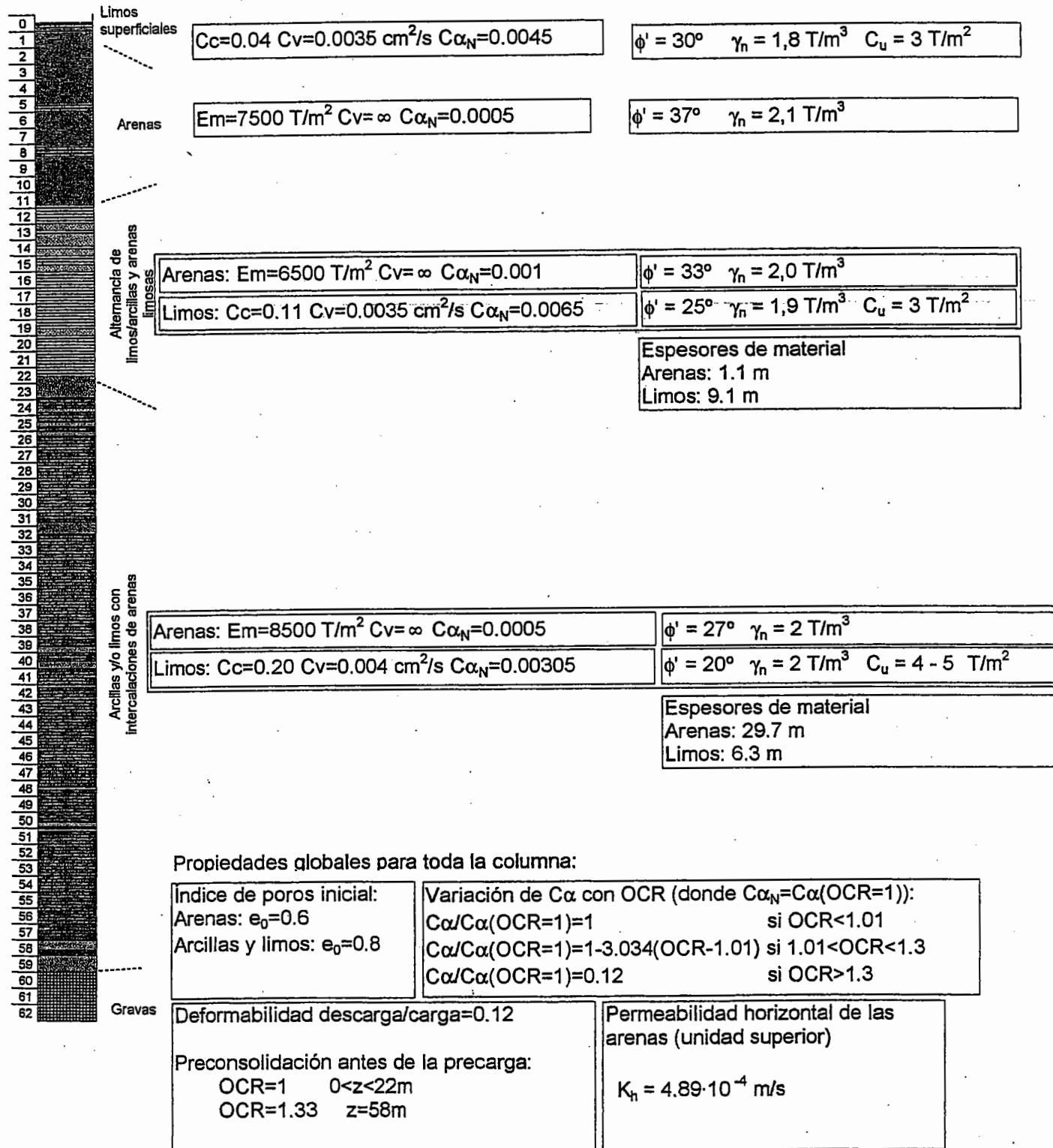


Propiedades del terreno en la zona 6

No se ha realizado ajuste de parámetros (zona no precargada)

Deformación (vertical)

Resistencia

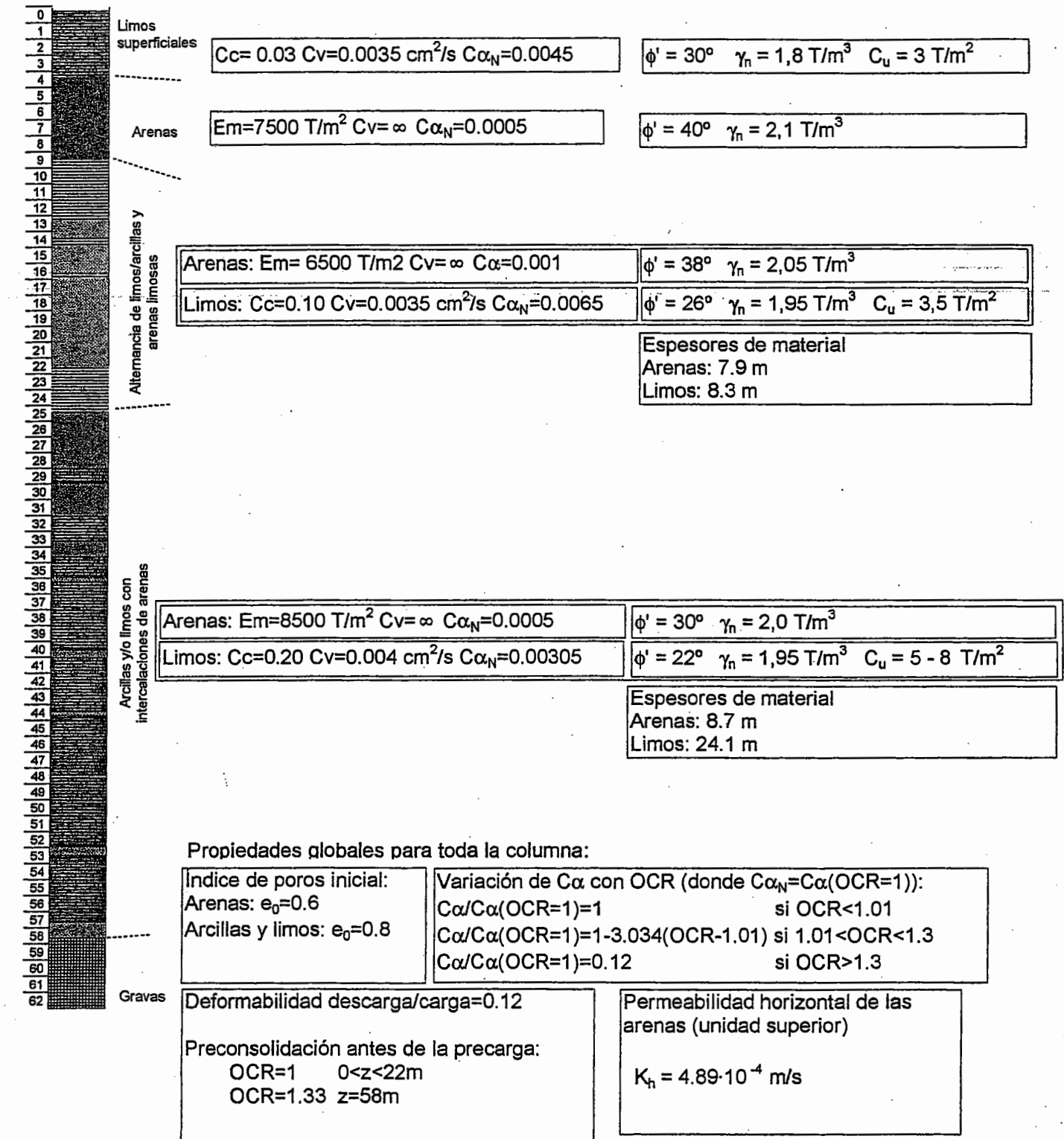


Propiedades del terreno en la zona 7

No se ha realizado ajuste de parámetros (zona no precargada)

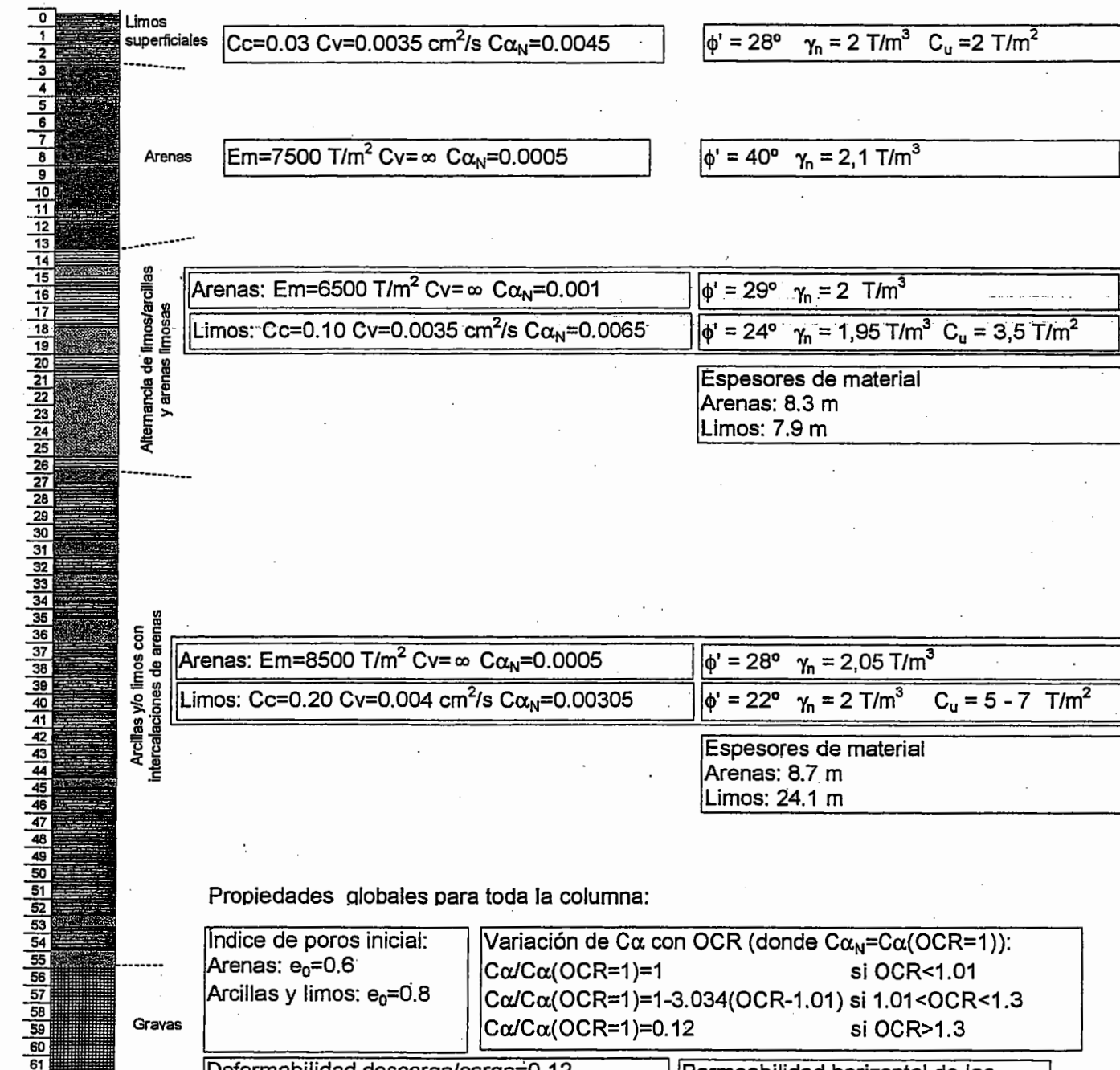
Deformación (vertical)

Resistencia



Propiedades del terreno en la zona 9
No se ha realizado ajuste de parámetros (zona no precargada)

Resistencia



Propiedades globales para toda la columna:

Índice de poros inicial: Arenas: $e_0=0.6$ Arcillas y limos: $e_0=0.8$	Variación de C_α con OCR (donde $C_{\alpha N}=C_\alpha(OCR=1)$): $C_\alpha/C_\alpha(OCR=1)=1$ si $OCR < 1.01$ $C_\alpha/C_\alpha(OCR=1)=1-3.034(OCR-1.01)$ si $1.01 < OCR < 1.3$ $C_\alpha/C_\alpha(OCR=1)=0.12$ si $OCR > 1.3$
--	--

Deformabilidad descarga/carga=0.12 Preconsolidación antes de la precarga: OCR=1 0<z<22m OCR=1.33 z=58m	Permeabilidad horizontal de las arenas (unidad superior) $K_h = 4.89 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
--	--

Propiedades del terreno en la zona 10.

Se ha realizado ajuste de parámetros (zona no precargada)

Deformación (vertical)

Resistencia

0	Limos superficiales	$E_m = 1760 \text{ T/m}^2 \text{ } C_v = \infty \text{ } C_{\alpha_N} = 0.0005$	$\phi' = 25^\circ \text{ } \gamma_n = 1,8 \text{ T/m}^3 \text{ } C_u = 2 \text{ T/m}^2$	
1				
2				
3				
4				
5	Arenas	$E_m = 7500 \text{ T/m}^2 \text{ } C_v = \infty \text{ } C_{\alpha_N} = 0.0005$	$\phi' = 40^\circ \text{ } \gamma_n = 2,05 \text{ T/m}^3$	
6				
7				
8				
9				
10	Alternancia de limos/arcillas y arenas limosas	$E_m = 6500 \text{ T/m}^2 \text{ } C_v = \infty \text{ } C_{\alpha_N} = 0.001$	$\phi' = 37^\circ \text{ } \gamma_n = 2,05 \text{ T/m}^3$	
11				
12		$C_c = 0.09 \text{ } C_v = 0.0035 \text{ cm}^2/\text{s} \text{ } C_{\alpha_N} = 0.0065$	$\phi' = 26^\circ \text{ } \gamma_n = 1,90 \text{ T/m}^3 \text{ } C_u = 3 \text{ T/m}^2$	
13				
14		Espesores		
15			Arenas: 7 m	
16				Limos: 4 m
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37	Arcillas y/o limos con intercalaciones de arenas	$E_m = 8500 \text{ T/m}^2 \text{ } C_v = \infty \text{ } C_{\alpha_N} = 0.0005$	$\phi' = 32^\circ \text{ } \gamma_n = 2,05 \text{ T/m}^3$	
38				
39		$C_c = 0.22 \text{ } C_v = 0.004 \text{ cm}^2/\text{s} \text{ } C_{\alpha_N} = 0.00305$	$\phi' = 23^\circ \text{ } \gamma_n = 1,95 \text{ T/m}^3 \text{ } C_u = 4 - 7 \text{ T/m}^2$	
40				
41		Espesores		
42			Arenas: 11 m	
43				Limos: 29 m
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65	Gravas	Propiedades globales para toda la columna:		
	Indice de poros inicial:	Variación de C_{α} con OCR (donde $C_{\alpha_N} = C_{\alpha}(\text{OCR}=1)$):		
	Arenas: $e_0 = 0.6$	$C_{\alpha}/C_{\alpha}(\text{OCR}=1) = 1$ si $\text{OCR} < 1.01$		
	Arcillas y limos: $e_0 = 0.8$	$C_{\alpha}/C_{\alpha}(\text{OCR}=1) = 1 - 3.034(\text{OCR} - 1.01)$ si $1.01 < \text{OCR} < 1.3$		
		$C_{\alpha}/C_{\alpha}(\text{OCR}=1) = 0.12$ si $\text{OCR} > 1.3$		
	Deformabilidad descarga/carga = 0.12	Permeabilidad horizontal de las arenas (unidad superior)		
	Preconsolidación antes de la precarga:	$K_h = 4.89 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$		
	OCR=1 $0 < z < 22\text{m}$			
	OCR=1.33 $z = 58\text{m}$			

HIPÓTESIS PRELIMINARES PARA EL ANÁLISIS DE SUBPRESIONES

Para poder analizar el tema de las subpresiones debidas a la crecida en el río se han realizado algunas hipótesis preliminares.

Se ha partido de los datos del anejo de cálculos hidráulicos del desvío del río Llobregat en las siguientes circunstancias:

Caudal de diseño:	4.000 m ³ /seg
Caudal para un período de retorno de 100 años:	2.820 m ³ /seg
Caudal para un período de retorno de 25 años:	1.600 m ³ /seg

Para determinar la influencia de la crecida a distintas distancias del borde del río se han tomado las curvas del estudio de la UPC de 1997, de tal manera que para una permeabilidad entre $2,85 \times 10^{-4}$ y $1,4 \times 10^{-3}$ (la determinada en el ensayo de bombeo es de $4,85 \times 10^{-4}$) nos da los siguientes valores:

DISTANCIA AL BORDE DE RÍO	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LA ALTURA DE LA LÁMINA DE AGUA
a 50 m	0,8
a 100 m	0,6
a 150 m	0,5
a 200 m	0,4

Se ha tomado la altura de la lámina de agua a distintas distancias del mar. Como referencia se puede decir que a unos 500 m del mar se encuentra el bombeo al emisario, a unos 1.000 m del mar el reactor biológico y a unos 1.500 m del mar el tratamiento de fangos.

Una vez considerados los distintos parámetros se pueden dar unos cuadros de referencia preliminar:

Caudal 25 años (1.600 m³/seg)

DISTANCIA AL MAR	a 500 m del mar	a 1.000 m del mar	a 1.500 m del mar
Cota lámina en el río	2,36 m	2,57 m	2,76 m
Cota máx. nivel freático			
a 50 m del río	1,90	2,05	2,20
a 100 m del río	1,45	1,55	1,65
a 150 m del río	1,20	1,30	1,40
a 200 m del río	1,00	1,05	1,10

Caudal 100 años (2.850 m³/seg)

DISTANCIA AL MAR	a 500 m	a 1.000 m	a 1.500 m
Cota lámina en el río	2,73	3,14	3,46
Cota máx. nivel freático			
a 50 m del río	2,20	2,50	2,80
a 100 m del río	1,65	1,90	2,10
a 150 m del río	1,40	1,60	1,75
a 200 m del río	1,10	1,25	1,40

Caudal de diseño (4.000 m³/seg)

DISTANCIA AL MAR	a 500 m	a 1.000 m	a 1.500 m
Cota lámina en el río	3,17	3,58	3,93
Cota máx. nivel freático			
a 50 m del río	2,55	2,9	3,15
a 100 m del río	1,95	2,2	2,35
a 150 m del río	1,60	1,8	1,95
a 200 m del río	1,30	1,5	1,60

+0,22

ANEXO Nº 3 ESTUDIO ASENTAMIENTOS REACTORES BIOLÓGICOS

Estudio de asientos en los Reactores Biológicos (29/1/2001)

Introducción

Se realiza el cálculo de asientos para las distintas etapas de construcción y explotación de los Reactores Biológicos de la EDAR del Baix Llobregat, a petición de la UTE-Línea de Aguas. El objetivo es poder valorar la posibilidad de avanzar la retirada de las tierras de precarga antes de plazo, que de forma general se ha aplicado de 6 meses para las distintas zonas de precarga, dejando ésta un tiempo de 4 meses.

Ajuste del modelo

Para el cálculo de asientos se define el modelo geométrico de capas y litologías con sus propiedades. La geometría de capas del modelo se determina a partir del sondeo 11d08, en el que hay instalado un deformímetro, y del piezocono U-28 hincado al lado del sondeo. Las propiedades de deformación de los materiales se determinan a partir de un proceso que consiste en considerar inicialmente las que se definieron para zonas cercanas, concretamente en la zona de la prueba de precarga. Se calculan los asientos a lo largo del perfil del terreno y se comparan con las deformaciones medidas en el deformímetro (asientos en cada tramo de tubo de 1 metro). Esto permite realizar un proceso de ajuste de los parámetros de deformación iniciales e incluso de replanteo de los espesores y localización de las capas (caso de límites difusos o de transición, o presencia de matriz arcillosa que es la que domina en el aspecto deformacional, etc.).

En esta zona, tomando como referencia el deformímetro 11d08, se empezó a cargar con tierras el 5/8/00 y se terminó el 5/10/00, llegando hasta 5,5 metros de altura de tierras. Los 5,0 primeros metros se colocaron en 30 días, mientras que los 0,5 m restantes se colocaron al cabo de 30 días más.

Además durante los meses de noviembre, diciembre y enero se ha estado bombeando el acuífero superior debido a las obras que se realizan en la zona 3 de la planta de la Depuradora. Los piezómetros abiertos que se instalaron en la zona de estudio (a unos 40 m del deformímetro 11dx8) para el ensayo de bombeo, detectan este bombeo con un descenso de alrededor de 0,6-0,8 m. Estos piezómetros llegan hasta la cota -8,0 m, con lo que no sabemos como se refleja en zonas más profundas. Aunque probablemente debe afectar de alguna forma a estas zonas, no se ha tenido en cuenta este posible incremento en carga efectiva para el cálculo de previsión de asientos, aunque sí que se ha considerado en la fase de ajuste del modelo, ya que se detecta una cierta aceleración de la deformación en los tramos más superficiales.

