

**STUDIE AV DATORPROGRAM FÖR
BERÄKNING AV KOSTNADEN FÖR EN
DAMM MED VARIERANDE HÖJD**

**JAN - KENNET MALMCRONA
HÅKAN NYSTRÖM**

Examensarbete i vattenbyggnad 1983:6

STUDIE AV DATORPROGRAM FÖR
BERÄKNING AV KOSTNADEN FÖR EN
DAMM MED VARIERANDE HÖJD

Förord

Detta examensarbete är resultatet av visat intresse och hjälp från ett flertal personer.

Vi skulle vilja passa på att rikta ett varmt tack till:

Domingo Diaz-Ambrona Pinna som har varit oss behjälplig vid arbetet med dator programmet samt upplåtit tid för vara körningar på dataavdelningen vid Canal de Isabel II.

Birgit Malmcrona de Martin som med stort tålamod och överseende har gjort allt maskinskrivningsarbete.

Kennet Malmcrona som med råd och hjälp på kontoret och under våra studieresor, varit ett ovärderlig stöd.

Madrid, den 10 Augusti 1983

Håkan Nyström

Jan-Kennet Malmcrona

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning
2. Traditionell arbetsgång av förstudier för ytnyttjande av de hydrauliska resurserna.
 - 2.1 Bakgrund
 - .2 Teknisk genomförbarhet av byggnationen
 - .3 Dammläget
 - .4 Värdering i skala 1:25.000
3. Närmare beskrivning av programmet.
 - .1 Beräkning av magasinsvolymen
 - .2 Volymberäkning av dammkroppen
 - .3 Expropieringsytor i nivåer för expropieringar
 - .4 Ekonomiska funktioner
 - .5 Expropieringskostnader
4. Flödesschema
5. Egna synpunkter på programmet
 - .1 Beräkning av marginalkostnaden
 - .2 Volymberäkning av magasinet
6. Programmets anpassbarhet till redan utbyggda lägen
 - .1 Bedömning av dammlägena
 - .2 Statistisk och kommentarer
 - .3 Kommentarer till bedömningarna
7. Provkörningar på dammläget "San Esteban"
 - .1 Förutsättningar
 - .2 Provkörningar med indata bestämda efter besiktning på plats

- 7.3 Provkörningar med indata bestämda efter bedömning på karta skala 1:5.000. Läge "San Esteban A".
- .4 Inverkan av profildatas täthet på dammvolymen för varierande höjder.
- .5 Inverkan av nivåkurvornas täthet på magasinsvolymen för varierande höjder.
- .6 Profil och nivåkurvornas täthets inverkan på medelkostnaden för varierande höjder.
- .7 Säkerhetshöjden på expropieringars inverkan på expropieringskostnaden vid varierande höjder.

BILAGOR

1. Ritningar

Situationsplan

Läge på damm - axeln och profiler. San Esteban A

Läge på damm - axeln och profiler. San Esteban B

Tillrinningsområdet till San Esteban A och B

2. Foton dammlägen San Esteban A och B

3. Fotosidor

Besökta dammar

4. Datautskrifter

Provkörningar och program

(Bilaga 4 i separat pärm)

1. INLEDNING

Vid sökandet av ett lämpligt ämnesområde för vårt examensarbete framstod för oss en önskan att tillämpa datorteknik på ett tekniskt-ekonomiskt problem, om möjligt inom området vattenbyggnad.

Det föll då naturligt att vi rådgjorde med civilingenjör Kennet Malmcrona, VD för K.M.-Proyectos, S.A., konsult i Spanien och expert inom flodområdesplanering för bevattning och vattenkraft. Efter diverse samtal föreslog Malmcrona ett program, som godkändes av Vattenbyggnadsinstitutionen och som i huvudsak bibehållits. Resultatet av det genomförda arbetet presenteras härmed.

Det problem som behandlats är i högsta grad praktiskt och utvecklingen av det program vi studerat är en följd av ett ofta återkommande behov inom K.M.-Proyectos verksamhet. Detta har resulterat i en mycket god kännedom om de verkliga krav databehandlingen bör fylla, och i ett effektivt stöd till oss. Härtill har även den generellt betydande spanska erfarenheten inom dammbyggnadsområdet kännits som ett stöd; Spanien är tillsammans med Förenta Staterna och Japan en av jordens tre största dammbyggare.

För att öka arbetets intresse har vi önskat arbeta med hela arbetsgången fram till en konkret tillämpning på två av oss besökta och studerade dammlägen. Samtidigt har vi önskat fördjupa vår kunskap om dammbyggnad tillräckligt för att arbetet icke huvudsakligen skulle bli ett rent matematiskt datorproblem; viss tid har därför ägnats studieresor och litteraturstudier. Slutligen har vi önskat testa metodens generella användbarhet genom ett försök till analys av dess tillämpbarhet på utförda dammar.

Vår förhoppning är att denna bredd på arbetet inte inkräktat alltför mycket på djup inom de olika avsnitten, som presenteras i påföljande stycken och i tillhörande bilagor.

2. TRADITIONELL ARBETSGÅNG AV FÖRSTUDIER FÖR UTNYTTJANDE AV DE HYDRAULISKA RESURSERNA

2.1 Bakgrund

Inledningsvis ska vi i detta avsnitt belysa några av de fundamentala frågor som man måste ta ställning till under förprojekteringar. Vi kommer här och i de senare avsnitten främst att beskriva arbetsgången av de förstudier som krävs, då man tänkt att ändamålet för en uppdämning skall vara bevattning och/eller vattenförsörjning. Denna typ av användningsområde medför speciella krav på dammläget, då vattenmagasinet helst skall ligga på högre nivå än de områden som önskas bevattnas. Detta för att slippa kostsamma uppfodringar.

Det första steget vid förprojektering, är att fastställa om reglering över huvud taget är möjlig. Man utgår då från befintlig statistik över det planerade området. Statistiken ger dels information om vattenföringen på områdets vattenströmmar, dels om nederbörd över området.

Den senare typen av statistik används mer ofta då den sträcker sig över ett större antal år (50-100 mot 10-20 för den tidigare) och finns uppmätt för ett större antal punkter.