Previsión de asientos

Para la previsión de asientos se tienen en cuenta distintas etapas de carga-descarga: la precarga (con altura de tierras de 5,5 m), la excavación de la precarga hasta la cota de urbanización +4,5 m, la excavación hasta la cota de cimentación de la estructura -0.09 m, la construcción del tanque, el llenado del tanque con agua, un vaciado rápido (en pocas horas se vacía y no se vuelve a llenar hasta 60 días después), y un llenado final.

Se estiman valores de asientos para 30 años de explotación, ya que los asientos de origen secundario son críticos a muy largo plazo. El modelo de cálculo utilizado para los asientos secundarios es el clásico de un valor constante $C\alpha$ a lo largo del logaritmo del tiempo. Este coeficiente se supone que disminuye en función del grado de sobreconsolidación (OCR) según una ley que se definió a partir de los datos disponibles del ensayo "in situ" de la prueba de precarga, comparado con los resultados de los ensayos edométricos que se realizaron y con otros modelos existentes. En cada etapa las cargas son distintas, y consecuentemente el valor de OCR también, con lo que se considera un $C\alpha$ distinto. Además inicialmente el terreno ya tiene una cierta sobreconsolidación debido al bombeo que históricamente sufrió el acuífero inferior durante los años '60 y '70, estableciéndose que afectó a partir de los 22 m de profundidad y hasta la zona más profunda a 60 m.

Los Reactores Biológicos son dos tanques rectangulares de grandes dimensiones con una separación de unos 15 metros entre ambos. Se consideran las siguientes características para cada Reactor (según datos de la UTE-Línea de Aguas del 29/01/2001):

Peso total de la estructura	53199,8 Tn
Peso de agua	83125 Tn
Cota de cimentación	-0,09 m
Dimensión tanque	135,2 x 55,83 m ²

La ley de tensiones en profundidad considerada es la ley elástica para carga circular uniforme en superficie, y para el tanque se ha considerado el círculo de área equivalente a la del rectángulo, y que tiene diámetro 98,2 m. Se calculan los asientos en el centro y en el borde del elemento equivalente usando las respectivas soluciones elásticas.

El terreno de precarga se considera con un peso específico de 1,95 Tn/m³, y la cota del terreno natural, restándole el descenso por la precarga, es 1,80 m (2,20 m menos 0,40 m). Durante la excavación se realiza un bombeo rebajando el NF hasta la cota -1,0 m. Las tensiones medias en superficie son:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{total}} &= 9,03 \text{ Tn/m}^2 \\
 \sigma_{\text{estructura}} &= 3,52 \text{ Tn/m}^2 \\
 \sigma_{\text{agua}} &= 5,51 \text{ Tn/m}^2 \\
 \sigma_{\text{neta}} &= (-0,09\text{m}-1,80\text{m}) \cdot 1,95 \text{ Tn/m}^3 + 9,03 \text{ Tn/m}^2 = 5,34 \text{ Tn/m}^2 \\
 \sigma_{\text{precarga tierras}} &= 5,5 \text{ m} \cdot 1,95 \text{ Tn/m}^3 = 10,73 \text{ Tn/m}^2
 \end{aligned}$$

El criterio de precarga que se estableció como criterio de proyecto se describe a continuación.

$$\text{Criterio de consolidación primaria: } \frac{\sigma_{\text{precarga}}}{\sigma_{\text{neta}}} \leq 1.5$$

$$\text{Criterio de consolidación secundaria: } \frac{\sigma_{\text{precarga}} + 25,05}{\sigma_{\text{neta}} + 25,05} \leq 1,15$$

Los valores que se tienen para el caso de los Reactores Biológicos es de 2,01 para el criterio de primaria, y 1,18 para el de secundaria, cumpliendo en ambos casos.

Referente a la duración de las distintas etapas, se resumen a continuación teniendo en cuenta que para cada fase se considera toda la carga aplicada en un solo instante, con lo que se toma como día de referencia el que representa aproximadamente el 50% del total de la carga. La duración hace referencia al tiempo que pasa hasta una nueva etapa.

Etapas	Fecha aplicación carga	Duración etapa
Precarga	23/9/00	135 días
Excavación +4,5	5/02/01 ó 23/03/01	85 ó 39 días
Excavación -0,09	1/05/01	245 días
Construcción	1/01/02	273 días
Llenado	1/10/02	61 días
Vaciado	1/11/02	31 días
Llenado	1/01/03	10000 días

Resultados

Se ha calculado el caso dejando 4 meses la precarga, y el caso para 6 meses de precarga. En el primer caso (4 meses), los asientos que se obtienen con el modelo, a 30 años a partir de la construcción de los elementos, en el centro y en el borde de éstos, son de 80 mm y 59 mm respectivamente. En el segundo caso (6 meses) se obtiene 73 mm y 51 mm. Esto representa una reducción de asientos entre ambos casos de alrededor de un 10%.

Estos son asientos a 30 años desde la construcción de los elementos. Considerando los asientos desde el llenado, los valores para centro y borde son de 67 mm y 50 mm respectivamente para 4 meses de precarga, y 59 mm y 45 mm para 6 meses de precarga.

Se debe tener en cuenta algunas consideraciones. No se ha valorado el descenso del NF de 0,6-0,8 m por bombeo durante la fase de precarga. Es posible que este bombeo, que se realiza en el acuífero superficial, aumente el efecto de precarga en un cierto grado.

Otro aspecto a considerar es la velocidad de consolidación. Ésta depende del coeficiente de consolidación, y éste es proporcional a la inversa del cuadrado del espesor de la capa arcillosa o limosa, con lo que es muy sensible a la geometría del perfil considerado en el cálculo. El modelo geométrico utilizado se ha ajustado comparando las curvas de

deformación que surgen del cálculo con las medidas realizadas en el deformímetro, con lo que reflejan el comportamiento real del terreno hasta la fecha. En las zonas arcillosas profundas donde la consolidación es más lenta debido a los grandes espesores de arcillas es donde el ajuste es más precario ya que no se detecta la inflexión en la curva de consolidación, con lo que futuras mediciones podrían hacer modificar ligeramente el modelo y consecuentemente la velocidad de consolidación.

Destacar también que las velocidades de asiento hasta la fecha de la última medición son del orden de 0,6 mm/día (18 mm al mes). Como referencia, para la zona 1 (4 m de altura de carga) se descargó cuando la velocidad era de 0,25 mm/día (7 mm al mes), en la zona 3 (con 5 m de tierras) el ritmo era de 0,29 mm/día (8,7 mm al mes) y en la zona 4-6 (con 8 m de tierras) la velocidad era de 0,3 a 0,4 mm/días (10,5 mm al mes aproximadamente). Luego las velocidades de asiento del caso estudiado son todavía superiores a las de otras zonas antes de descargar.

Finalmente, se ha calculado los asientos según el modelo para la urbanización, suponiendo la cota del terreno a +4,5. Se obtienen unos asientos a 30 años a partir de la fecha de construcción de los Reactores Biológicos de 30 mm.

Se ha observado que la mejora en cuanto a asientos cuando se alarga el tiempo de precarga de 4 a 6 meses no es muy substancial (del orden del 10%). Sin embargo los asientos sí son muy sensibles a las variaciones de carga neta. Se recomienda que se compruebe que los datos aportado por la UTE Línea de Agua a fecha 29/01/01, y utilizados en este informe, no han sufrido ninguna variación, ya que en este supuesto los resultados dejarían de ser válidos.

Se adjuntan como anejos los resultados del modelo considerado y del cálculo de previsión de asientos.

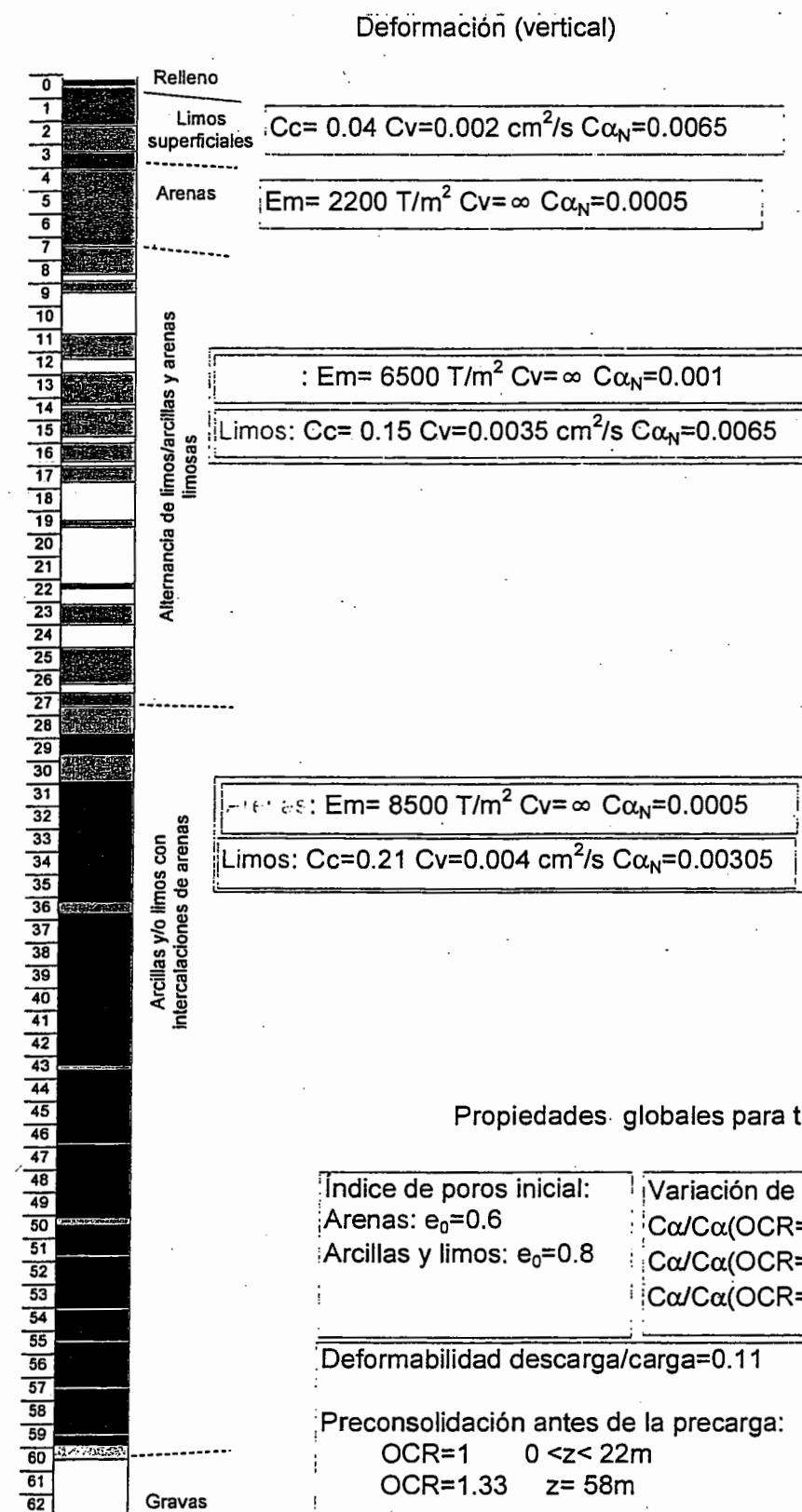
En el primer anejo se adjunta el esquema del modelo geométrico de capas y sus propiedades geotécnicas usado en el cálculo, junto con unos gráficos de comparación para la fase de precarga hasta fecha actual, y que son los siguientes: (a) asientos totales en función del tiempo comparando los medidos y los calculados, (b) asientos en cada metro y para distintos instantes de tiempo en función de la profundidad comparando los medidos y los calculados, y (c) asientos en función del tiempo para las distintas unidades o tramos básicos del terreno comparando los medidos y los calculados. También se adjunta un gráfico con las curvas de asientos de todas las placas de la zona.

En el segundo anejo se adjuntan las previsiones de asientos para las fases de construcción y explotación del elemento, para el caso de precarga de 4 meses y para el caso de 6 meses. Se adjuntan dos tablas de resumen de los resultados del cálculo, una para cada caso, y distintas gráficas que representan las curvas de asientos para los distintos casos estudiados (centro-borde con 4 o 6 meses de precarga).

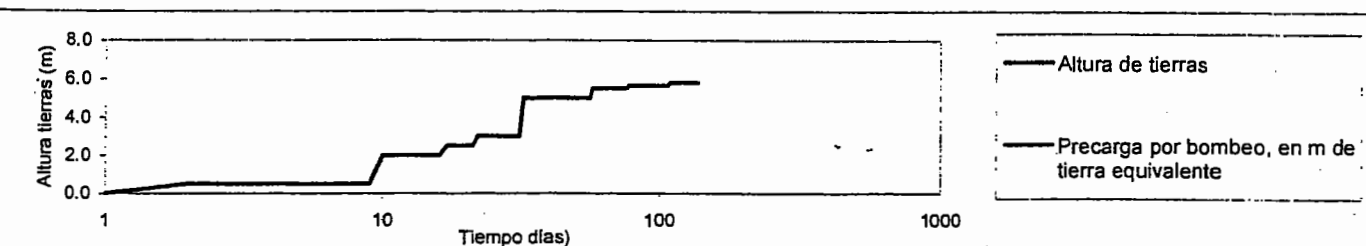
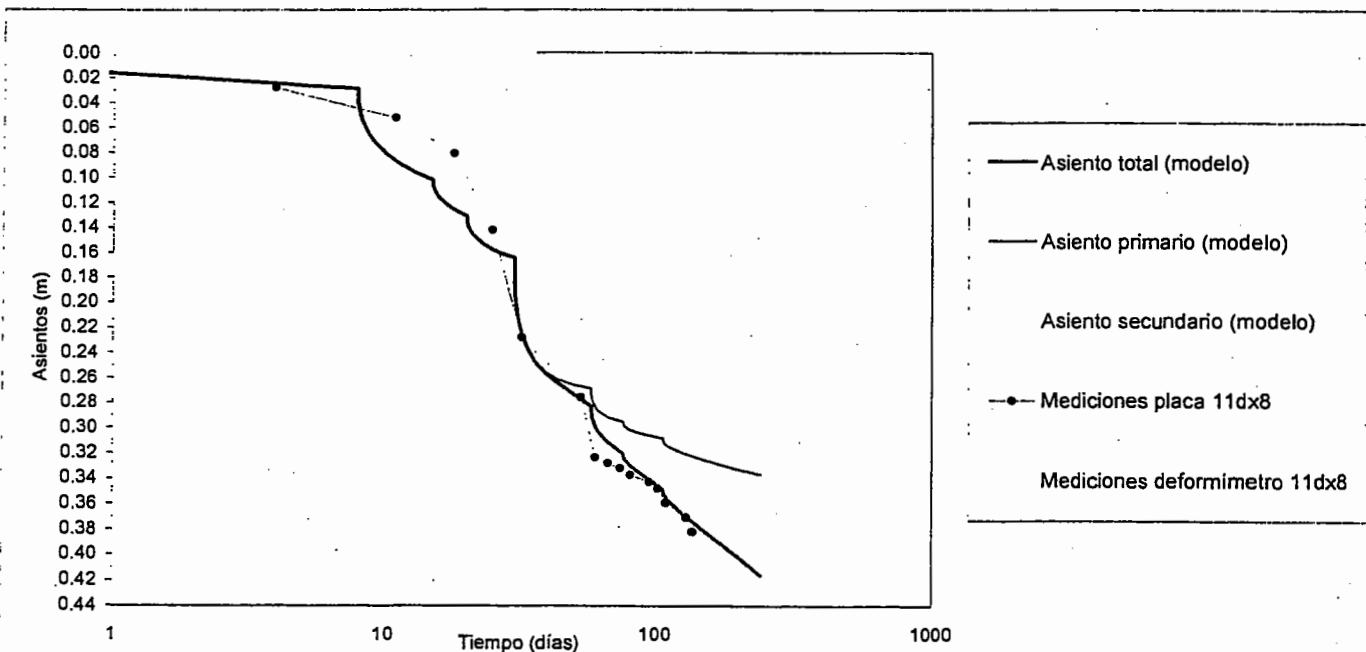
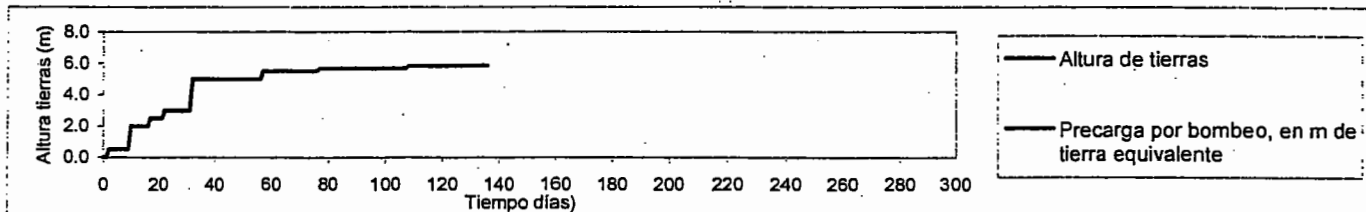
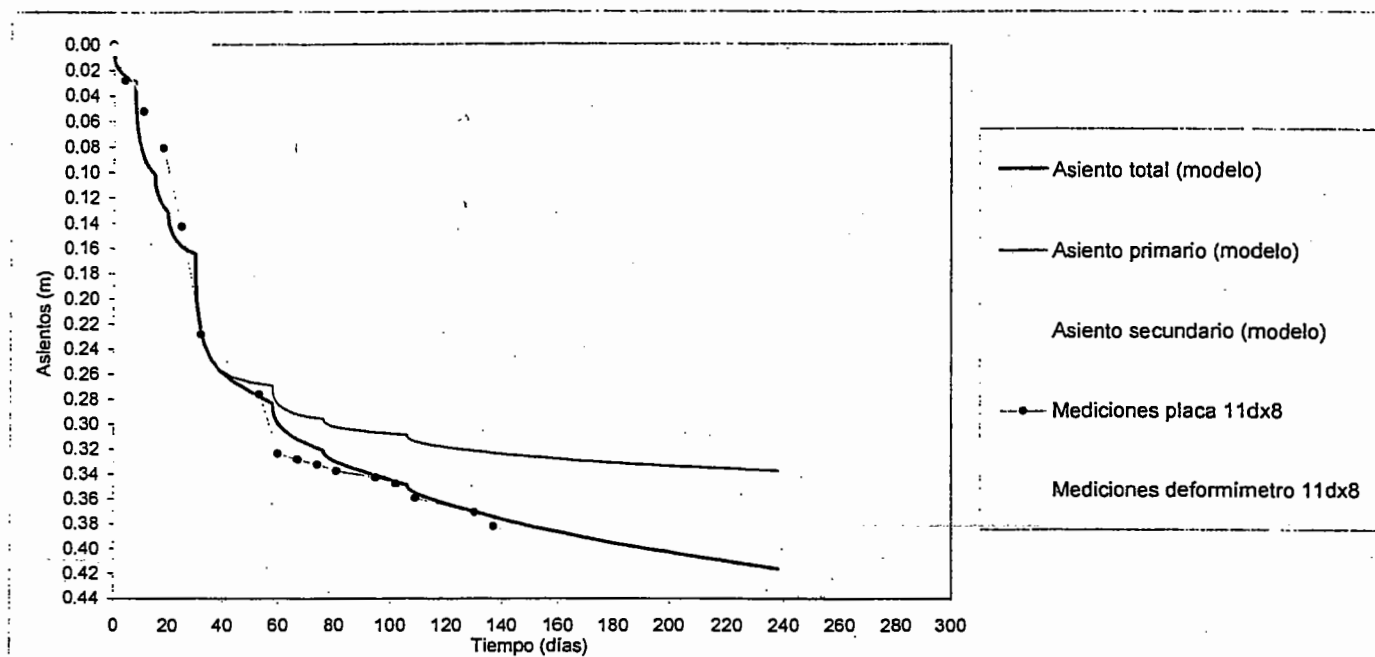
ANEJO I

MODELO DEL TERRENO PARA LA ZONA DE LOS REACTORES BIOLÓGICOS (ZONA 8), Y GRÁFICOS DE COMPARACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS DEL DEFORMÍMETRO 11D08 Y EL CÁLCULO.

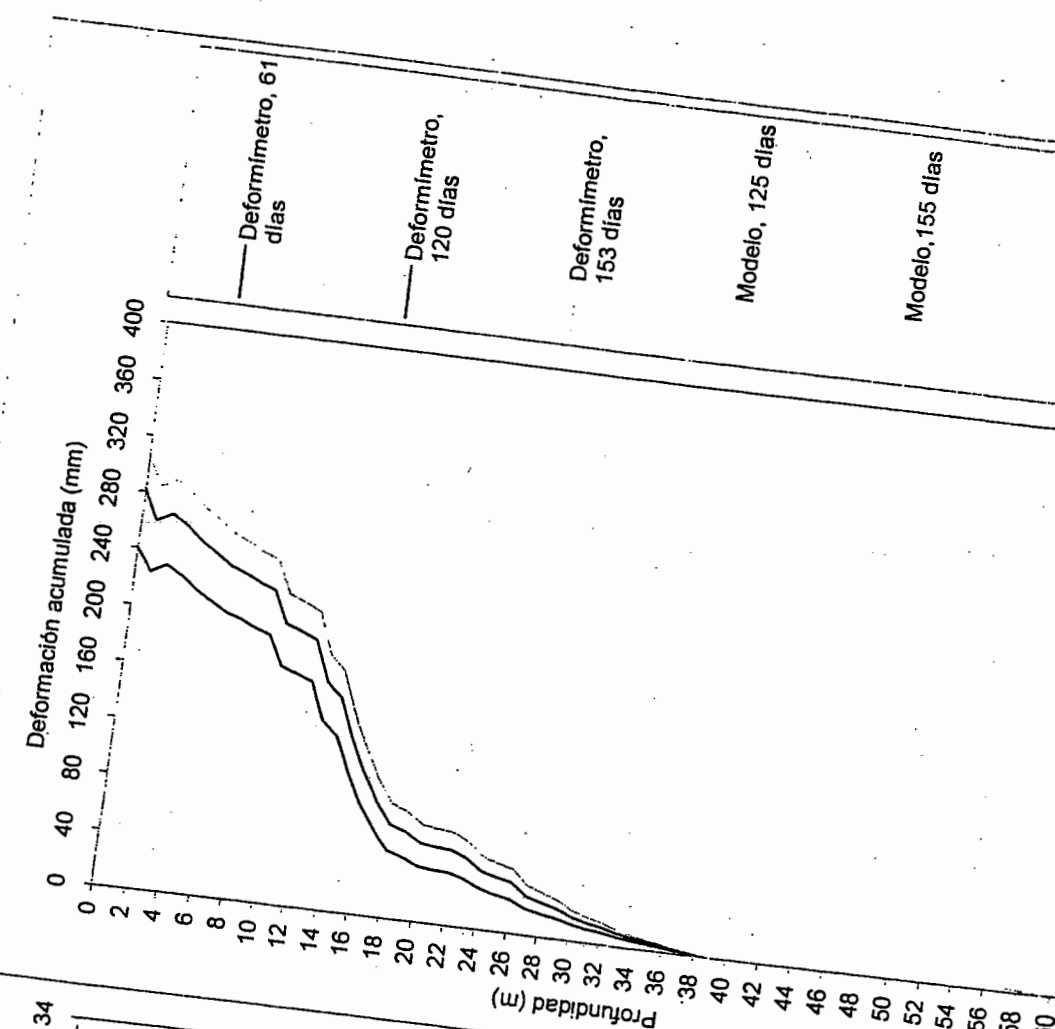
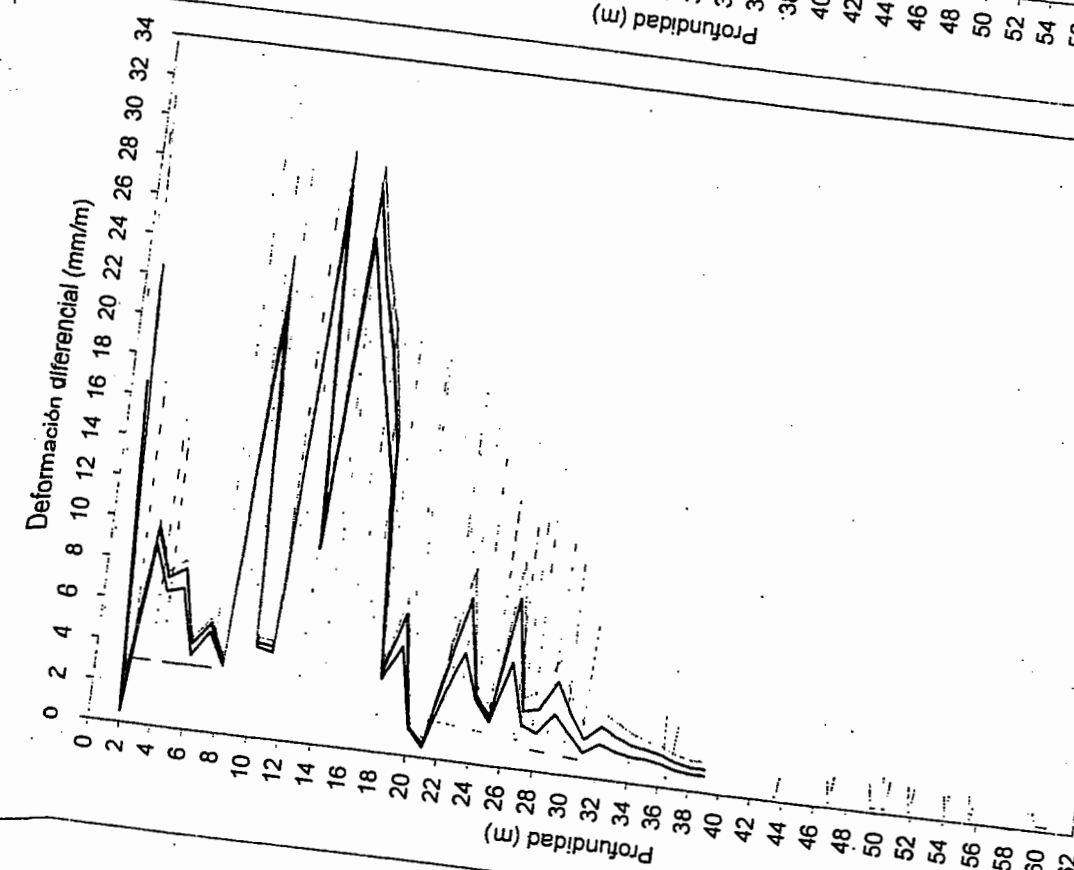
Propiedades del terreno en la zona 8 (11dx8). Ajuste con medidas hasta el 9/01/2001.



Asientos durante la precarga para el centro de la zona 8 (Tratamiento Biológico)



Distribución de los asientos en profundidad. Deformímetro 11dx8, Zona 8.



Zona 8. Tratamiento Biológico (LA). Datos hasta el 9/01/01
Deformímetro 11dx8. Asientos totales en mm por unidades litológicas.

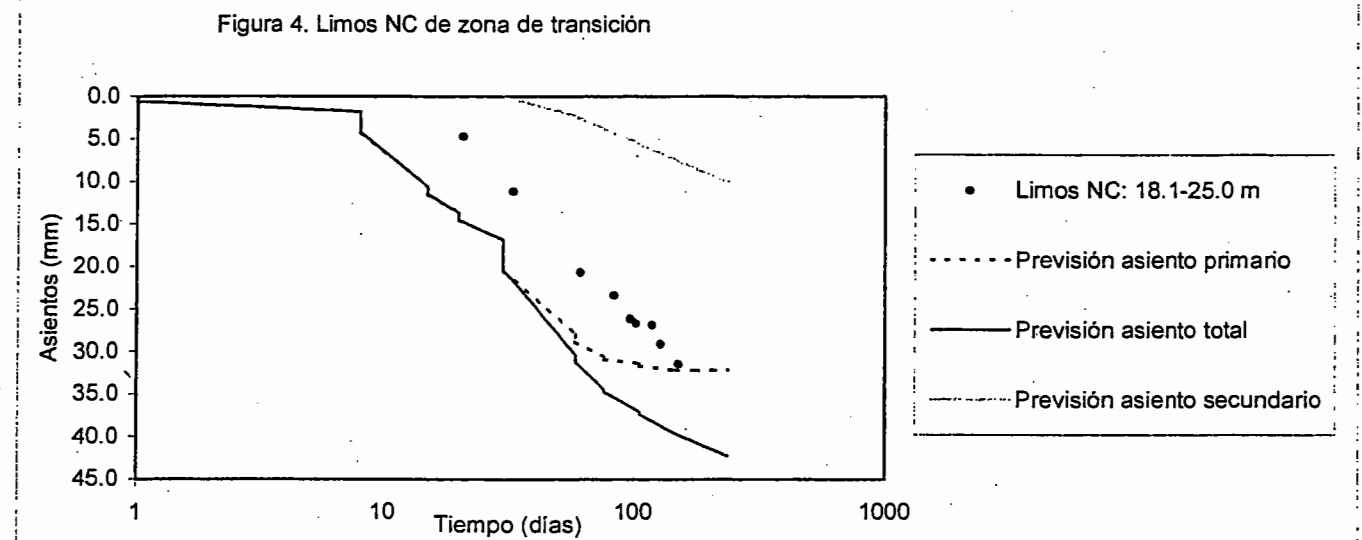
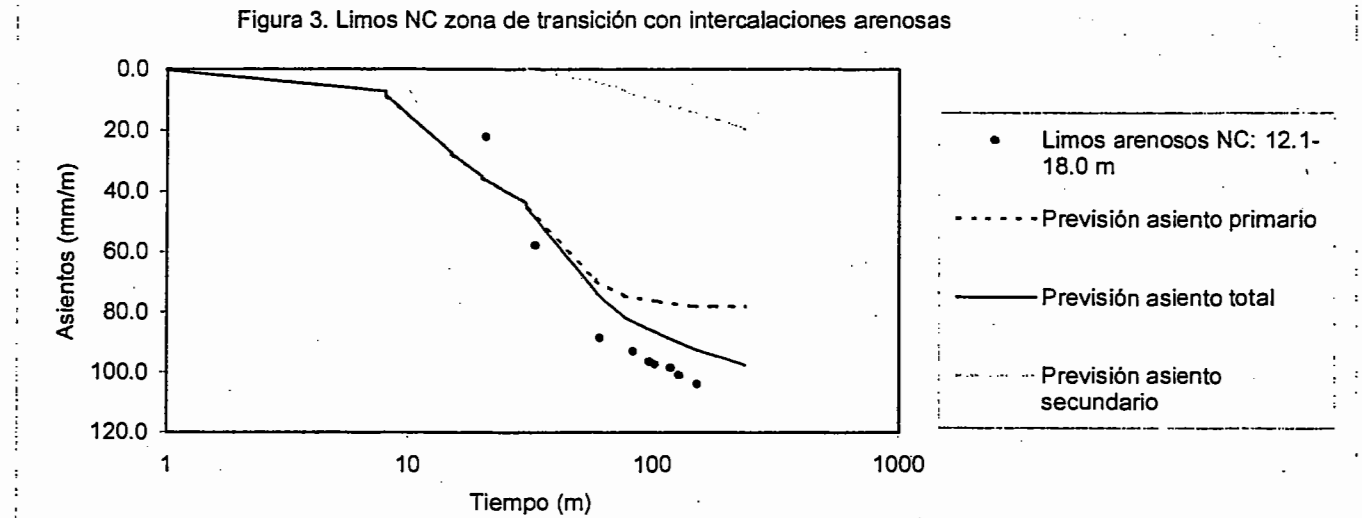
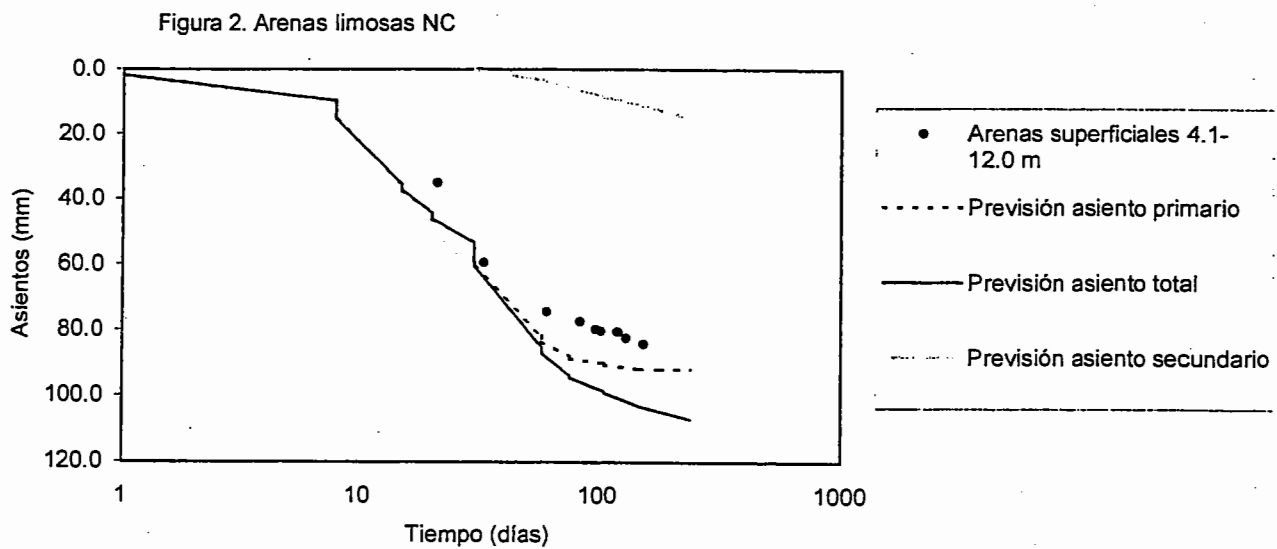
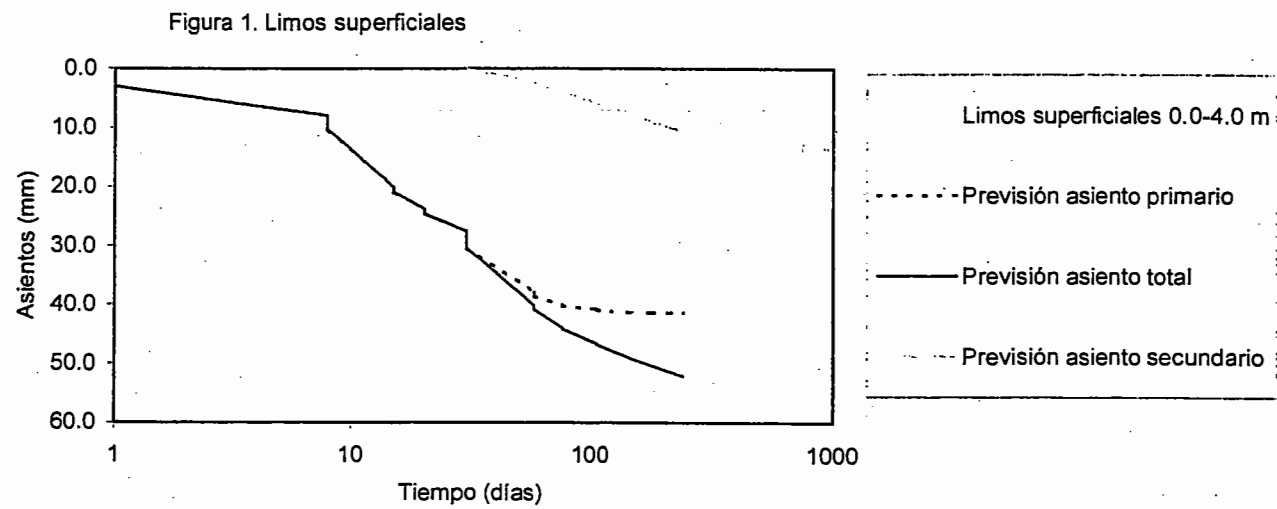
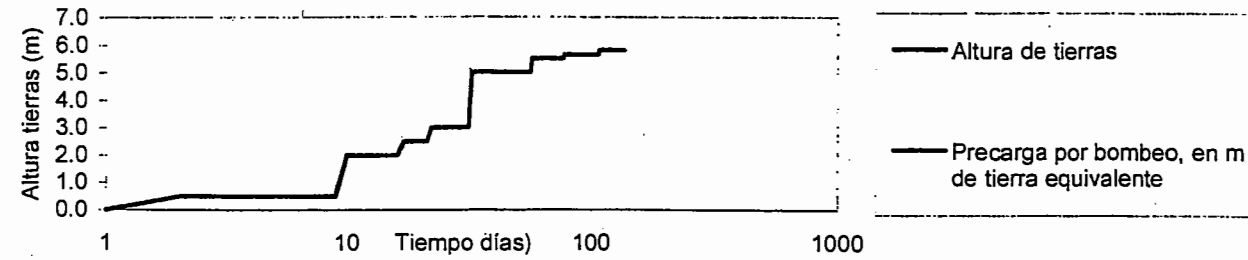
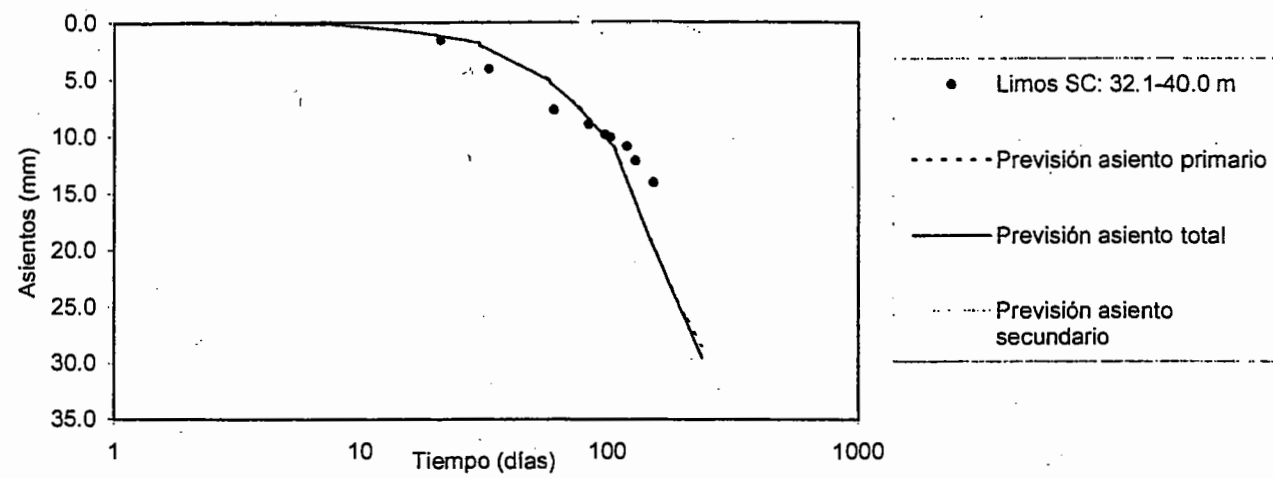


Figura 6. Limos SC de zona intermedia



ANEJO II

RESULTADOS DE LA PREVISIÓN DE ASIENTOS PARA LOS REACTORES BIOLÓGICOS SEGÚN EL MODELO.

Reactores Biológicos (L.A). Precarga de 4 meses.

Precarga de 5.5 m, con cota de cimentación a -0.09 m, y carga neta de 5.34 t/m².

Distribución de tensiones en profundidad según solución elástica para carga circular repartida uniformemente en superficie (en t/m²).
Elemento rectangular de 135.2 x 55.83 m². Se considera la estructura circular de área equivalente (diámetro 98.02 m).
El llenado del tanque es una carga de 5.506 t/m².
En el deformímetro 11c08 se realizó una precarga de 5.5 m.
La cota del terreno inicial era +2.20 m, pero a fecha actual con un descenso aproximado de 0.40 m, la cota de referencia es +1.80 m.

Fases	Altura terrapén (m)	Altura excav. urb. (m)	Prof. Cimentación (m)	Carga estr.+agua (T/m²)	Carga estruct. (T/m²)	Carga agua (T/m²)	Cota terreno nat. (m)	Cota urb. (m)	Cota N.F. Inicial	Cota N.F. Bomb. (m)
	5.5	2.7	1.89	9.03	3.52	5.51	1.80	4.50	1.00	-1.00

Etapas	Precarga	Excav. cota urb.	Exc.Ciment.+bomb.	Constnuc. + bomb.	Fin bombeo	Llenado	Vaciado	Llenado	Criterio 1a	Criterio 2a
Fecha carga puntual	23/09/00	05/02/01	01/05/01	01/01/02	01/02/02	01/10/02	01/12/02	01/01/03		
Duración etapa (días)	135	85	245	31	242	61	31	10000		
Tiempo a origen (días)	135	220	465	496	738	799	830	10830		
Carga incremental T/m²	10.73	-5.46	-8.95	3.52	-	5.51	-5.51	5.51	5.34	1.18

Asientos en el centro en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de asiento desde construcción, en centro (mm)	
Días a origen	135	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	386	307	322	322	381	373	387	Total	Llenado 10 años
Secundaria	54	62	62	64	76	88	102	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	312	245	280	258	285	285	285	Primaria	

Asientos en el borde en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de asiento desde construcción, en borde (mm)	
Días a origen	135	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	386	332	340	341	387	378	391	Total	Llenado 10 años
Secundaria	54	66	67	70	83	94	107	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	312	266	273	271	284	284	284	Primaria	

Asientos diferenciales centro-borde en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de As. Dif. desde construcción (mm)	
Días a origen	135	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	0	-25	-18	-19	-6	-5	-4	Total	Llenado 10 años
Secundaria	0	-4	-5	-6	-7	-6	-5	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	0	-21	-13	-13	1	1	1	Primaria	

Asientos en urbanización en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de asiento desde construcción, en la urbanización (mm)	
Días a origen	135	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	386	348	348	345	356	364	375	Total	Llenado 10 años
Secundaria	54	70	71	75	85	94	105	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	312	275	275	270	270	270	270	Primaria	

Eurogeotécnica

Biológico08.xls

30/01/01

Reactores Biológicos (L.A). Precarga de 6 meses.