Detta stadium av förprojekteringen kräver mycket stor försiktighet vid bedömningar och approximeringar, då riskerna för felbedömningar är stora. Det är även denna bedömning som ger förutsättningar för hela projektet. En felbedömning kan leda till allvarliga konsekvenser, t.ex. att dammen aldrig blir fylld till tänkt nivå.

2.2 Teknisk genomförbarhet av byggnationen

Ett problem som man måste ta ställning till vid förprojekteringen är om byggnationerna är tekniskt genomförbara.

Byggnationerna brukar därvid delas in i två huvuddelar:

- Damm med sin tillhörande bassäng
- Transportvägen av vattnet till områden som skall bevattnas.

I denna fas skall även eventuella befintliga anläggningar studeras och värderas, detta med tanke på att de i ett nytt system kan få ett ändrat och/eller ökat utnyttjande.

Så kan t.ex. ett dammläge, som för endast bevattningsändamål är oekonomiskt, bli ekonomiskt om det kombineras med anläggningar för energiutvinning.

2.3 Dammläget

Möjliga dammlägen studeras längs floden, dels på kartor dels på plats. Flodens längsgående profil ritas ut, vilket ger en uppfattning om hur pass stort magasin man får för olika lägen längst floden (se fig. 1).

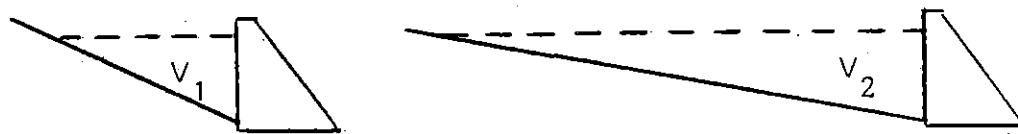


Fig. 1

Utgående från hur stor areal som skall bevattnas samt givet bevattningsbehov per Ha, kan man räkna ut magasinets volymbehovet för en viss önskad vattengaranti.

En definition på en 95% garanti kan t.ex. vara att under högst 5% av åren som dammen beräknats för, får vattenbristen överstiga 20% av månadsbehovet under tre på varandra följande månader. Under tre månader i följd av året kan man alltså acceptera att det inte finns tillräckligt med vatten. Detta kan vara en gräns för att t. ex. skörden inte skall gå förlorad. Definitionen på garantin är alltså mycket viktig då den i hög grad påverkar erforderlig magasinvolym och därmed dammläge.

Vid bestämning av garanti måste många faktorer beaktas, vattnets användningsområde, odlingstyp då vattnet används för bevattning osv.

Trots att krav på att erforderligt vatten ska finnas tillgängligt ställs, bestäms magasinvolymen ofta på dåliga grunder och med stor subjektivitet.

"In situ" besiktningar av planerat område är mycket viktiga, då befintliga kartor ofta inte har den noggrannhet som skulle behövas. Detta förklaras delvis av att de områden det oftast är frågan om är glesbebyggda. Därför når de nyare och bättre karteringarna dit sist.

Det är alltså mycket viktigt för "projektören" att själv bilda sig en uppfattning om hur platsen för damläget ser ut, topografiskt och geologiskt. Det finns dock skäl att tro att det ofta slarvas med denna besiktning.

2.4 Värdering i skala 1:25.000

Efter att ha bestämt de möjliga dammlägena, gör man kostnadsuppskattningar av dessa efter bestämda kriterier. Vi skall här i stora drag beskriva dessa för gravitationsdammar av betong och för jorddammar.

- a) Magasineringskapacitet uträknas efter de planimetrerade nivåkurvorna.
- b) För gravitationsdamm av betong gäller att dammvolymen beräknas med utgångspunkt från en tvärprofil av terrängen i det aktuella dammläget. Man räknar härmed vanligtvis med att dammkroppen har ett utseende av en rätvinklig triangel med nedströmssidan lutade 0,8. Grundläggningsdjupet antages vara ca. 6 m över hela profilen, med vissa variationer beroende på områdets utseende.

För låga dammar är detta grundläggningsdjup överdrivet, men det är ett sätt att ta hänsyn till att de fasta kostnaderna för dammar med varierande dammhöjd är ungefär desamma. Man försöker alltså att hålla priset på betong konstant.

Vid beräkningarna använder man ett pris per m³ enheter, som inkluderar betong, formsättning, avbördningsanordningar, intag, bottenutskov, krönväg mm.

- c) Expropieringskostnaderna beräknas sedan. Här har vi redovisat exempel på kostnaderna i pts.

Obrukbar mark	50.000,- pts/Ha
Brukbar mark	200.000,- pts/Ha
Konstbevattnad mark	1.500.000,- pts/Ha
Lokal väg	12.000,- pts/m
Bro	120.000,- pts/m
Järnväg	25.000,- pts/m
Järnvägsbro	200.000,- pts/m
Hus som dränks	5.000.000,- pts/hus
Invånare som måste flytta	1.000.000,- pts/inv.

- d) Medelkostnader och marginalkostnader:

Jämsides med totalkostnaden beräknas medelkostnaden per m³ magasin och marginalkostnaden mellan två efter varandra följande beräknade höjder. Man kan ibland notera plötsliga ökningar av marginalkostnaden. Denna ökning beror oftast på att beräkningsnivån sammanfaller med nivåer som ger expropieringskostnader, t.ex. byggnader eller vägar.

- e) Uppfodringskostnader:

Om dammläget ligger så att uppfodring av vattnet är nödvändig, för att nå de områden som man vill bevattna, tar man även hänsyn till de tilläggskostnader som pumpningen utgör.

Man räknar t.ex. med att energibehovet för att lyfta 1 m³ vatten 250 m, är 1 Kwh. Vid 100 m uppfodringshöjd och en energikostnad på 5,-pts/Kwh, blir kostnaden 2,- pts/m³ vilket kapitaliserat till 4,5% under 50 år svarar mot 40,- pts/m³.

Jorrdamm

Beroende på terrängens utseende samt tillgången på lämpligt material, kan i vissa fall en jorrdamm vara ett bättre alternativ än t.ex. en gravitationsdamm av betong. Arbetsgången vid förstudierna av dammläget, samt värdering av dammen, är i princip de samma som för en betongdamm. Vissa antaganden om dammkroppen är dock naturligtvis annorlunda t.ex.

- Jorrdammen antas ha 8 m krönbredd
- Lutningen är 3:2 på båda sidor.
- Konstant medelvärde på grundläggningsdjupet är t.ex. 2 m för alla dammhöjder.