Precarga de 5.5 m, con cota de cimentación a -0.09 m, y carga neta de 5.34 t/m².

Distribución de tensiones en profundidad según solución elástica para carga circular repartida uniformemente en superficie (en t/m²).
Elemento rectangular de 135.2 x 55.83 m². Se considera la estructura circular de área equivalente (diámetro 98.02 m).
El llenado del tanque es una carga de 5.506 t/m².
En el deformímetro 11c08 se realizó una precarga de 5.5 m.
La cota del terreno inicial era +2.20 m, pero a fecha actual con un descenso aproximado de 0.40 m, la cota de referencia es +1.80 m.

Fases	Altura terrapén (m)	Altura excav. urb. (m)	Prof. Cimentación (m)	Carga estr.+agua (T/m²)	Carga estruct. (T/m²)	Carga agua (T/m²)	Cota terreno nat. (m)	Cota urb. (m)	Cota N.F. Inicial	Cota N.F. Bomb. (m)
	5.5	2.7	1.89	9.03	3.52	5.51	1.80	4.50	1.00	-1.00

Etapas	Precarga	Excav. cota urb.	Exc.Ciment.+bomb.	Constnuc. + bomb.	Fin bombeo	Llenado	Vaciado	Llenado	Criterio 1a	Criterio 2a
Fecha carga puntual	23/09/00	03/03/01	01/05/01	01/01/02	01/02/02	01/10/02	01/12/02	01/01/03		
Duración etapa (días)	181	39	245	31	242	61	31	10000		
Tiempo a origen (días)	181	220	465	496	738	799	830	10830		
Carga incremental T/m²	10.73	-5.46	-8.95	3.52	-	5.51	-5.51	5.51	5.34	1.18

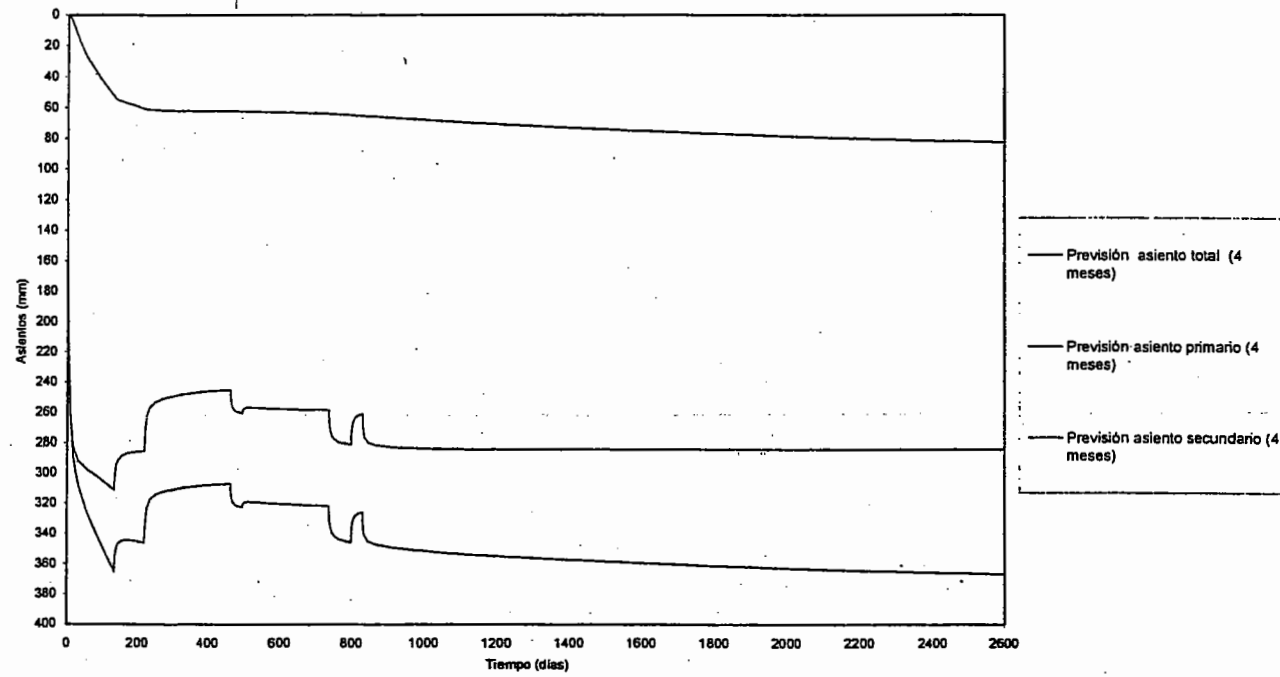
Asientos en el centro en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de asiento desde construcción, en centro (mm)	
Días a origen	181	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	381	316	322	330	368	376	389	Total	Llenado 10 años
Secundaria	64	67	67	68	79	89	100	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	317	249	265	262	289	289	289	Primaria	

Asientos en el borde en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de asiento desde construcción, en borde (mm)	
Días a origen	181	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	381	342	349	349	373	383	393	Total	Llenado 10 años
Secundaria	64	71	71	74	84	94	104	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	317	271	278	275	289	289	289	Primaria	

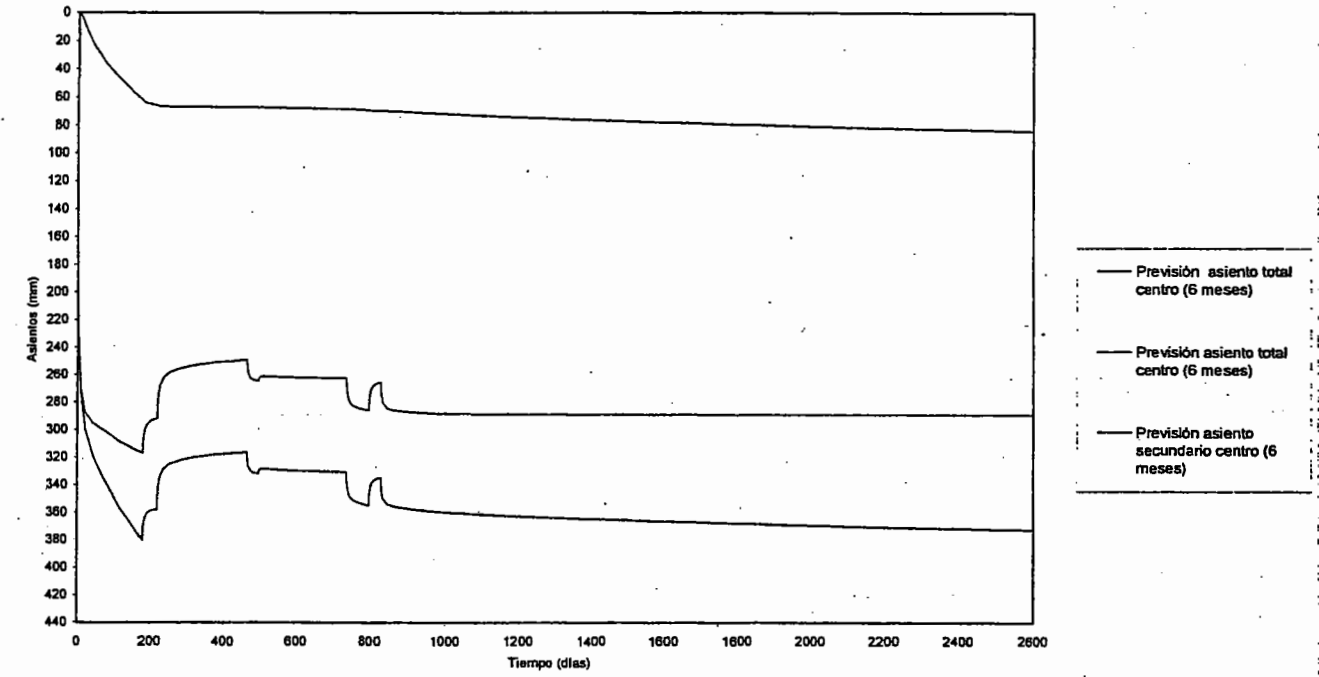
Asientos diferenciales centro-borde en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de As. Dif. desde construcción (mm)	
Días a origen	181	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	0	-26	-17	-19	-6	-5	-4	Total	Llenado 10 años
Secundaria	0	-4	-4	-6	-5	-5	-4	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	0	-22	-13	-13	0	0	0	Primaria	

Asientos en urbanización en mm									
Etapas	Precarga	Exc. Ciment	Constn.+bomb	Antes de llenado	Llenado 3 años	Llenado 10 años	Llenado 30 años	Incrementos de asiento desde construcción, en la urbanización (mm)	
Días a origen	181	465	496	738	1745	3994	10830	Días a origen	Llenado 3 años
Total	381	354	353	352	360	367	376	Total	Llenado 10 años
Secundaria	64	74	74	78	86	93	102	Secundaria	Llenado 30 años
Primaria	317	280	279	274	274	274	274	Primaria	

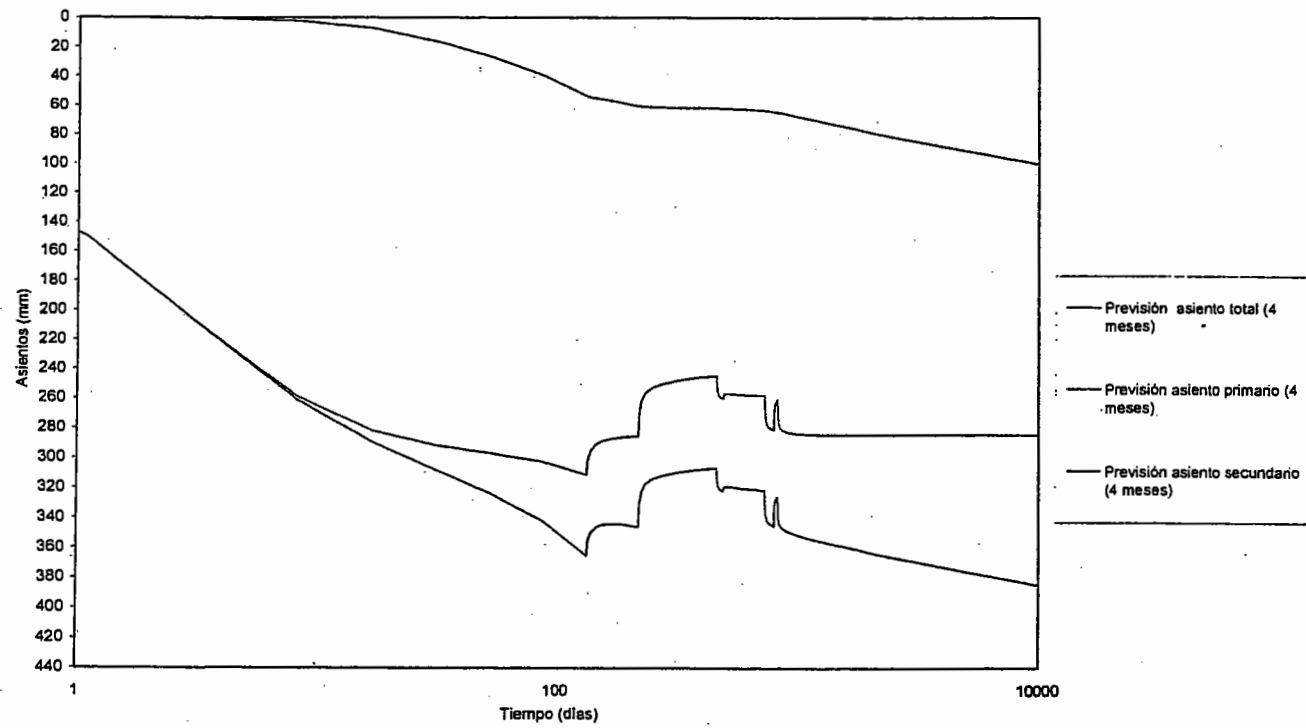
Previsión zona 8 : Reactores Biológicos (LA). Precarga de 4 meses.
Carga circular equivalente, asientos totales en el centro del tanque.



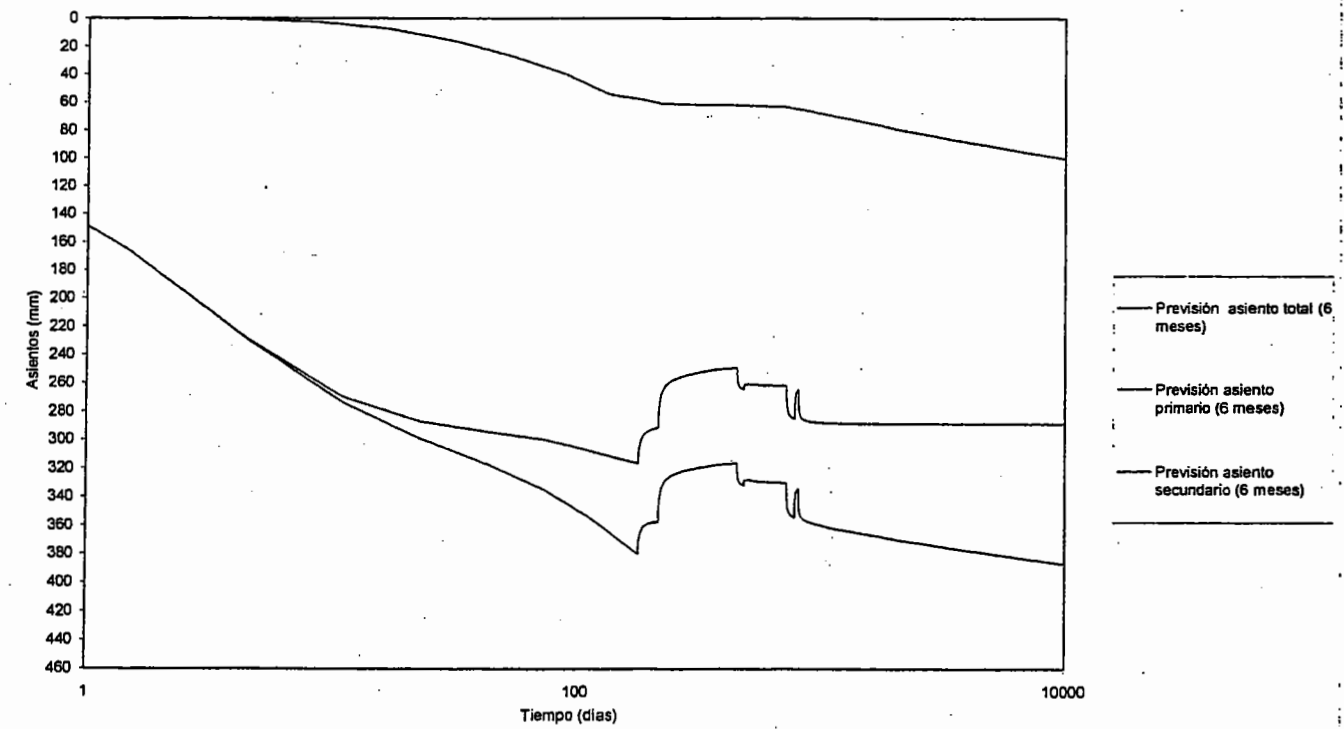
Previsión zona 8 : Reactores Biológicos (LA). Precarga de 6 meses.
Carga circular equivalente, asientos totales en el centro del tanque.



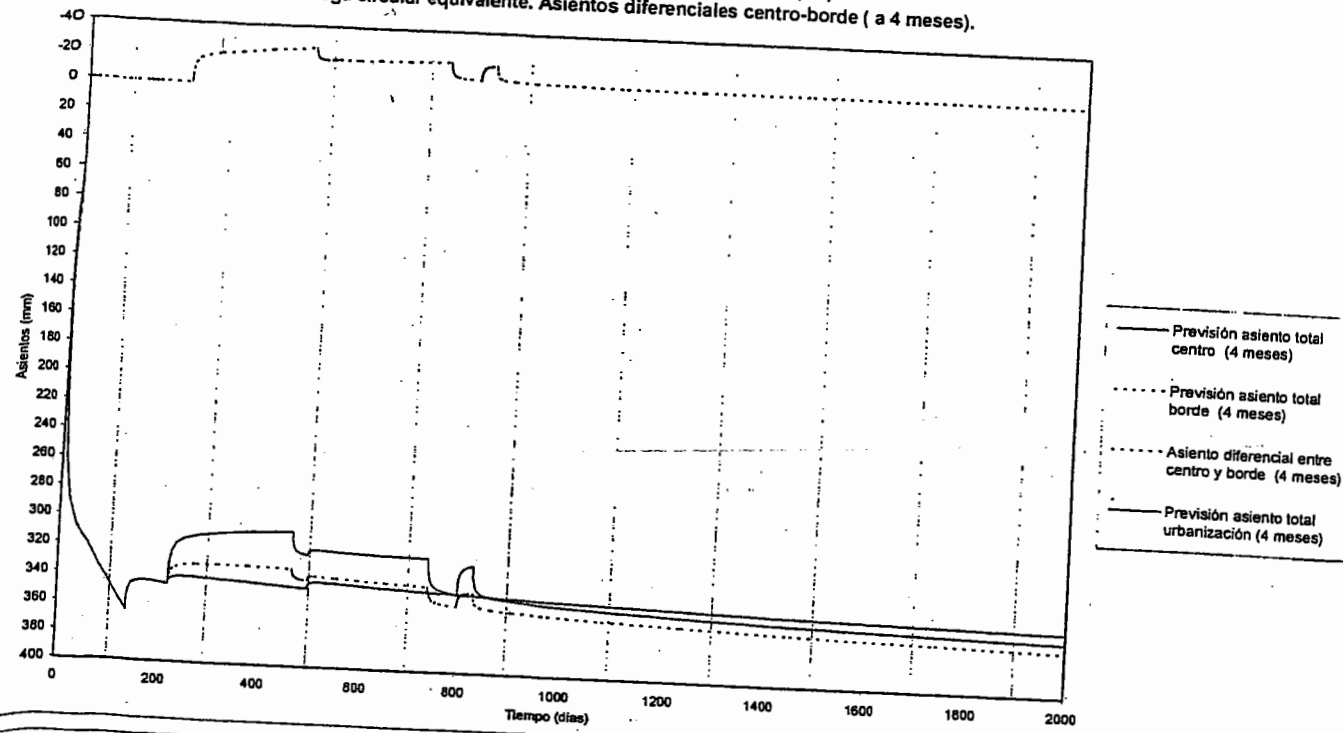
Previsión zona 8 : Reactores Biológicos (LA). Precarga de 4 meses.
Carga circular equivalente, asientos totales en el centro del tanque.



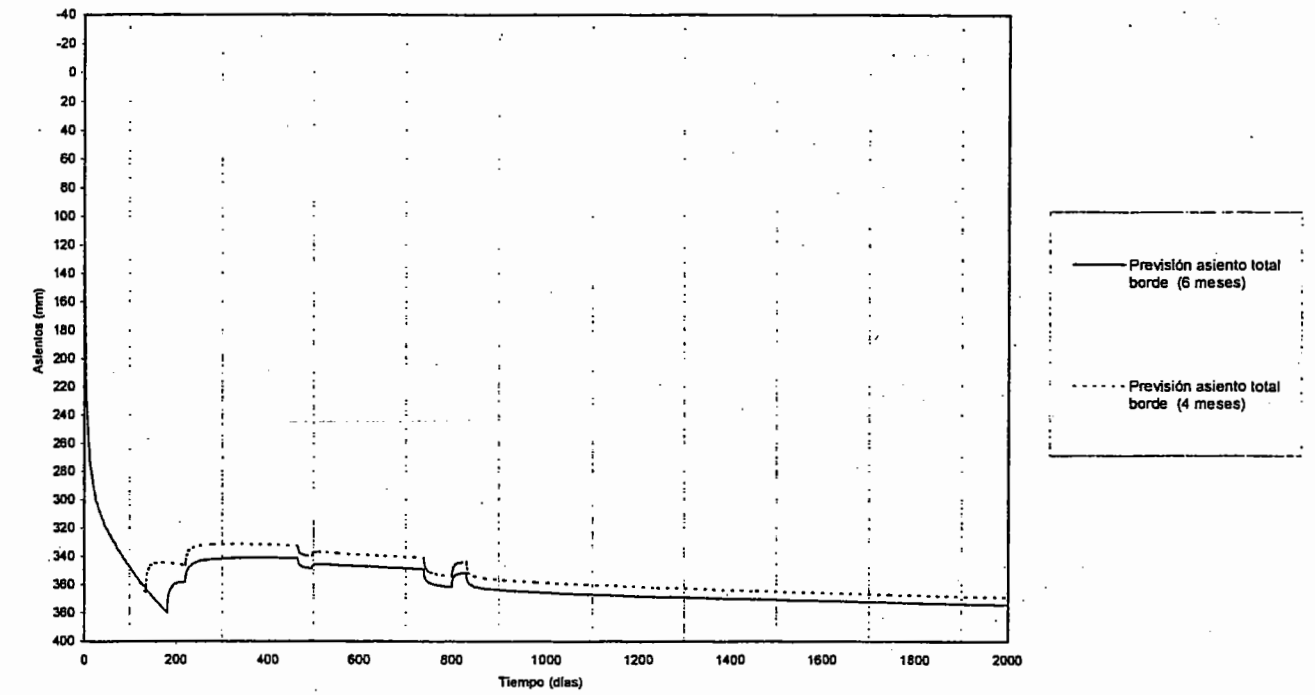
Previsión zona 8 : Reactores Biológicos (LA). Precarga de 6 meses.
Carga circular equivalente, asientos totales en el centro del tanque.