Detta värde förefaller vara något överdrivet, då grundläggningsdjupet normalt under större delen av profilen, endast brukar vara ca. 0,5 m.

- Trots att centrala delen av dammkroppen, som inte brukar vara längre än 1/6 av dammlängden, skulle nå 3-4 m djup, skulle medeldjupet längst hela dammen inte överstiga 1,5 m.

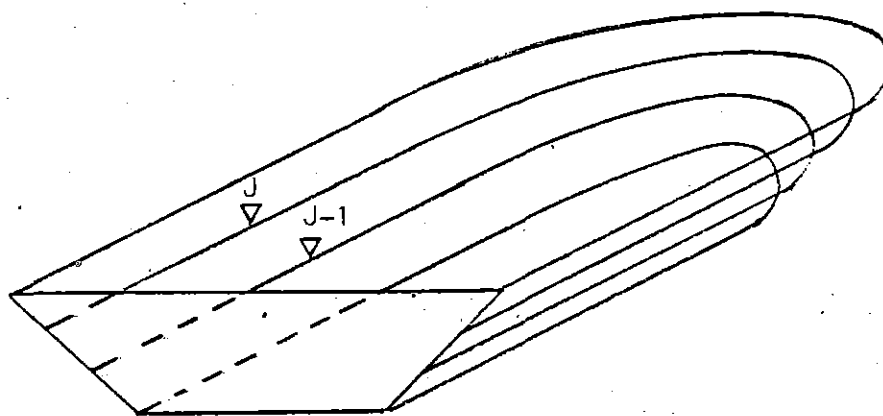
Syftet med att anta ett grundläggningsdjup på 2 m är att täcka övriga byggnadskostnader och oregelbundenheter i grundläggningen, då dessa är mycket svåra att förutsäga.

För att beräkna kostnaderna sätter man ett å pris/m³ damm.

3. NÄRMARE BESKRIVNING AV PROGRAMMET

3.1 Beräkning av magasinvolymen

Magasinvolymen bestäms enligt givna areor för olika höjder, genom att beräkna medelytan mellan två konsekutiva höjder, multiplicerad med nivå-skillnaden mellan dessa.



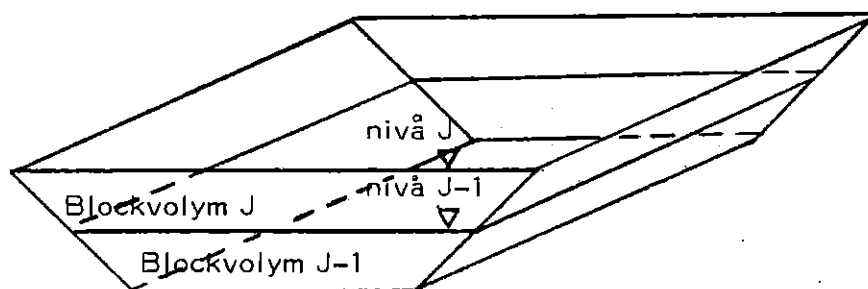
Schematisk skiss av magasin.

Bear 1/14
1/14
Detta förfarande innebär att man antar plana ytor. Ytorna varierar alltså rätlinjigt med höjden mellan två nivåkurvor, vilket är en bra approximation, då avvikelsen från den ideala profilen är liten.

Beräkningen görs enligt formeln:

$$\text{Volym}(J) = \frac{Y_{ta}(J) + Y_{ta}(J-1)}{2} | \text{Nivå}(J) - \text{Nivå}(J-1) |$$

Denna volym skulle kunna benämnas som "blockvolym", då den räknas som om den vore ett rektangulärt block. Den totala magasinvolymen erhålls genom att summera alla "blockvolymen" ända till den aktuella beräkningshöjden.

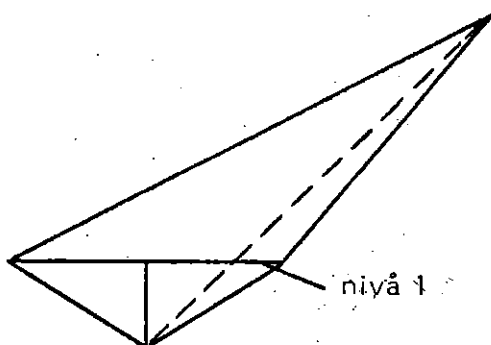


Definition av nivåer och blockvolymen

Volymen under den högsta planimetrerade arean (volym 1), bestäms genom formeln:

$$\frac{(Nivå 2 - Nivå 1)}{3} \cdot Yta 1$$

Denna formel motsvarar volymen för ett prisma, med höjden lika med höjden mellan nivåkurvorna. Se figur nedan



Om en nivå med arean noll är given i indata, kommer denna term att bli lika med noll, vilket är helt riktigt, då det i detta fall inte finns någon volym under nivå 1.

3.2 Volymberäkning av dammkroppen

Dammkroppens volym beräknas för höjderna, som ges som ingångsdata för profil 3 (se fig. 2.).

I exemplet: är y-kordinaterna för profil 1: $y = 0, 28$ och 33

för profil 2: $y = 0, 30$ och 35

för profil 3: $y = 0, 32$ och 37

Man räknar även tänkta dammar, till profil 1 och 2 för att kunna uppskatta volym schaktning i löst och hårt material