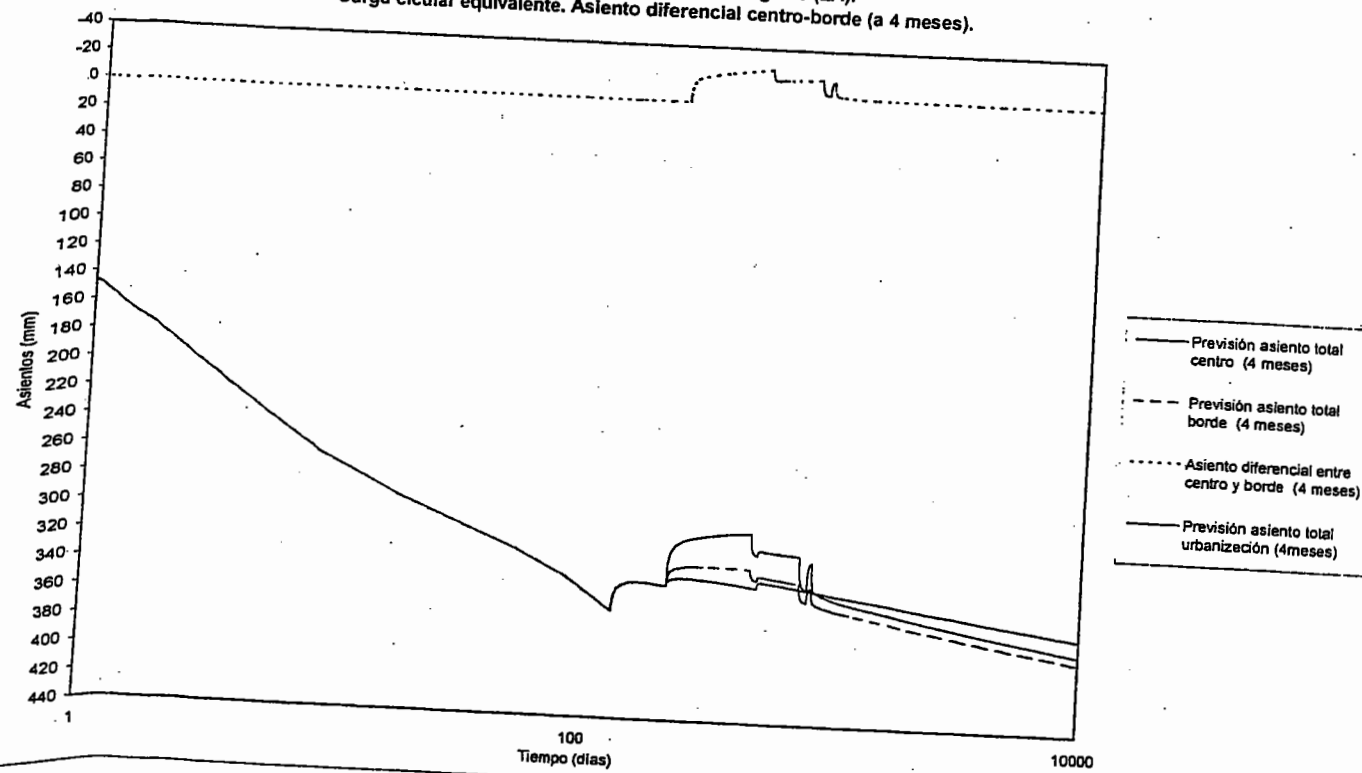
Previsión zona 8 : Reactores Biológicos (LA).
Carga circular equivalente. Asientos diferenciales centro-borde (a 4 meses).



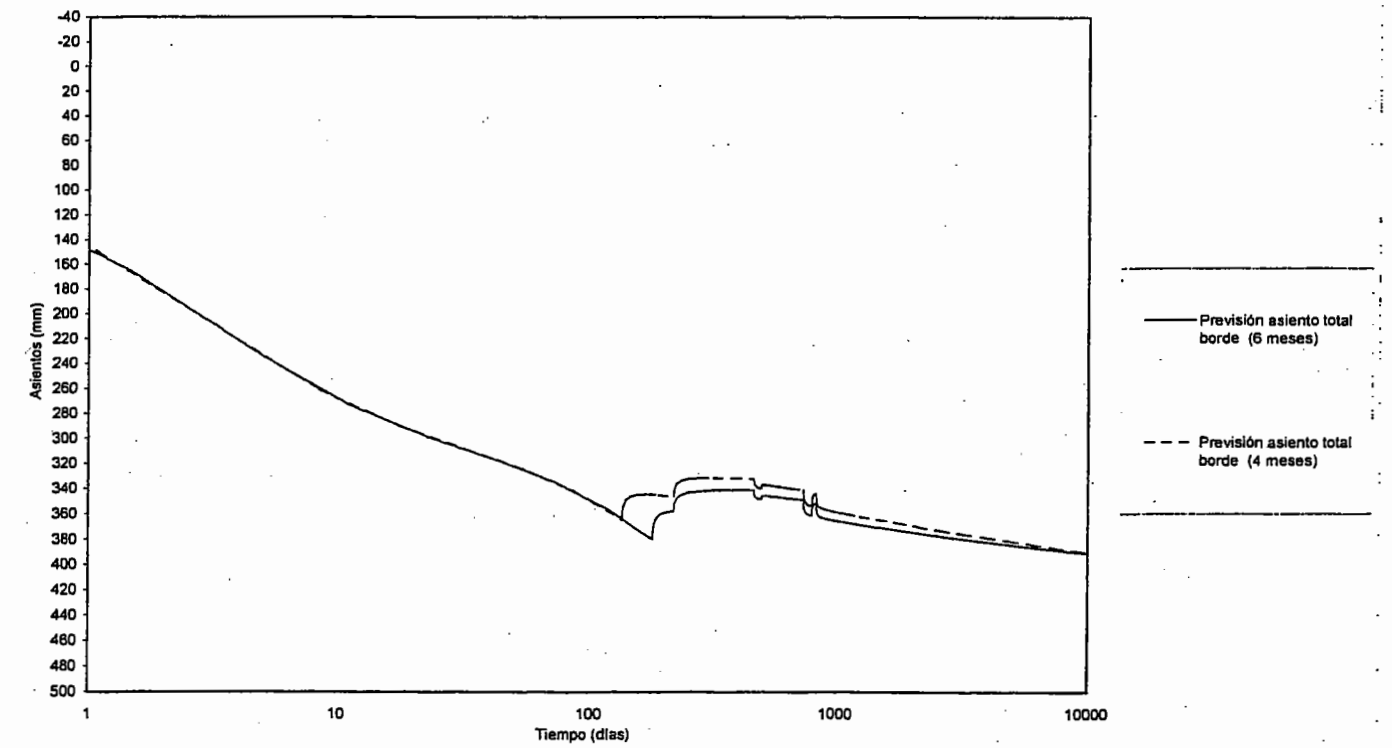
Previsión zona 8 : Reactores Biológicos (LA).
Carga circular equivalente. Asiento borde a 4 y 6 meses.



Previsión zona 8: Reactores Biológicos (LA).
Carga circular equivalente. Asiento diferencial centro-borde (a 4 meses).



Previsión zona 8: Reactores Biológicos (LA).
Carga circular equivalente. Asiento borde a 4 y 6 meses.



**ANEXO Nº 4 ESTUDIO ASENTAMIENTOS POR CONSTRUCCIÓN
NUEVOS REACTORES**

**ESTUDIO DE ASIENTOS DEBIDO AL BOMBEO Y
EXCAVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA
AMPLIACIÓN DE LOS REACTORES
BIOLÓGICOS EN LA EDAR DEL BAIX
LLOBREGAT**

Cerdanyola del Vallès, 10 de Diciembre de 2002

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	AJUSTE DEL MODELO.....	3
3	MODELO HIDROGEOLÓGICO.....	4
4	PREVISIÓN DE ASIENTOS	8
5	RESULTADOS	11

1 INTRODUCCIÓN

Se realiza el cálculo de asientos para las distintas etapas de construcción y explotación de la Ampliación de los Reactores Biológicos de la EDAR del Baix Llobregat, a petición de la Asistencia Técnica de la UTE-Línea de Aguas. El objetivo es poder valorar el efecto que tiene las distintas etapas constructivas de esta Ampliación sobre los elementos estructurales existentes que configuran los Reactores Biológicos Actuales y los Decantadores que se encuentran situados anejos a ellos.

Las variaciones de carga que pueden afectar a las estructuras actuales son debidas por un lado a los procesos de excavación de tierras y construcción y llenado de los nuevos tanques, y además el efecto del bombeo del nivel freático que se produce durante la excavación hasta la cota de cimentación de los nuevos reactores.

El planteamiento del análisis realizado es el que se describe a continuación:

- Los cálculos de asientos se han planteado desde el punto de vista de los que se producen en los Reactores Biológicos Actuales. En concreto, el estudio se ha centrado en el Reactor situado en el lado NE, de manera que se pueda partir de unos datos de secuencias de tiempos de las distintas etapas que representen un caso real particular. Se considera que este caso analizado es extrapolable para el conjunto de Reactores situados en el lado SW, e incluso para los Decantadores teniendo en cuenta que las cargas netas que transmiten éstos últimos son parecidas a los de los reactores.
- Se han estudiado los movimientos del Reactor susodicho teniendo en cuenta la historia constructiva que ha sufrido, desde la etapa de precarga hasta la situación actual, y posteriormente considerando las fases de excavación, bombeo, construcción y carga de agua del

nuevo Reactor teniendo en cuenta la proximidad de estas cargas al Reactor actual.

- Los asientos en el Reactor Actual se analizan en dos puntos representativos: el extremo que se encuentra al lado de la zona de Ampliación, y en el centro del Reactor Actual. De esta manera se pueden valorar los movimientos diferenciales que se generaran al realizarse los trabajos en la zona de Ampliación. El motivo de este tratamiento dual es que los asientos que se produzcan es esperable que sean distintos, debido a:
 - o Por un lado la historia de preconsolidación es distinta debido a la posición relativa diferente respecto al límite de la precarga que se realizó en su momento.
 - o Pero además la afectación a lo largo de los Reactores Actuales en variaciones de tensiones por los procesos de excavación y carga de la zona de Ampliación, son distintos dependiendo de lo alejado que se encuentre cada punto respecto los nuevos Reactores. El centro del Reactor Actual está suficientemente alejado de la zona de Ampliación como para que no se vea afectado apreciablemente por estos procesos, mientras que en el extremo situado al lado de los nuevos Reactores la afectación será mucho mayor.
- El bombeo que se realice durante la excavación de los nuevos Reactores es esperable que afecten prácticamente de igual forma tanto en la zona central como en el extremo del Reactor Actual (siempre que no haya procesos asociados de arrastre de finos). Esto se debe a que es esperable que el radio de afectación del bombeo sea bastante grande (algunos centenares de metros). De todas maneras, para tiempos de duración del bombeo no superiores a los dos meses, a efectos de variación de presión de poros prácticamente sólo es esperable que afecte en la zona del acuífero superior (nivel de arenas superiores, con espesores de 10 a 12 m), con poca incidencia en los materiales limosos y arcillosos inferiores. Por lo tanto los asientos inducidos por este bombeo (rebajamiento

del nivel freático en 2 m) deben ser de una magnitud muy inferior a los que puede generar los procesos de excavación y recarga posterior.

A efectos de valorar la incidencia de realizar los trabajos con los tanques de los Reactores Actuales llenos de agua o vacíos, se han analizado estas dos situaciones. En el caso que se supone el Rector Actual vacío, se ha supuesto que al final de los trabajos de Ampliación, también termina llenándose y se hace coincidir con el llenado de los nuevos Reactores.

2 AJUSTE DEL MODELO

El modelo geotécnico del terreno que se ha usado para el cálculo es el que se desarrolló en los trabajos de control de la precarga, y que se recogía en el estudio "Informe del cálculo de asientos futuros para algunos elementos de la EDAR del Baix Llobregat" de Enero de 2001, de DEPURBAIX, y realizado por Eurogeotècnica,SA. Se describe a continuación el proceso de ajuste de este modelo según se realizó en aquel informe.

Se trata de un modelo geométrico de capas y litologías con sus propiedades geotécnicas. La geometría de capas del modelo se determina a partir del sondeo 11d08, en el que había instalado un deformímetro, y del piezocono U-28 hincado al lado del sondeo. Las propiedades de deformación de los materiales se determinaron a partir de un proceso que consiste en considerar inicialmente las que se definieron para zonas cercanas, concretamente en la zona de la prueba de precarga. Se calculan los asientos a lo largo del perfil del terreno y se comparan con las deformaciones medidas en el deformímetro (asientos en cada tramo de tubo de 1 metro). Esto permite realizar un proceso de ajuste de los parámetros de deformación iniciales e incluso de replanteo de los espesores y localización de las capas (caso de límites difusos o de transición, o presencia de matriz arcillosa que es la que domina en el aspecto deformacional, etc.).

En la zona de los Reactores Actuales, para la que se toma como referencia el deformímetro 11d08, se empezó a cargar con tierras el 5/8/00 y se terminó el 5/10/00, llegando hasta 5,5 metros de altura de tierras. Los 5,0 primeros metros se colocaron en 30 días, mientras que los 0,5 m restantes se colocaron al cabo de 30 días más.

3 MODELO HIDROGEOLÓGICO

A modo de comprobación del funcionamiento hidráulico del sector donde se debe realizar el agotamiento del nivel freático, se ha realizado un modelo hidrogeológico de la zona. De esta manera se evalúa la afectación sobre el acuífero que tiene el bombeo con well-points, la zona de influencia y la evolución temporal del cono de descenso del nivel freático.

La zona donde se debe rebajar el nivel freático corresponde a los nuevos Reactores Biológicos (Zona de Ampliación de los Biológicos). Consiste en dos conjuntos de reactores, situados a ambos extremos de los Reactores Actuales. Cada conjunto de reactores está formado por 4 líneas, y las dimensiones de cada conjunto son de 135x55 m².

El nivel freático general de la zona se encuentra a la cota +1.00 m, aproximadamente 1 m por debajo de la cota del terreno natural. Con el bombeo se deberá agotar hasta la cota -1.00 m, para permitir realizar la excavación.

El model estudiado es una sección bidimensional, según un perfil transversal NE-SW que corta la zona de la Ampliación de los Reactores del sector NE y los dos Reactores Actuales. Se supone un rebajamiento del nivel freático de 2 m (desde la cota +1.00 m hasta la -1.00 m), situando las lanzas de los well-points a 15 m del borde de los Reactores Actuales.

Los datos hidrogeológicos se han basado en la información de DEPURBAIX (Reconocimiento geotécnico de la Precarga de la EDAR del Baix Llobregat, Ensayo de Bombeo realizado por DEPURBAIX). Las permeabilidades de los materiales del modelo consideradas son las obtenidas en estos estudios previos para el caso del acuífero superior y los limos superficiales, mientras que para los limos y arcillas inferiores y las gravas de base se han estimado a partir de la tabulación según la descripción granulométrica.

El perfil hidrogeológico considerado está formado por las siguientes capas de techo a base: un nivel de techo de 4 m de espesor formado por limos, un nivel de arenas de 12 m de espesor que configura el acuífero superior, un nivel de limos y arcillas de 44 m de espesor, y en la base un nivel de gravas a las que se les asigna un espesor ficticio de 10 m. Las permeabilidades y coeficientes de almacenamiento consideradas en el modelo para cada nivel son las siguientes (ver tabla 1).

Nivel	Permeabilidad (m/seg)	Coef. almacenamiento
Limos superficiales	$1.0 \cdot 10^{-9}$ m/seg	$1.0 \cdot 10^{-1}$
Arenas acuífero	$4.9 \cdot 10^{-4}$ m/seg	$2.0 \cdot 10^{-3}$
Limos y arcillas	$1.0 \cdot 10^{-9}$ m/seg	$1.0 \cdot 10^{-3}$
Gravas base	$1.0 \cdot 10^{-3}$ m/seg	$2.0 \cdot 10^{-3}$

Tabla 1. Permeabilidades y coeficientes de almacenamiento usadas en el modelo numérico.

Con estos datos se ha generado el modelo hidrogeológico bidimensional. Es un modelo numérico de elementos finitos que permite analizar el comportamiento hidráulico en condiciones estacionarias y transitorias durante la fase de rebajamiento del nivel freático. Se ha supuesto que la duración del bombeo es de hasta 60 días. Las dimensiones del modelo son de 240 m longitudinales por 70 m verticales.

El modelo hidráulico y los cálculos se han realizado con el programa comercial SEEP/W, versión 5.0. Se trata de un programa de elementos finitos

desarrollado por la empresa de software Geo.Slope International (Canadá), dirigido a resolver el problema del movimiento del agua y la distribución de presiones de agua en materiales porosos. El programa permite determinar la superficie libre de agua en condiciones saturada y no saturadas. Su aplicación es en el análisis y diseño de proyectos geotécnicos, hidrogeológicos y de ingeniería civil y minera. Permite realizar modelos en dos dimensiones (perfiles transversales), en casi-3D (estudios en planta), y 3 dimensiones reales para problemas con simetría axial.

Los elementos finitos usados son de cuatro lados y cuatro nodos, sin nodos secundarios. Cada elemento tiene asociado un tipo de material con una permeabilidad y coeficiente de almacenamiento.

La figura 1 presenta el modelo estudiado, con la malla de elementos finitos, los distintos materiales considerados y la localización de los elementos estructurales. En la figura 2 se observa la evolución del nivel piezométrico en distintos instantes de tiempo: la curva 0 corresponde al nivel inicial, la curva 3 a los 5 días de bombeo, la curva 4 a los 15 días, la curva 5 a los 30 días, y la curva 6 a 60 días

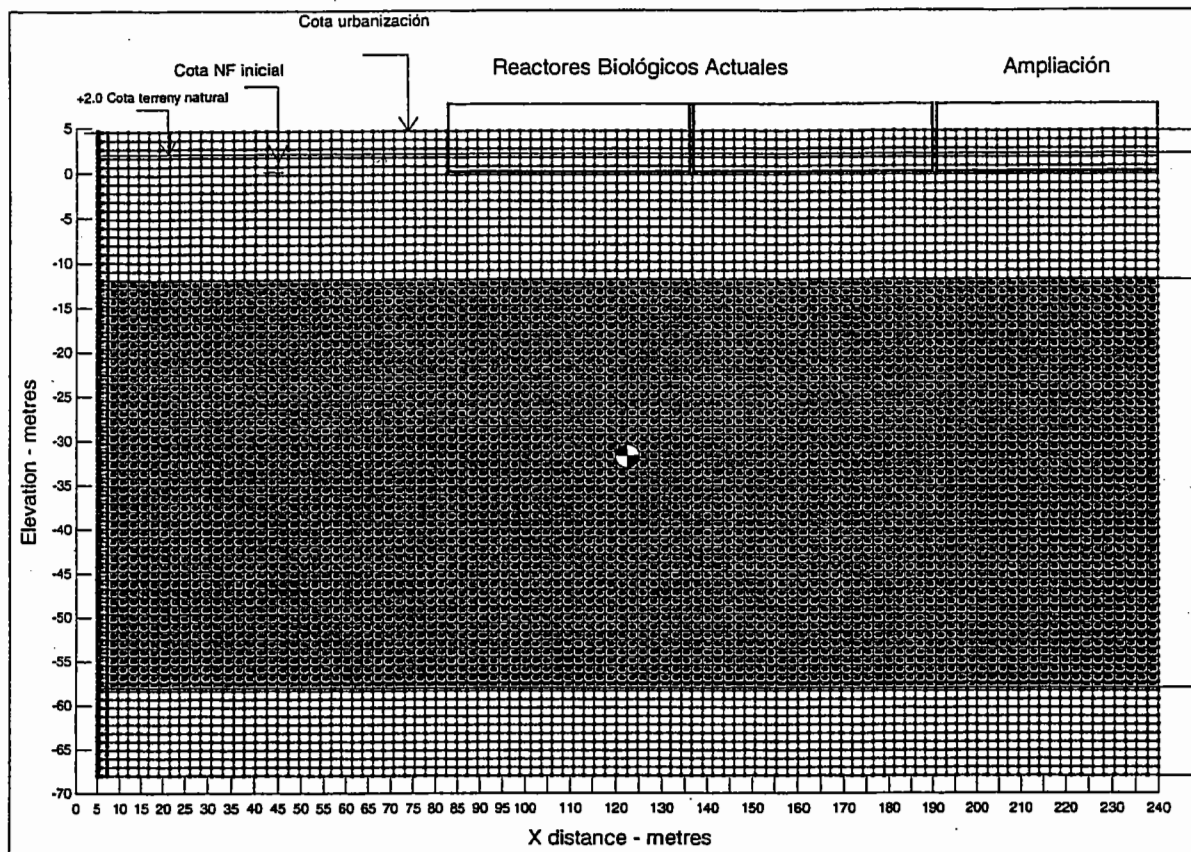


Figura 1. Modelo de elementos finitos para el cálculo hidráulico.