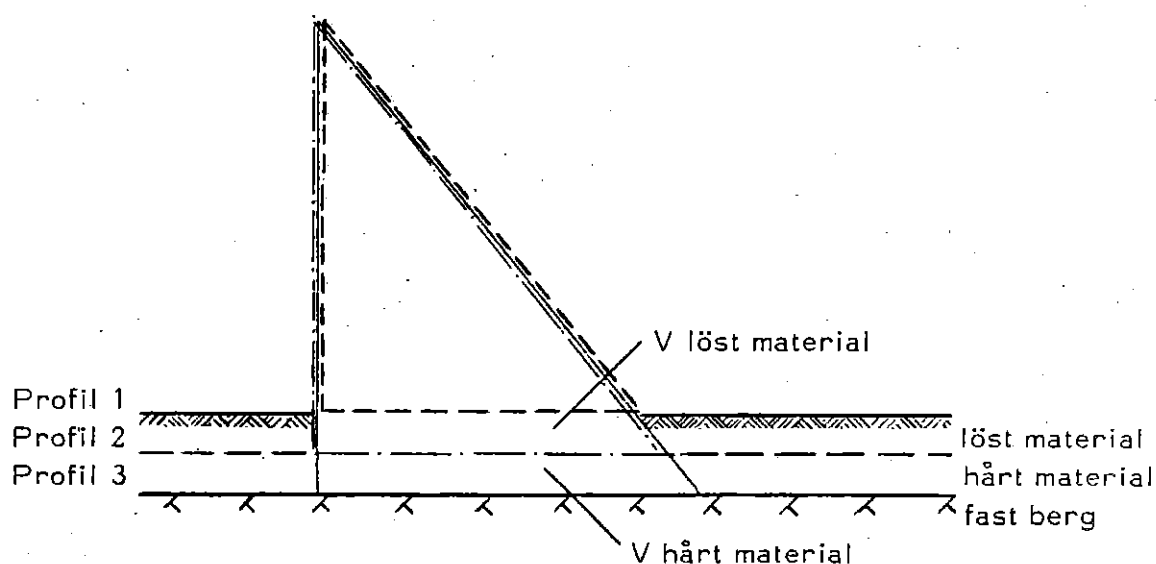


Fig. 2

Volym schaktning för löst material är alltså:

(Volym av kropp med höjd från profil 2) - (Volym av kropp med höjd från profil 1)

Volym schaktning för hårt material är:

(Volym av kropp med höjd från profil 3) - (Volym av kropp med höjd från profil 2)

Detta är dock inte hela sanningen, då man till profil 3 lägger ett djup som varierar med dammhöjden. Man vill härigenom ta hänsyn till att dammar med höga höjder behöver fastare grund och därmed större grundläggningsdjup.

3.3 Expropieringsytor i nivåer för expropieringar

I detta steg beräknas expropieringsytorna för mark vid varje given expropieringsnivå. Expropieringsytor för dessa nivåer, som ges i indata, beräknas genom interpolering mellan de planimetrerade areorna.

För att beräkna de olika delkostnaderna för olika höjder, och för att få fram totalkostnaden för dessa höjder, interpolerar programmet mellan de förut uträknade "tabellvärdena", dvs. redan tidigare uträknade och lagrade värden, för ekonomiska funktioner och expropieringar.

3.4 Ekonomiska funktioner

Vissa ekonomiska funktioner, skulle kunna betraktas som fasta, då de alltid eller nästan alltid finns med i beräkningarna. Sådana funktioner är betongkostnad/m³, kostnad för schaktning i löst och hårt material/m³, samt installationer och tillfartsvägar. Andra mer speciella funktioner kan också anges, då dammläget så kräver.

De ekonomiska funktionerna varierar beroende på olika faktorer och därmed görs interpolationen mellan de givna värdena på olika sätt.

Kostnader som varierar med volymen såsom betongkostnad/m³, schaktkostnad i löst och hårt material/m³, interpoleras logaritmiskt mellan de givna värdena, medan övriga faktorer som varierar med volymen interpoleras rätlinjigt. I detta fall beräknas då kostnaden inte per m³, utan som en summakostnad.

Funktioner som varierar med höjden interpoleras rätlinjigt. Ingångsvärdena skall alltså anpassas till ovan nämnda förutsättningarna.

3.5 Expropieringskostnader

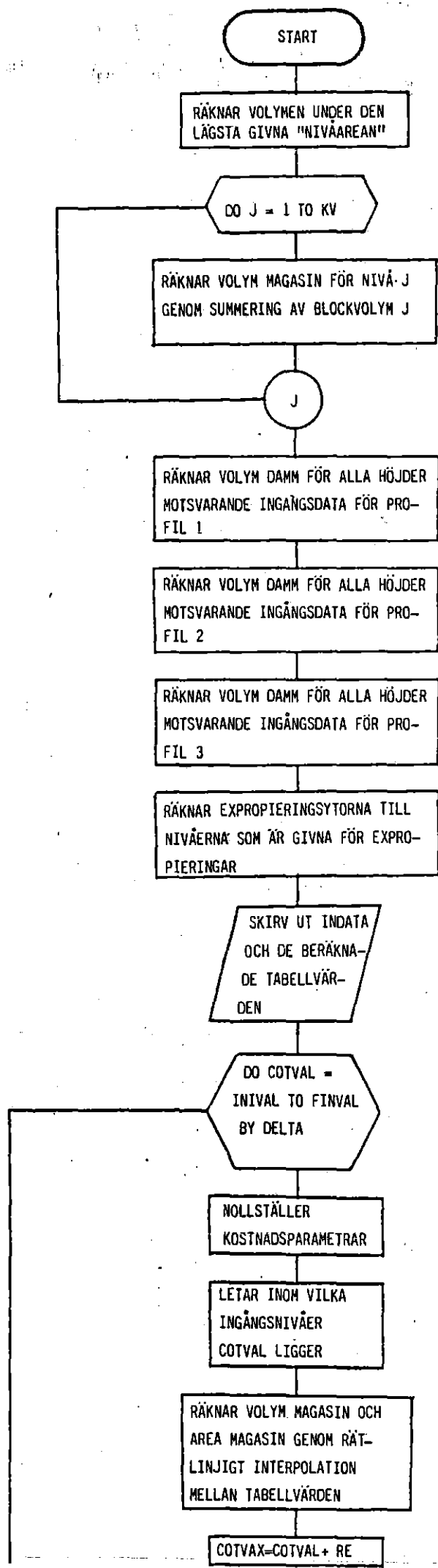
Dessa kan vara av olika typer, markkostnader, vägar, hus osv. Den enda kostnad som alltid måste finnas med är naturligtvis mark expropieringskostnaden.

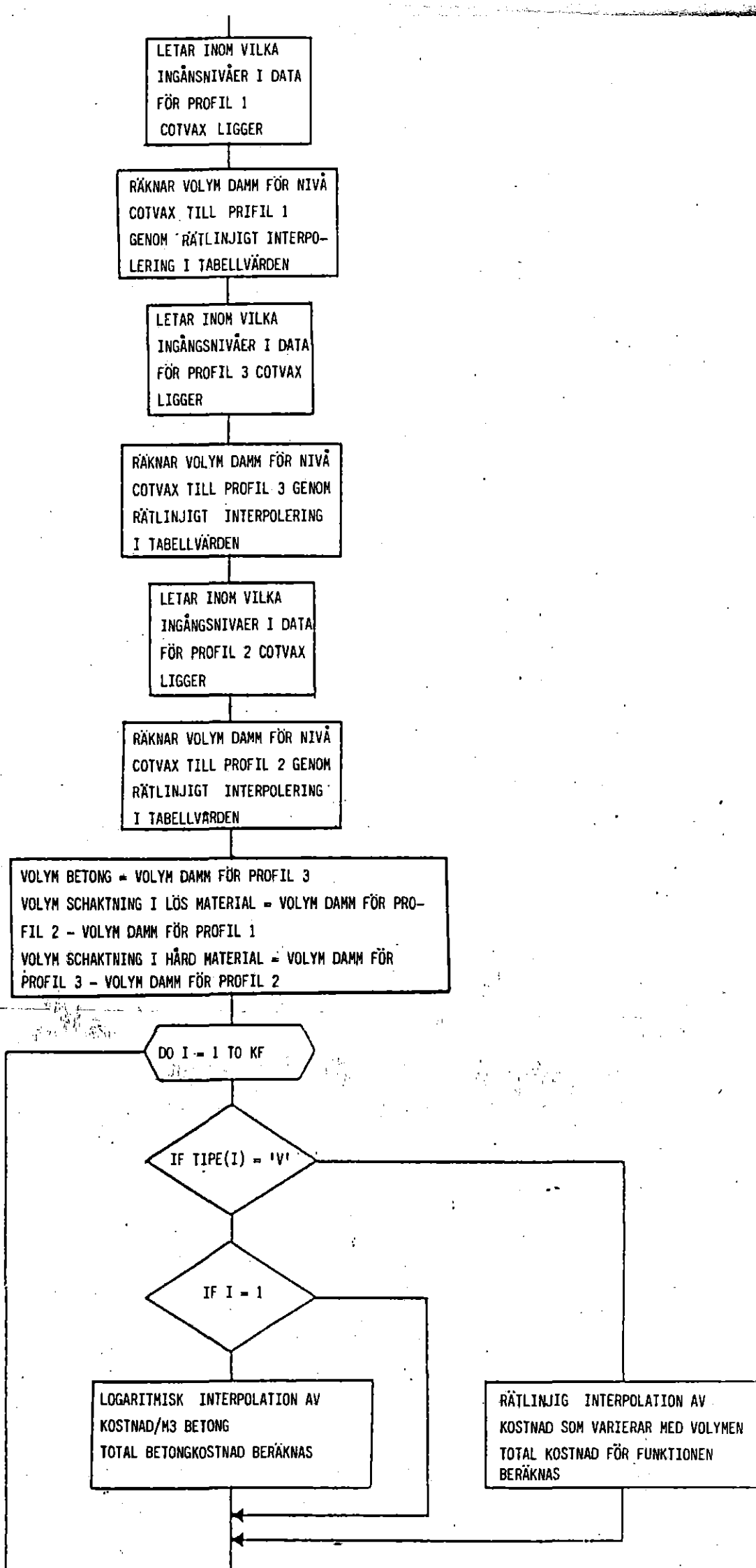
Programmet identifierar med hjälp av indata, av vilken typ de olika expropieringarna är, dvs. om de är punktvisa som byggnader, linjärt ökade som vägar eller om de varierar med arean. Om en viss dammhöjd medför att expropieringsobjekten endast blir delvis översvämmade, interpoleras kostnaderna mellan "tabell värdena". Vid total översvämning, tas de maximala tabell värdena för objekten ut.

4. FLÖDESSCHEMA

Ordförklaringar till flödesschema

COTVAL	=	Nivå för det första beräkningsteget
COTVAX	=	Nivå för expropriering
FINVAL	=	Slutnivå
KF	=	Räknare för ekonomiska funktioner
KX	=	Räknare för exproprieringskostnader
KV	=	Nivaräknare
PEX 1	=	Exproprieringspunkt 1
PEX 2	=	Exproprieringspunkt 2
TIPE "B"	=	Mjukt material
TIPE "D"	=	Hårt material
TIPE "H"	=	Betong
TIPE "V"	=	Kostnader som varierar med volymen
VAX 1	=	Värde expropriering 1
VAX 2	=	Värde expropriering 2





LOGARITMISK INTERPOLATION AV
SCHAKTKOSTNAD/M3 I LÖS MATERIAL
TOTAL KOSTNAD FÖR FUNKTIONEN
BERÄKNAS

IF TIPE(I) = 'D'

LOGARITMISK INTERPOLATION AV
SCHAKTKOSTNAD/M3 I LÖS MATERIAL
TOTAL KOSTNAD FÖR FUNKTIONEN BE-
RÄKNAS

IF TIPE(I) = 'H'