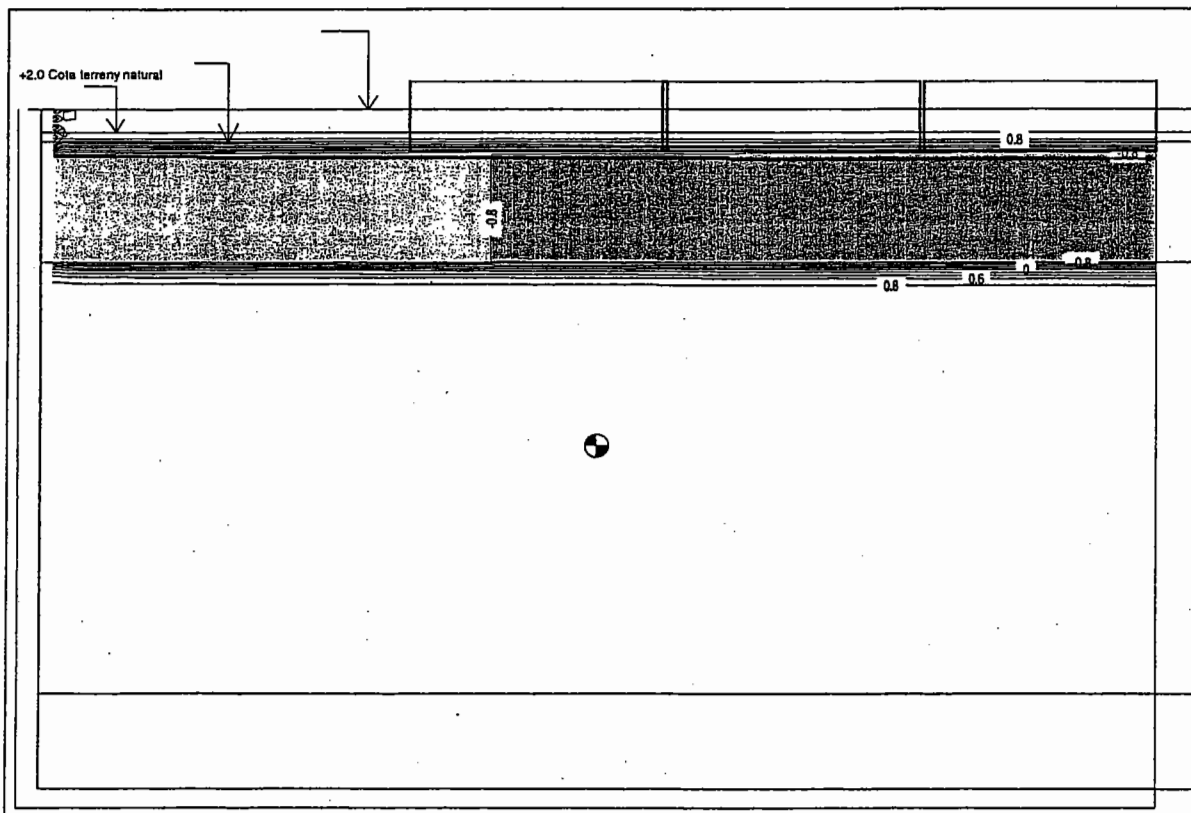


Figura 2. Condiciones de presión piezométrica (en metros de columna de agua por encima del nivel del mar) al cabo de 60 días de bombeo.

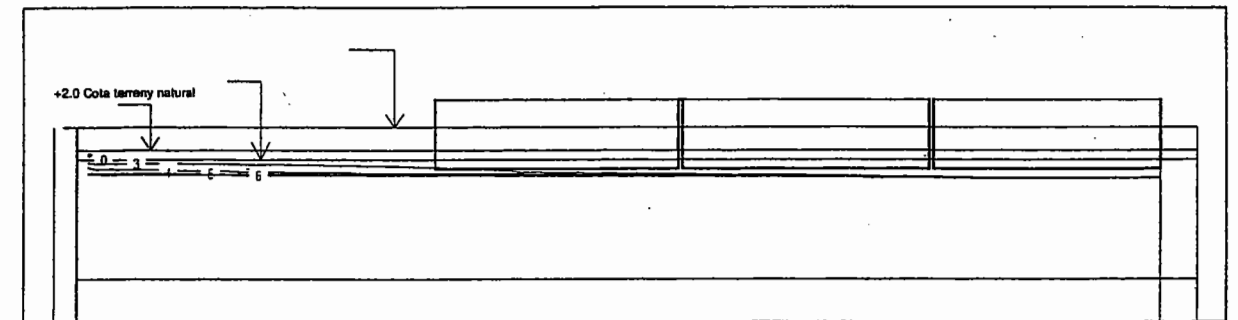


Figura 3. Evolución del nivel freático a los 5 días (curva 3) 15 días (curva 4), 30 días (curva 5) y 60 días (curva 6). Las condiciones iniciales son la curva 0.

Se observa que el descenso del nivel freático del acuífero superficial es muy rápido, y la zona de afectación se extiende a gran velocidad, hasta el punto que en sólo 5 días el radio de influencia del bombeo es de alrededor de 250 m (ver figura 3). A efectos de presión de poros, se observa que la variación hasta el equilibrio se produce en poco tiempo en las arenas del acuífero superior, pero en cambio el proceso es mucho más lento en los materiales limosos y arcillosos, detectándose a los 60 días de bombeo únicamente variaciones apreciables en la presión de poros en los 2.5 a 3 metros más cercanos al nivel de arenas del acuífero superior (ver figura 2).

4 PREVISIÓN DE ASIENTOS

Para la previsión de asientos se tienen en cuenta distintas etapas de carga-descarga que incluyen los procesos en la construcción de los Reactores Actuales y los procesos futuros durante la construcción de los nuevos Reactores. Estas fases son: (1) la precarga de la zona de Reactores Actuales (con altura de tierras de 5,5 m), (2) la excavación de la precarga anterior hasta la cota de urbanización +4,5 m, (3) la excavación hasta la cota de cimentación (-0.09 m) de la estructura del Reactor Actual junto con el bombeo y la precarga de la zona de la Ampliación del Biológico, (4) la construcción del tanque del Reactor Actual, (5) el final del bombeo, (6) la descarga parcial de la zona de Ampliación del Biológico, (7) el llenado del tanque actual con agua (en el caso que se

analiza el problema con el tanque vacío, la carga en esta fase es nula), (8) la excavación hasta la cota de cimentación de los nuevos Reactores junto con el bombeo, (9) la construcción de los nuevos Reactores junto con el final del bombeo, (10) el llenado de los nuevos tanques del Biológico (en el caso que los reactores actuales no se hayan llenado todavía, se llenan también en esta fase).

Se estiman valores de asientos para 10 años de explotación, teniendo en cuenta que los asientos de origen secundario son críticos a muy largo plazo. El modelo de cálculo utilizado para los asientos secundarios es el clásico de un valor constante $C\alpha$ a lo largo del logaritmo del tiempo. Este coeficiente se supone que disminuye en función del grado de sobreconsolidación (OCR) según una ley que se definió a partir de los datos disponibles del ensayo "in situ" de la prueba de precarga, comparado con los resultados de los ensayos edométricos que se realizaron y con otros modelos existentes. En cada etapa las cargas son distintas, y consecuentemente el valor de OCR también, con lo que se considera un $C\alpha$ distinto. Además inicialmente el terreno ya tiene una cierta sobreconsolidación debido al bombeo que históricamente sufrió el acuífero inferior durante los años '60 y '70, estableciéndose que afectó a partir de los 22 m de profundidad y hasta la zona más profunda a 60 m.

Los Reactores Biológicos son tanques rectangulares de grandes dimensiones (135mx55m). Cada módulo está formado por 4 líneas o reactores. Los datos de sus características facilitados la UTE-Línea de Aguas

Cota de cimentación	-0,09 m
Dimensión tanque	135,2 x 55,83 m ²

La ley de tensiones en profundidad considerada es la ley elástica para carga circular uniforme en superficie, y para el tanque se ha considerado el círculo de área equivalente a la del rectángulo, y que tiene diámetro 98,2 m. Se calculan los asientos en el centro y en el extremo del elemento equivalente usando las respectivas soluciones elásticas.

El terreno de precarga se considera con un peso específico de 1,95 Tn/m³, y la cota del terreno natural, restándole el descenso por la precarga, es 1,80 m (2,20 m menos 0,40 m). Durante la excavación se realiza un bombeo rebajando el NF hasta la cota -1,0 m. Las tensiones medias en superficie son:

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{total reactor}} &= 8,6 \text{ Tn/m}^2 \\ \sigma_{\text{estructura vacía}} &= 3,5 \text{ Tn/m}^2 \\ \sigma_{\text{agua}} &= 5,1 \text{ Tn/m}^2 \\ \sigma_{\text{neta}} &= (-0,09\text{m}-1,80\text{m}) \cdot 1,95\text{Tn/m}^3 + 8,6\text{Tn/m}^2 = 4,9 \text{ Tn/m}^2 \\ \sigma_{\text{precarga tierras}} &= 5,5 \text{ m} \cdot 1,95 \text{ Tn/m}^3 = 10,7 \text{ Tn/m}^2\end{aligned}$$

El criterio de precarga que se estableció como criterio de proyecto se describe a continuación.

$$\text{Criterio de consolidación primaria: } \frac{\sigma_{\text{precarga}}}{\sigma_{\text{neta}}} \leq 1,5$$

$$\text{Criterio de consolidación secundaria: } \frac{\sigma_{\text{precarga}} + 25,05}{\sigma_{\text{neta}} + 25,05} \leq 1,15$$

Los valores que se tienen para el caso de los Reactores Biológicos es de 2,18 para el criterio de primaria, y 1,19 para el de secundaria, cumpliendo en ambos casos.

Referente a la duración de las distintas etapas, se resumen a continuación teniendo en cuenta que para cada fase se considera toda la carga aplicada en un solo instante, con lo que se toma como día de referencia el que representa aproximadamente el 50% del total de la carga. La duración hace referencia al tiempo que pasa hasta una nueva etapa.

<u>Etapas</u>	<u>Fecha aplicación carga</u>	<u>Duración etapa</u>
1. Precarga R. actuales	23/9/00	343 días
2. Excavación R. Actuales	+4,5 1/09/01	15 días

3. Excavación R. Actuales	-0,09 15/09/01	105 días
4. Construcción R. Actuales	1/01/02	60 días
5. Final bombeo	1/03/02	180 días
6. Excavación R. Ampliación	1/09/02	120 días
7. Llenado R. Actuales	1/01/03	15 días
8. Excavación R. Ampliación	15/01/03	105 días
9. Construcción R. Actuales	1/04/03	120 días
10. Llenado R. Ampliación	1/08/03	3650 días

5 RESULTADOS

Se observa que los asientos totales en los Reactores Actuales, medidos desde el inicio de los trabajos en la zona de Ampliación, son siempre superiores en el extremo situado cercano a la Ampliación. Para el caso del Reactor Actual lleno, se obtienen los siguientes incrementos de asientos al cabo de 10 años: en el extremo de **48 mm** y en el centro de **12 mm**. Para el caso del Reactor Actual vacío los valores son de **46 mm** en el extremo y **32 mm** en el centro.

Se debe destacar que los incrementos de asientos en el centro para el caso del Reactor Actual lleno de agua es muy menor al del caso vacío debido a que en este segundo caso el llenado se produce después de la fase de trabajos de la zona de Ampliación, con lo que se incluye la variación de asientos que esto produce, mientras que en el primer caso ya se ha producido anteriormente.

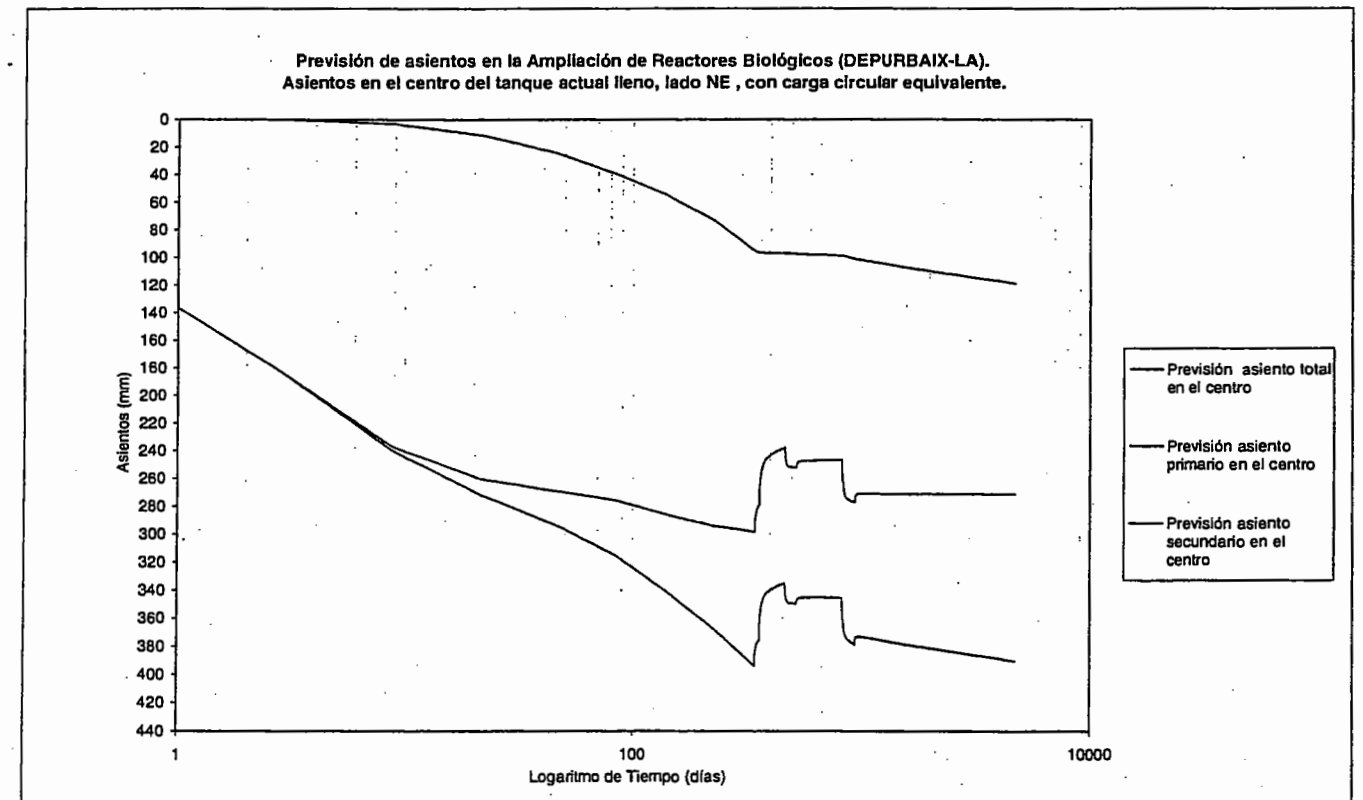
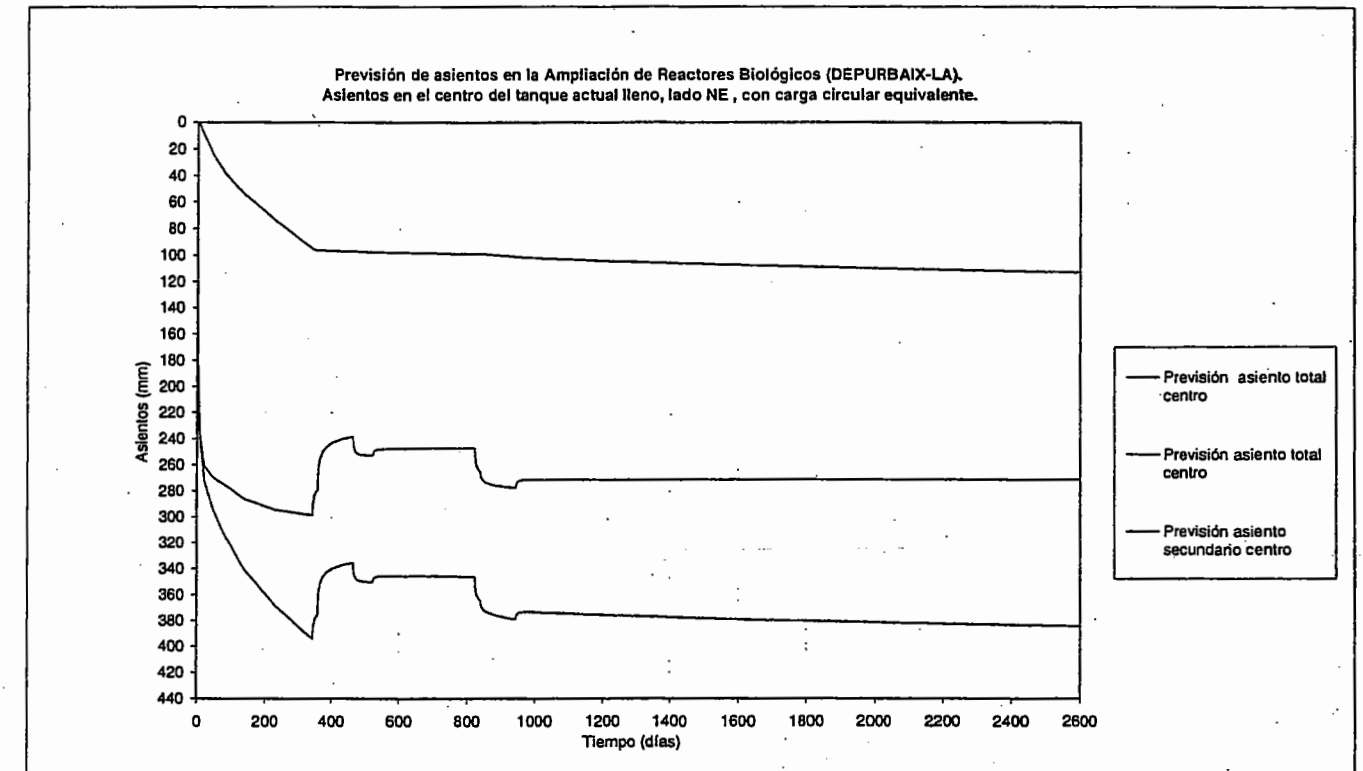
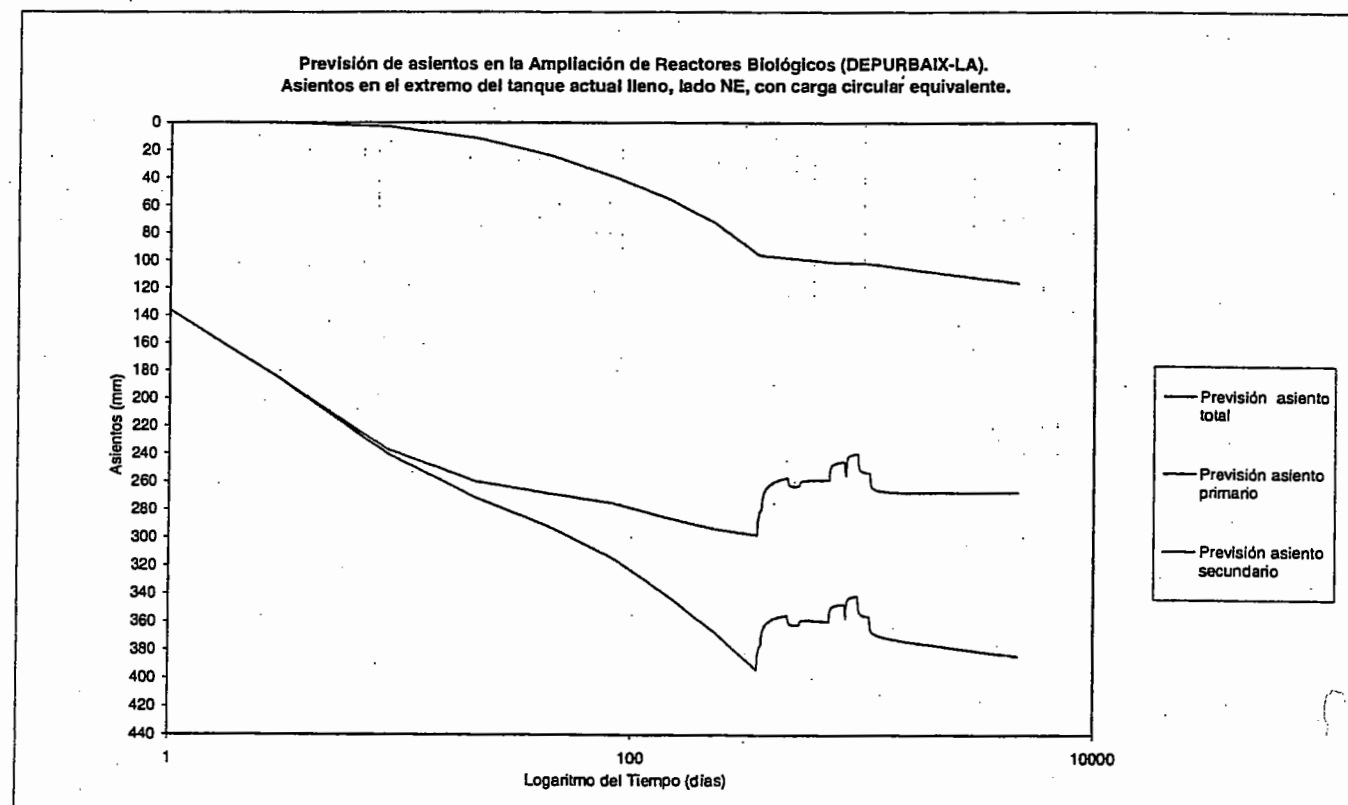
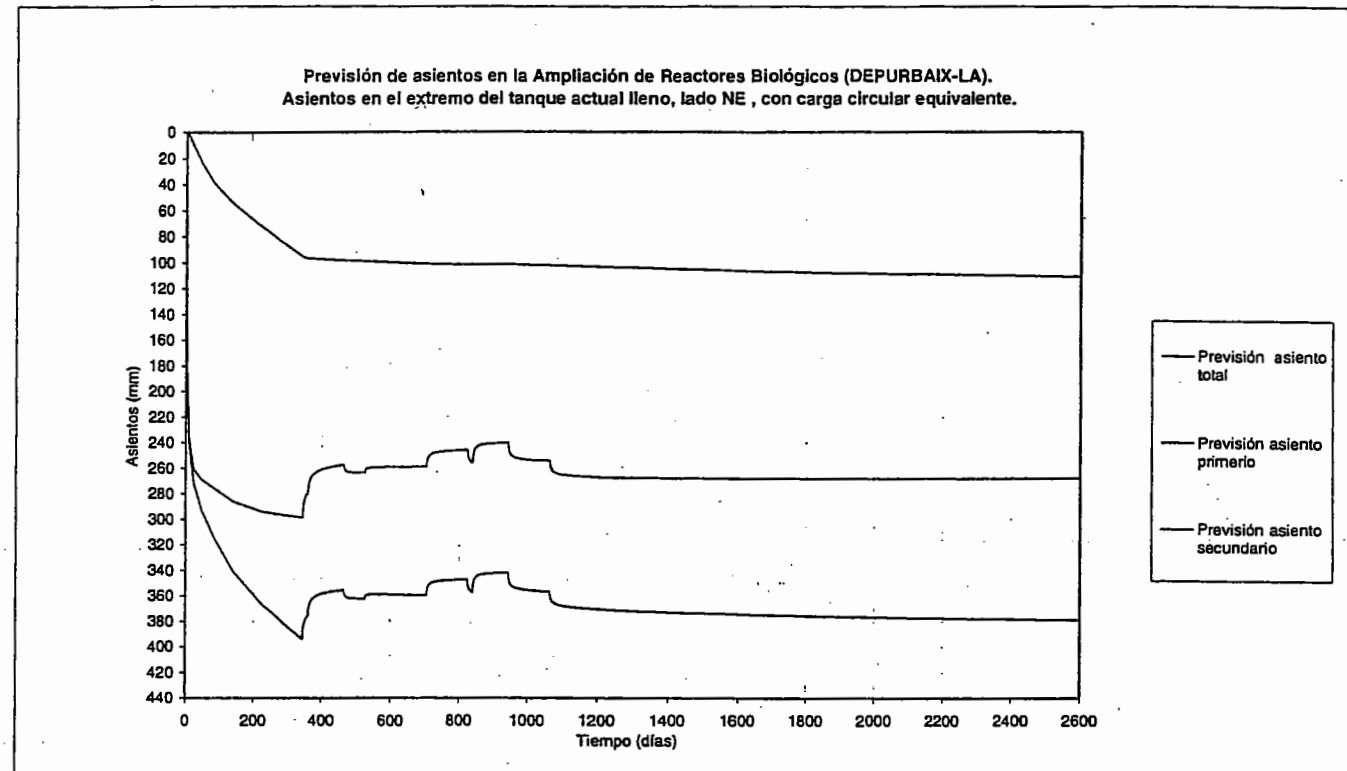
Se comprueba que los incrementos de asiento diferenciales entre centro y extremo del Reactor Actual a partir del inicio de los trabajos de Ampliación son superiores para el caso del Reactor llenado de agua antes de empezar los trabajos de Ampliación (**36 mm**) que en el caso en que se mantiene vacío (**14 mm**). Estos valores no son directamente comparables teniendo en cuenta que la fase de llenado en el caso del Reactor Actual vacío se realiza posteriormente a la realización de los trabajos de Ampliación, y representa el primer llenado

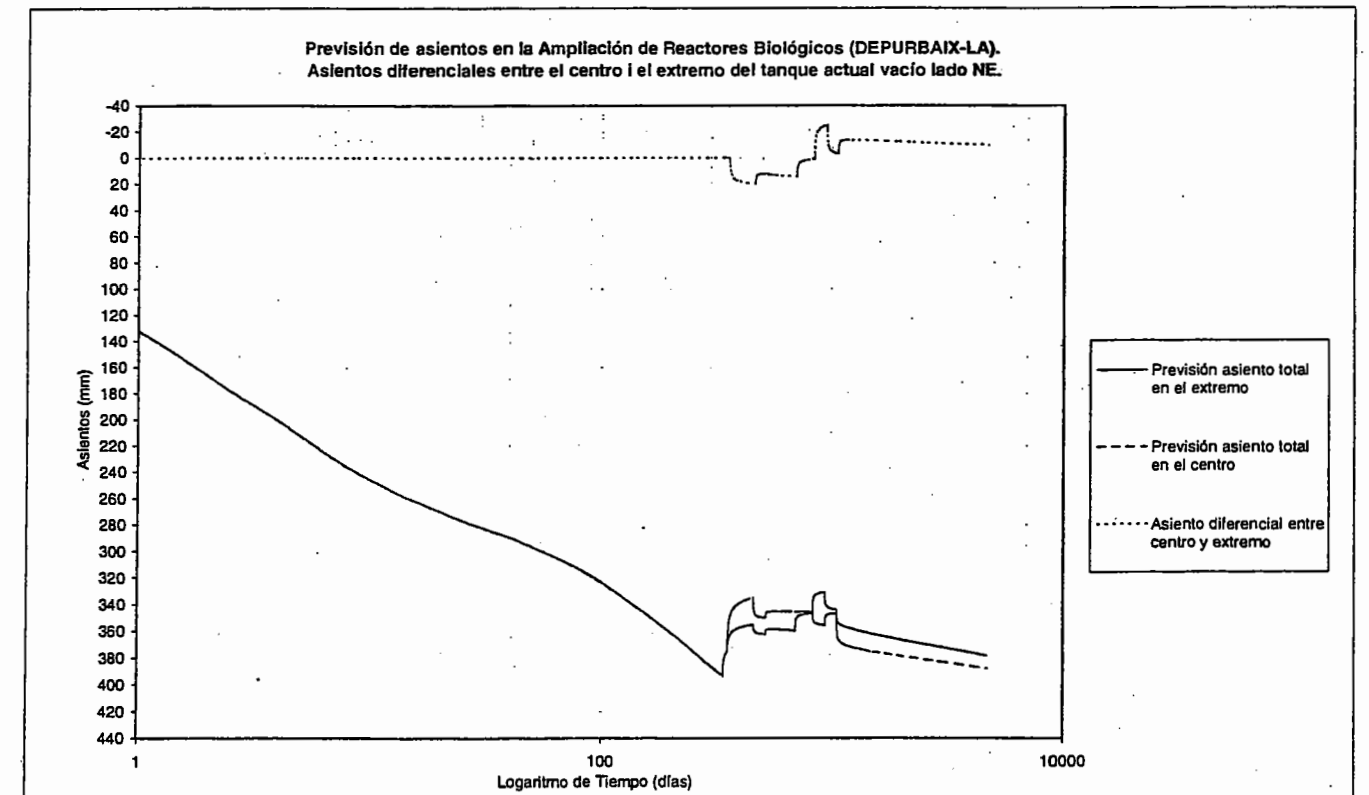
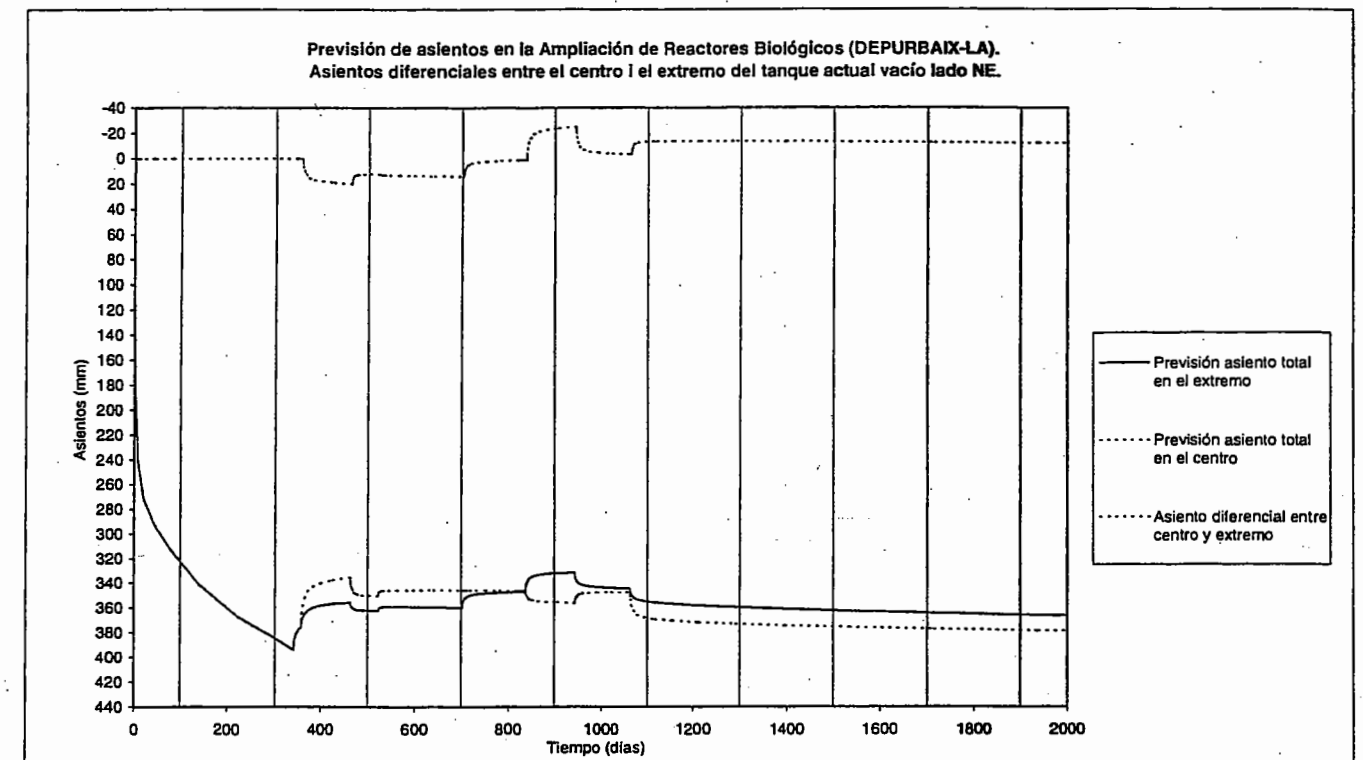
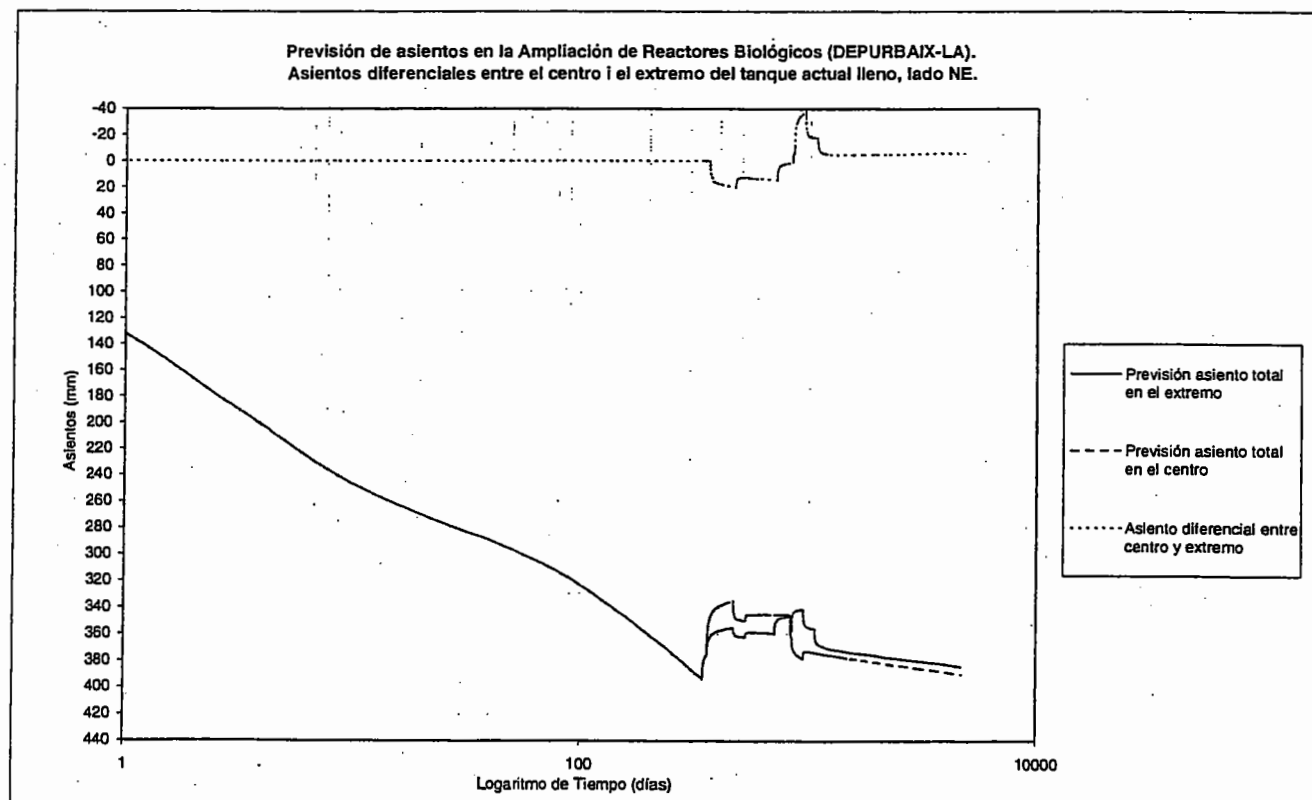
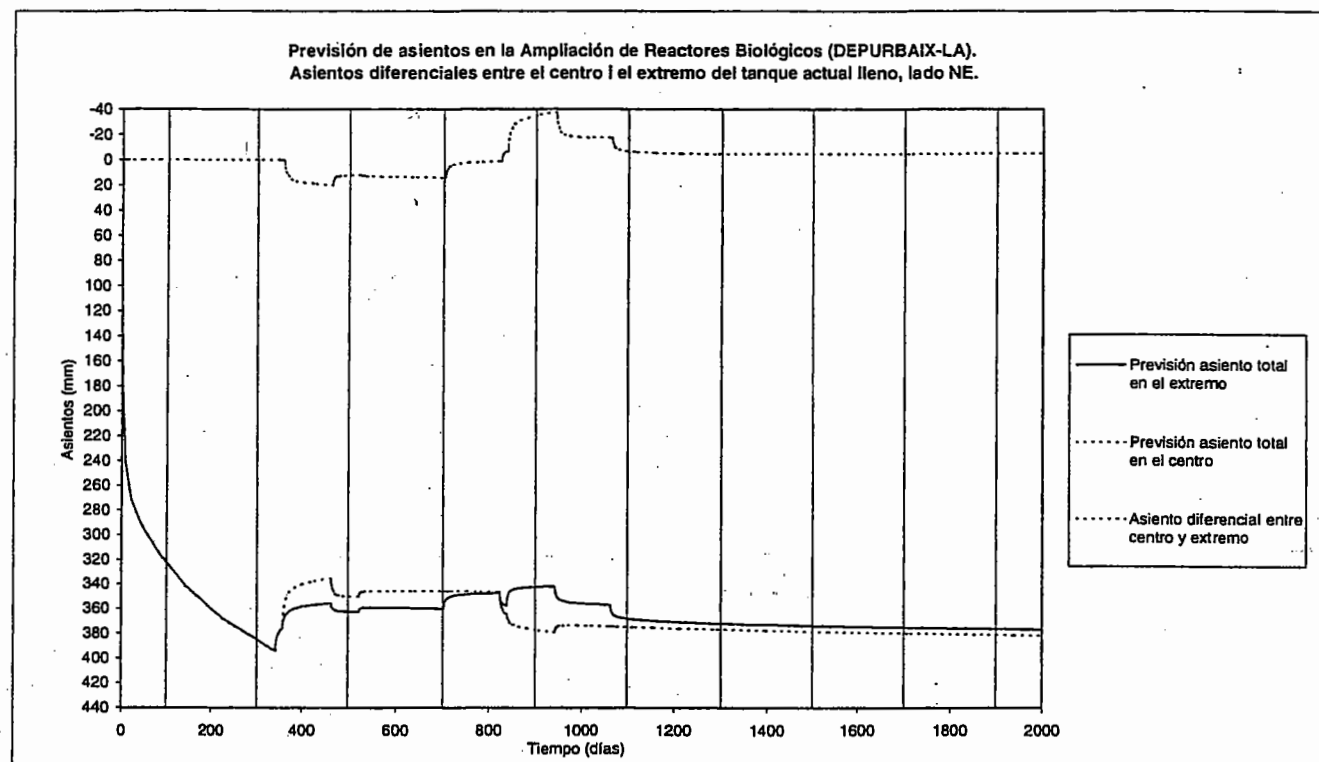
histórico de estos tanques, mientras que en el caso del Reactor Actual lleno, el llenado es anterior a los trabajos de Ampliación, y los diferenciales generados no están contemplados en estos incrementos de asiento diferencial.