RÄTLINJIG INTERPOLATION AV KOSTNAD
SOM VARIERAR MED DAMMHÖJDEN
TOTALKOSTNAD FÖR FUNKTIONEN BERÄK-
NAS

I

DO I = 1 TO KX

PEX1(I) $\leq$ COTVAX

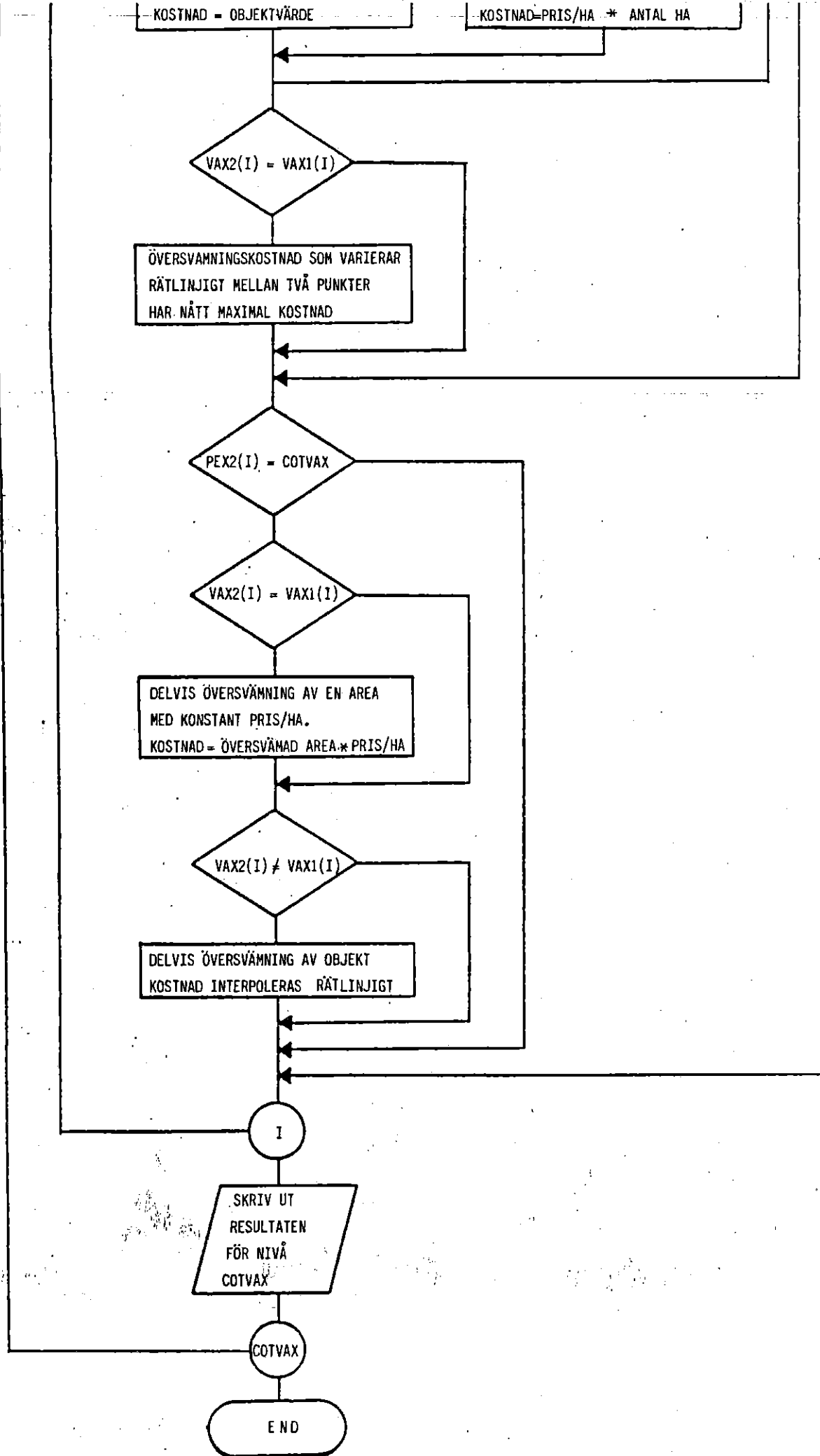
PEX2(I) $\leq$ COTVAX

VAX2(I) = VAX1(I)

PEX1(I) = PEX2(I)

PUNKTVIS ÖVERSVÄMNING

TOTAL ÖVERSVÄMNING AV EN AREA
MED KOSTANT PRIS/HA



5. EGNA SYNPUNKTER PÅ PROGRAMMET

5.1 Beräkning av marginalkostnader

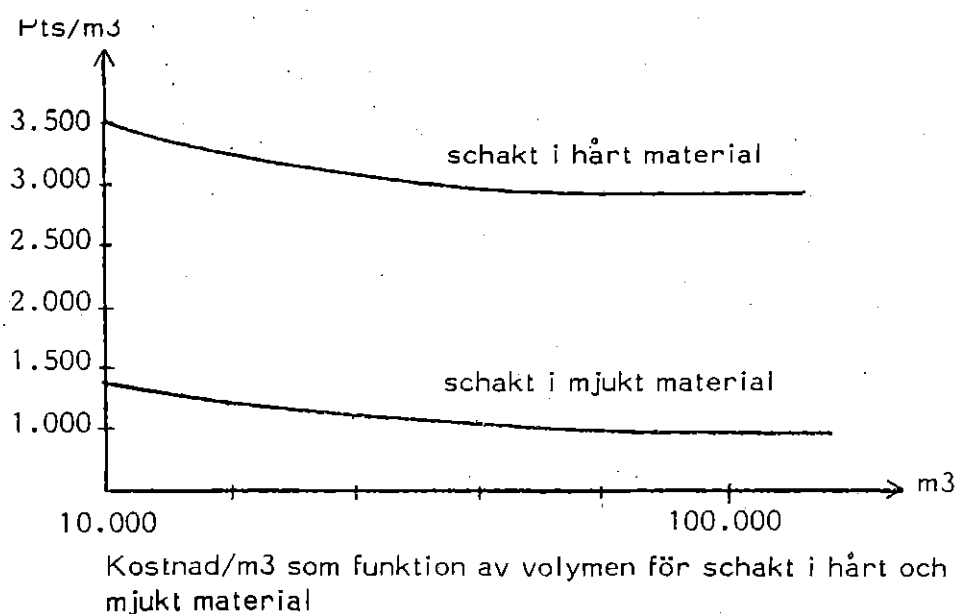
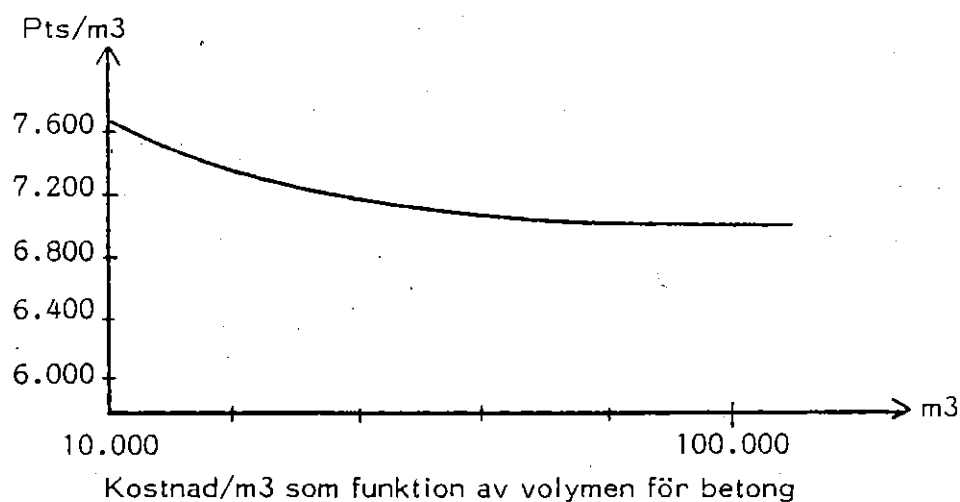
Vid beräkning av marginalkostnader, använder man sig av formeln:

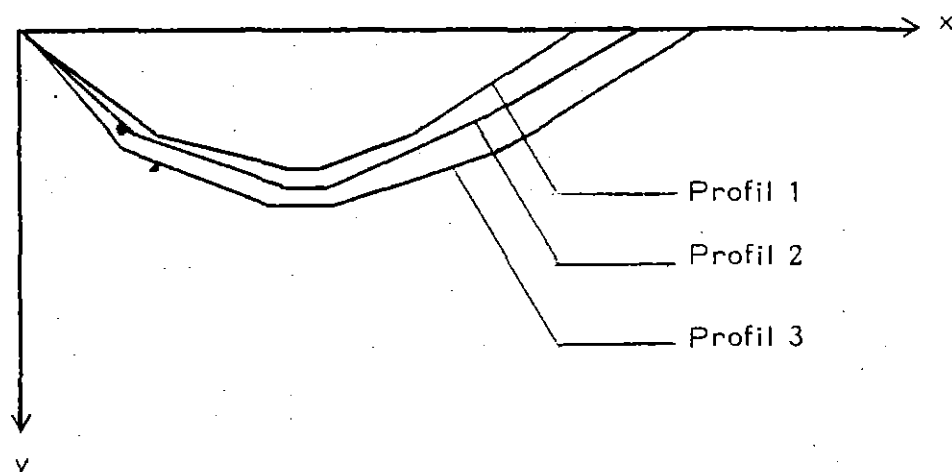
$$\frac{\text{Kostnad för aktuell dammhöjd} - \text{Kostnad för föregående dammhöjd}}{\text{Vol. av magasin för aktuell dammhöjd} - \text{Vol. av magasin för föregående dammhöjd}}$$

kostnaden för aktuell dammhöjd räknas ut som:

$$\text{Volym betong} \times \text{kostnad betong} + \text{övriga kostnader}$$

Kostnaderna för betong och schaktkostnader räknade per m³ material varierar inte rätlinjigt med volymen utan följer approximativt en logaritmisk funktion.





Definition av profilerna

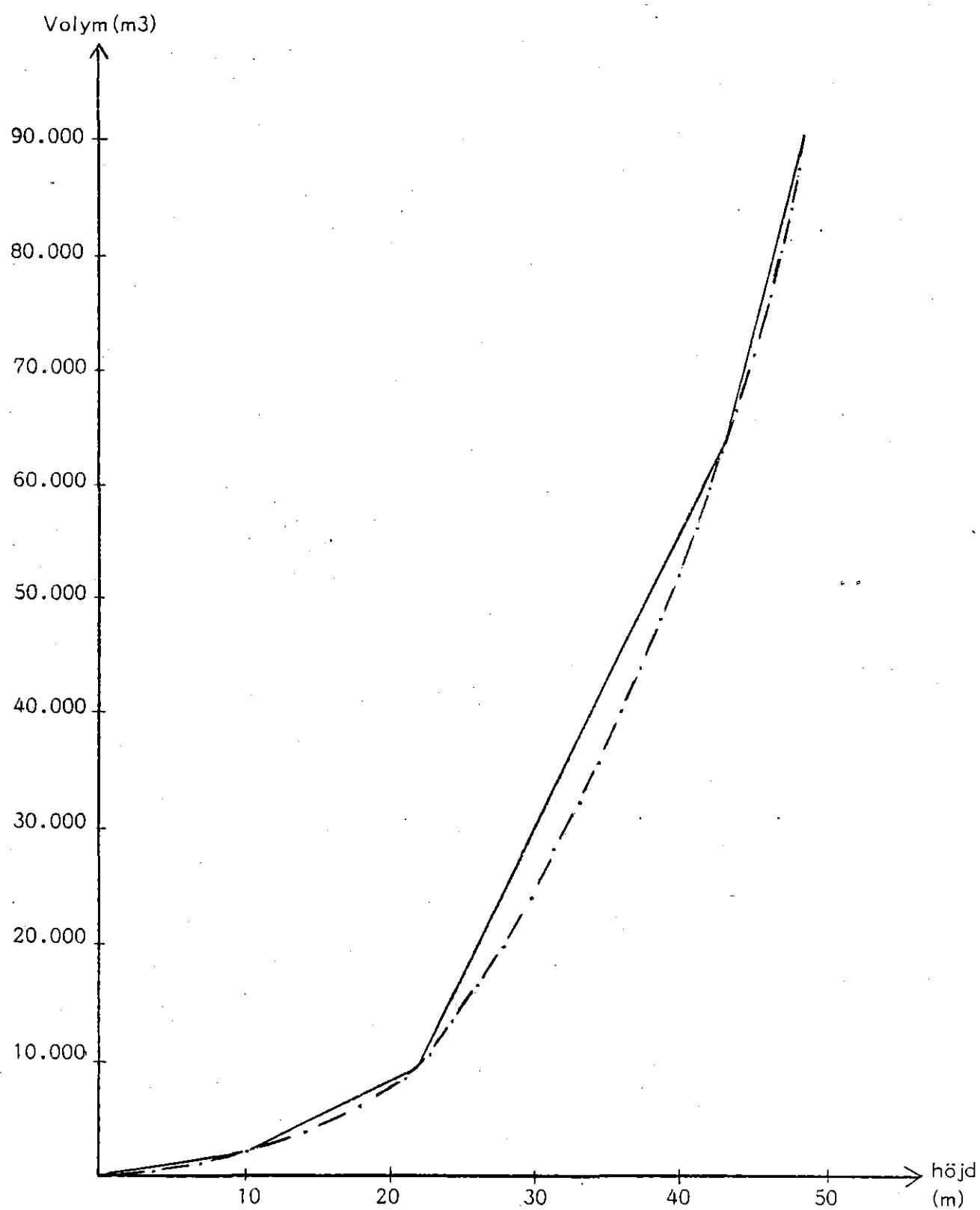
Volymen av magasin för aktuell dammhöjd beräknas utgående från de planimetrerade areorna för varje nivå.