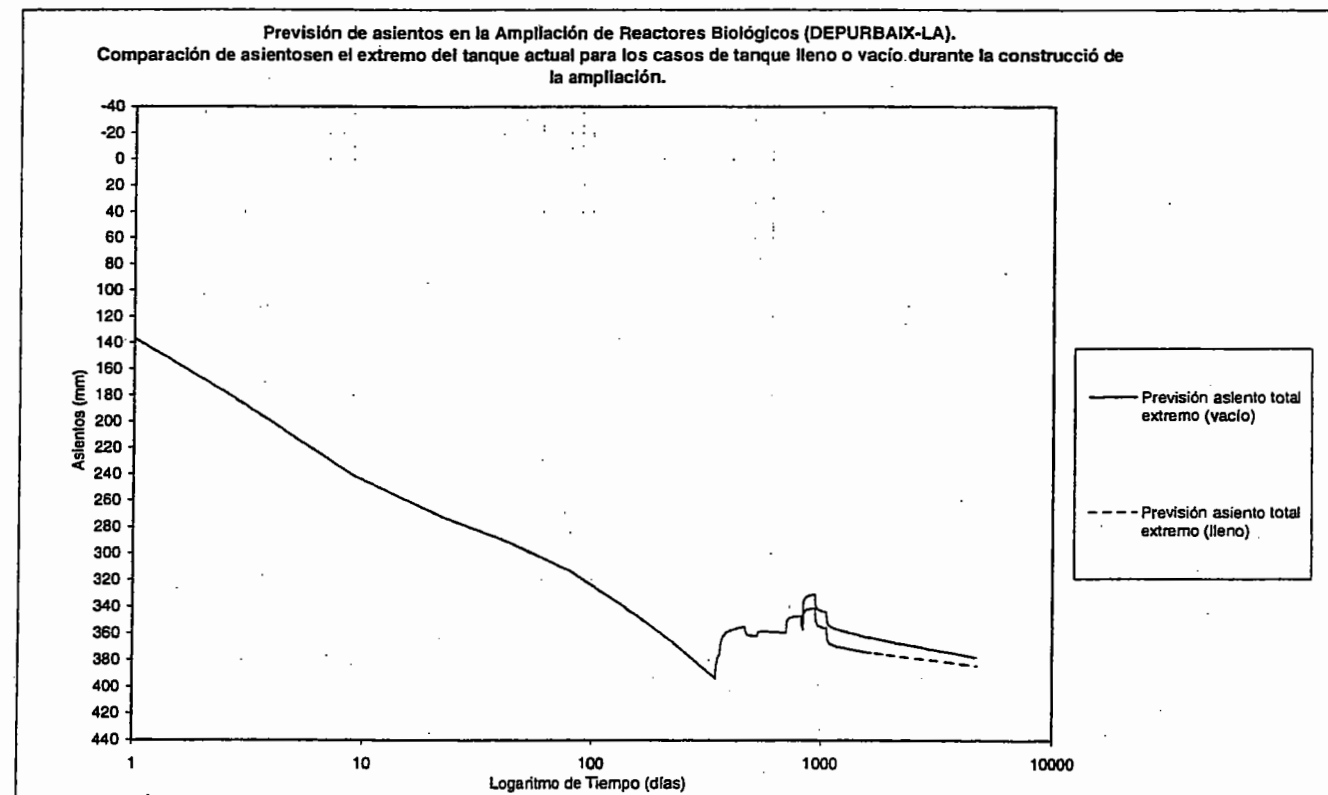
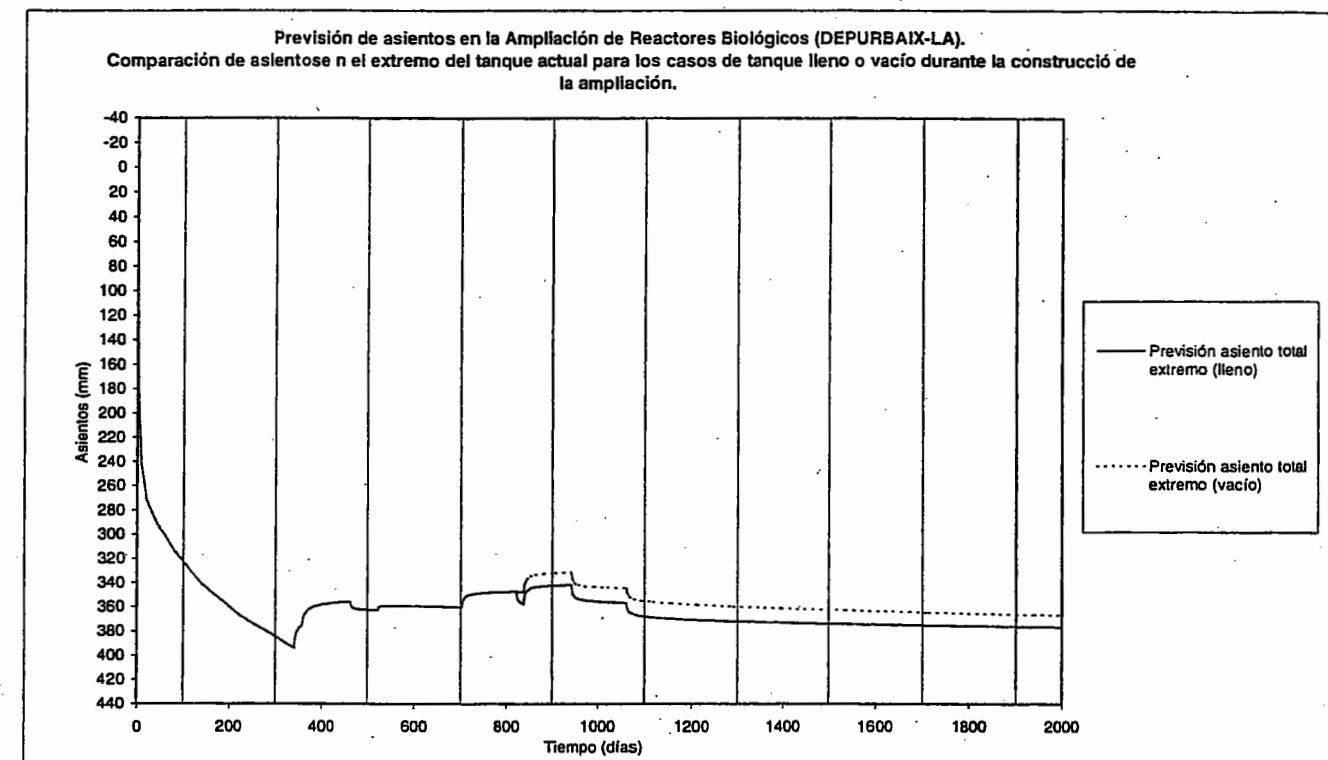
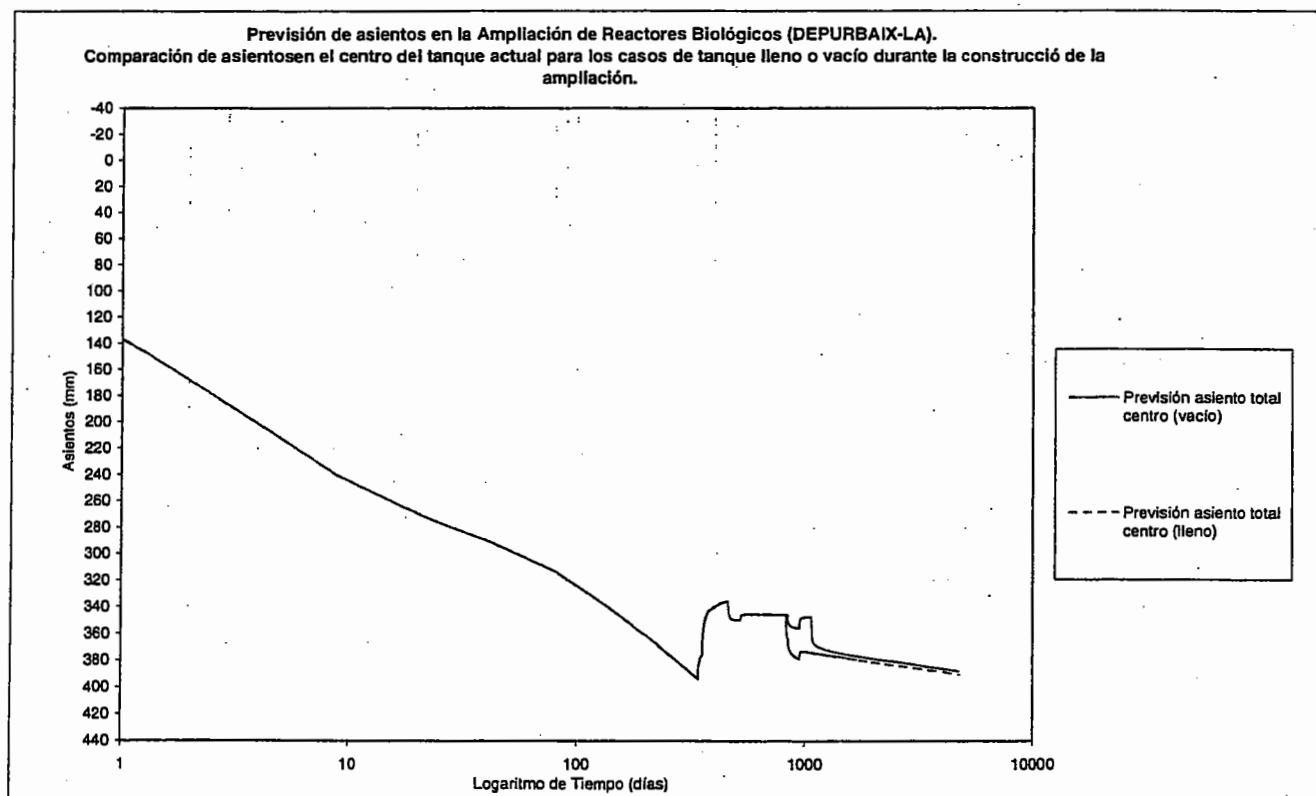
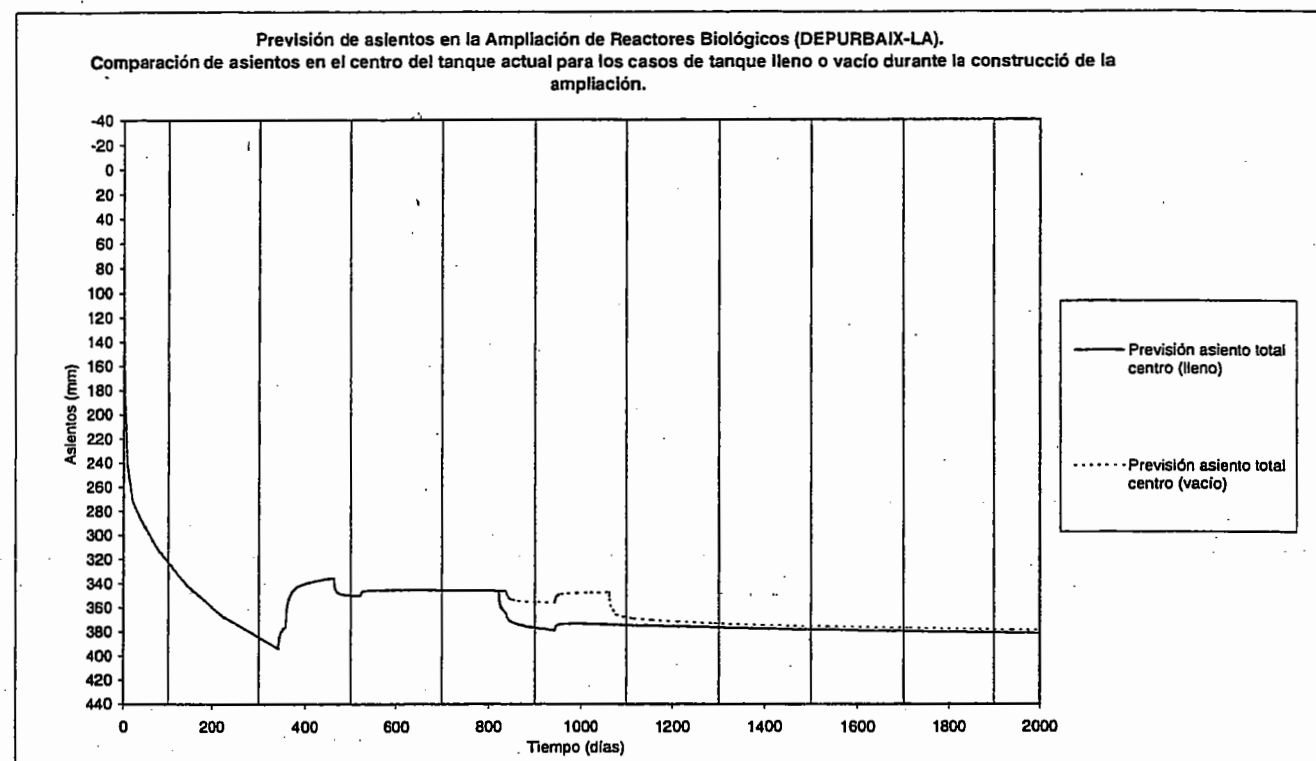
Los resultados indican que los incrementos de asientos en el extremo del Reactor Actual debido a los trabajos de Ampliación (se hace referencia al caso en el que el reactor ya estaba lleno) son importantes (valores de **38 mm** a los **3 años** y **48 mm** a los **10 años**). Estos asientos son debidos exclusivamente a las variaciones de cargas que se producen durante los trabajos de Ampliación y al bombeo. El efecto del bombeo se valora en asientos inducidos máximos de **15 mm** según el cálculo, con lo que el asiento restante se debe a las cargas cercanas de la zona de Ampliación.

Parece razonable, a la vista de los resultados obtenidos, realizar los trabajos de Ampliación de los Reactores manteniendo los tanques de los Reactores Actuales más cercanos vacíos de agua, hasta una distancia mínima respecto al límite con los nuevos Reactores de unos 25 m (dos líneas).

Se adjuntan en el anejo los resultados del cálculo de previsión de asientos en forma gráfica y unas tablas resumen para los caso del Reactor Actual lleno y vacío.







Reactores Biológicos llenos (DEPURBAIX-LA). Previsión de Asientos en los Reactores actuales debido a la Ampliación del Biológico

Precarga de 5.5 m, con cota de cimentación a -0.09 m, y carga neta de 5.34 t/m².

Distribución de tensiones en profundidad según solución elástica para carga circular repartida uniformemente en superficie (en t/m²).

Elemento rectangular de 135.2 x 55.83 m². Se considera la estructura circular de área equivalente (diámetro 98.02 m).

El llenado del tanque es una carga de 5.506 t/m².

En el deformímetro 11d08 se realizó una precarga de 5.5 m.

La cota del terreno inicial era +2.20 m, pero a fecha actual con un descenso aproximado de 0.40 m, la cota de referencia es +1.80 m.

Fases	Altura terrapén (m)	Altura excav. urb. (m)	Prof. Cimentación (m)	Carga estr.+agua (T/m ²)	Carga estruct. (T/m ²)	Carga agua (T/m ²)	Cota terreno nat. (m)	Cota urb. (m)	Cota N.F. Inicial	Cota N.F. Bomb. (m)
	5,5	2,5	1,89	8,60	3,52	5,10	1,80	4,50	1,00	-1,00

Etapa	1. Precarga Biológico actual	2. Excav. cota urb. Del Biológico actual	3. Exc.Cimen+bomb del Biológico actual y Precarga de la Ampliación*	4. Construc. + bomb. Del Biológico actual	5. Fin bombeo del Biológico actual	6. Excav. Cota urb. Ampliación Biológico	7. Llenado (o no) del Biológico actual	8. Excavación Ciment+bomb de la Ampliación del Biológico	9. Construc. Ampliación Biológico y final del bombeo	10. Llenado de Ampliación del Biológico (y del Actual si en 7. No se ha llenado)
Fecha carga puntual	23/09/2000	01/09/2001	16/09/2001	01/01/2002	01/03/2002	01/09/2002	01/01/2003	15/01/2003	01/04/2003	01/08/2003
Duración etapa (días)	343	15	107	59	184	122	14	76	122	3650
Tiempo a origen (días)	343	358	465	524	708	830	844	920	1042	4692
Carga incremental T/m ²	10,73	-5,85	-8,56	3,52	-	5,27	5,10	-8,97	3,52	5,10

*Nota: En el caso del extremo del Biológico actual, se tiene en cuenta que se produce la excavación al mismo tiempo que se rellena la zona de Ampliación, con lo que el valor neto de carga aplicado es ligeramente positivo (+1.19 Tn/m²)

Asientos en el centro en mm								Incrementos de asiento desde Excavación Ampliación, en centro (mm)			
Etapa	Precarga	Exc. Ciment	Excav. Cota urb Ampliación	Fin excav cota urb Ampliación+bomb	Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años		Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años
Días a origen	343	463	823	943	1063	2218	4713	Días a origen	120	1275	3770
Total	395	335	346	379	374	383	391	Total	-5	4	12
Secundaria	96	97	99	101	103	111	119	Secundaria	2	10	18
Primaria	299	238	247	278	271	272	272	Primaria	-7	-6	-6

Asientos en el extremo en mm								Incrementos de asiento desde Excavación Ampliación, en extremo (mm)			
Etapa	Precarga	Exc. Ciment	Excav. Cota urb Ampliación	Fin excav cota urb Ampliación+bomb	Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años		Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años
Días a origen	343	463	823	943	1063	2218	4713	Días a origen	120	1275	3770
Total	395	355	348	342	357	378	385	Total	15	36	43
Secundaria	96	98	102	102	103	110	117	Secundaria	1	8	15
Primaria	299	257	246	240	254	268	268	Primaria	14	28	28

Asientos diferenciales centro-extremo en mm								Incrementos de As. Dif. desde Excavación Ampliación (mm)			
Etapa	Precarga	Exc. Ciment	Excav. Cota urb Ampliación	Fin excav cota urb Ampliación+bomb	Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años		Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años
Días a origen	343	463	823	943	1063	2218	4713	Días a origen	120	1275	3770
Total	0	-20	-2	37	17	5	6	Total	-20	-32	-31
Secundaria	0	-1	-3	-1	0	1	2	Secundaria	1	2	3
Primaria	0	-19	1	38	17	4	4	Primaria	-21	-34	-34

Reactores Biológicos vacíos (DEPURBAIX-LA). Previsión de Asientos en los Reactores actuales debido a la Ampliación del Biológico

Precarga de 5.5 m, con cota de cimentación a -0.09 m, y carga neta de 5.34 t/m².

Distribución de tensiones en profundidad según solución elástica para carga circular repartida uniformemente en superficie (en t/m²).

Elemento rectangular de 135.2 x 55.83 m². Se considera la estructura circular de área equivalente (diámetro 98.02 m).

El llenado del tanque es una carga de 5.506 t/m².

En el deformímetro 11d08 se realizó una precarga de 5.5 m.

La cota del terreno inicial era +2.20 m, pero a fecha actual con un descenso aproximado de 0.40 m, la cota de referencia es +1.80 m.

Fases	Altura terrapén (m)	Altura excav. urb. (m)	Prof. Cimentación (m)	Carga estr.+agua (T/m ²)	Carga estruct. (T/m ²)	Carga agua (T/m ²)	Cota terreno nat. (m)	Cota urb. (m)	Cota N.F. Inicial	Cota N.F. Bomb. (m)
	5,5	2,5	1,89	8,60	3,52	5,10	1,80	4,50	1,00	-1,00

Etapa	1. Precarga Biológico actual	2. Excav. cota urb. Del Biológico actual	3. Exc.Cimen+bomb del Biológico actual y Precarga de la Ampliación	4. Construc. + bomb. Del Biológico actual	5. Fin bombeo del Biológico actual	6. Excav. Cota urb. Ampliación Biológico	7. Llenado (o no) del Biológico actual	8. Excavación Ciment+bomb de la Ampliación del Biológico	9. Construc. Ampliación Biológico y final del bombeo	10. Llenado de Ampliación del Biológico (y del Actual si en 7. No se ha llenado)
Fecha carga puntual	23/09/2000	01/09/2001	16/09/2001	01/01/2002	01/03/2002	01/09/2002	01/01/2003	15/01/2003	01/04/2003	01/08/2003
Duración etapa (días)	343	15	107	59	184	122	14	76	122	3650
Tiempo a origen (días)	343	358	465	524	708	830	844	920	1042	4692
Carga incremental T/m ²	10,73	-5,85	-8,56	3,52	-	5,27	0,00	-8,97	3,52	5,10

*Nota: En el caso del extremo del Biológico actual, se tiene en cuenta que se produce la excavación al mismo tiempo que se rellena la zona de Ampliación, con lo que el valor neto de carga aplicado es ligeramente positivo (+1.19 Tn/m²)

Asientos en el centro en mm								Incrementos de asiento desde Excavación Ampliación, en centro (mm)			
Etapa	Precarga	Exc. Ciment	Excav. Cota urb Ampliación	Fin excav cota urb Ampliación+bomb	Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años		Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años
Días a origen	343	463	823	943	1063	2218	4713	Días a origen	120	1275	3770
Total	395	335	346	357	347	381	389	Total	-10	24	32
Secundaria	96	97	99	100	100	109	117	Secundaria	0	9	17
Primaria	299	238	247	257	247	272	272	Primaria	-10	15	15

Asientos en el extremo en mm								Incrementos de asiento desde Excavación Ampliación, en extremo (mm)			
Etapa	Precarga	Exc. Ciment	Excav. Cota urb Ampliación	Fin excav cota urb Ampliación+bomb	Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años		Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años
Días a origen	343	463	823	943	1063	2218	4713	Días a origen	120	1275	3770
Total	395	355	348	332	345	368	378	Total	13	36	46
Secundaria	96	98	102	103	104	115	125	Secundaria	1	12	22
Primaria	299	257	246	229	241	253	253	Primaria	12	24	24

Asientos diferenciales centro-extremo en mm								Incrementos de As. Dif. desde Excavación Ampliación (mm)			
Etapa	Precarga	Exc. Ciment	Excav. Cota urb Ampliación	Fin excav cota urb Ampliación+bomb	Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años		Fin const. Ampliación	Llenado 3 años	Llenado 10 años
Días a origen	343	463	823	943	1063	2218	4713	Días a origen	120	1275	3770
Total	0	-20	-2	25	2	13	11	Total	-23	-12	-14
Secundaria	0	-1	-3	-3	-4	-6	-8	Secundaria	-1	-3	-5
Primaria	0	-19	1	28	6	19	19	Primaria	-22	-9	-9

ANNEX nº4

MODEL PRESSUPOST

PRESSUPOST BASE			
CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	IMPORT
FASE 1: TREBALLS PREVIS I ESTUDI D'ALTERNATIVES			
Ut Activitat 1 - Redacció de l'estudi d'alternatives i justificació viabilitat econòmica del projecte	1	- €	- €
Total			- €
FASE 2: TREBALLS DE TOPOGRAFIA I GEOTÈCNIA			
Ut Activitat 2A - Treballs de topografia	1	- €	- €
Ut Activitat 2B - Treballs de geologia, geotècnia i detecció de serveis	1	- €	- €
Total			- €
FASE 3: DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE CONSTRUCTIU			
Ut Activitat 3A - Redacció del projecte constructiu	1	- €	- €
Ut Activitat 3B - Complement per a la redacció del projecte constructiu amb solució mitjançant bombeig	1	- €	- €
			- €
TOTAL (IVA no inclòs)			- €
IVA (21%)			- €
TOTAL (IVA inclòs)			- €

Nota 1: Preus unitaris inclouran despeses generals i benefici industrial

Nota 2: Les activitats que inclouen les diferents unitats es troben detallades a l'apartat 5 del PBT (Abast dels treballs a realitzar)

Nota 3: El preu màxim corresponent a la fase 1 (Activitat 1 - Redacció de l'estudi d'alternatives) no podrà superar el 20% del valor total dels treballs.

Nota 4: L'import corresponent a la Fase 3B no podrà superar el 40% de l'import corresponent a la Fase 3A