Volymen av dammkroppen beräknas utgående från profil 3. Därtill kommer ett ytterligare volymtillskott, då hänsyn tas till att grundläggningsdjupet ökar med ökade dammhöjd. Empiriskt har man bestämt denna höjd till $0,04 \cdot \text{dammhöjd}$.

Egna synpunkter.

Vi fann vid närmare studier av marginalkostnaden att denna i många fall är missvisande. I vissa fall blir felet vid beräkningarna så stort att det vore olämpligt att använda den uträknade marginalkostnaden som ett strikt jämförelsemedel. Dessa fel anser vi härröra från fel som den rätlinjiga interpolationen medför vid beräkning av volymen för magasinet, samt för volymen av dammkroppen.

Ritas kurvan, volym-betong som rätlinjig funktion av höjden ut, så finner man att den på vissa ställen kraftigt avviker från den mer anpassade kurvan.



Ex. på volymbetong som funktion av höjden för dammläge "La Colada B"

Fig. 3

Kring höjden 22 m (se fig. 3) bryter den approximativa kurvan kraftigt detta får till följd att marginalkostnaden vid denna höjd får en alltför stor höjning vilket inte skulle vara fallet om man använde den mer "rundade" kurvan.

Dessutom får man efter den kraftiga brytningen en skillnad mellan den approximativa och den rundade kurvan, som man inte kan förbise. I detta fall uppgick skillnaden i volym till ca 8.000 m³ betong vid höjden 32 m, dvs. ca. 25%.

Ett sätt att undkomma denna ganska missvisande volymberäkning utan att ändra i programmet, torde vara att öka antalet uppmätta "nivåer" i profilerna.

En annan metod kan vara att försöka skapa en kurva som går genom samtliga punkter, en sådan metod finns nu under utarbetande men har ännu ej provats på programmet.

Volymberäkning av dammkroppen

Dammkroppens volym beräknas i programmet med formeln:

$$\text{Volym damm} = \frac{(x_2 - x_1)(SE1 + 4 \cdot SE2 + SE3)}{6}$$

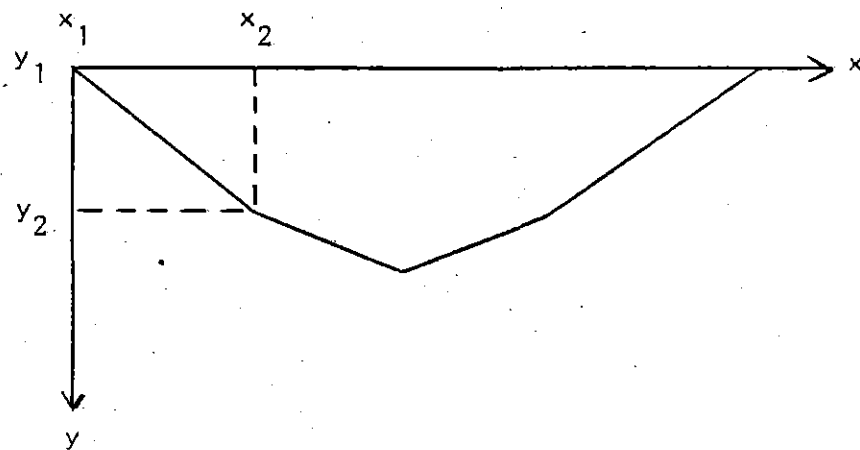
$$\text{Volym överbyggn.} = (x_2 - x_1) \cdot SC$$

$$\text{där: } y_n = \frac{(y_1 + y_2)}{2}$$

$$SE1 = \frac{TT \cdot y_1 \cdot y_1}{2} + AC \cdot y_1$$

$$SE2 = \frac{TT \cdot y_n + y_n}{2} + AC \cdot y_n$$

$$SE3 = \frac{TT \cdot y_2 \cdot y_2}{2} + AC \cdot y_2$$



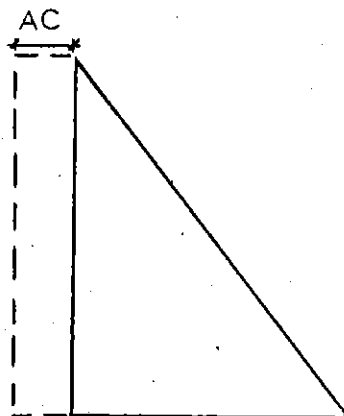
y_1 , y_2 , x_1 och x_2 är koordinater som tas ur profilen för terrängavsnittet.

ITT = Lutningen på dammkroppen nedströms + lutningen uppströms

I detta fall för "la Colada B" är lutningen uppströms noll och nedströms 0,8.

AC = krönbredd på en eventuell överbyggnad

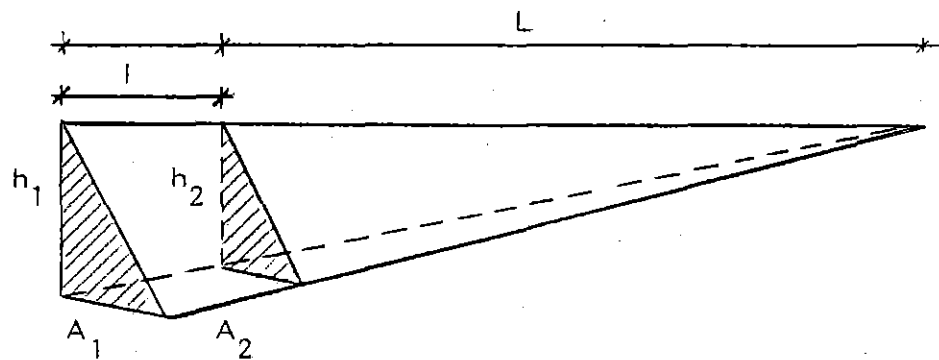
SC = Yta på en eventuell överbyggnad



Vi ställde oss mycket tveksamma till denna formel som vi antog gav en approximativ volym. I ett försök att förbättra den utarbetades en ny formel. Efter provberäkningar visade den sig dock, till vår stora besvikelse, ge exakt samma resultat.

Vart försök

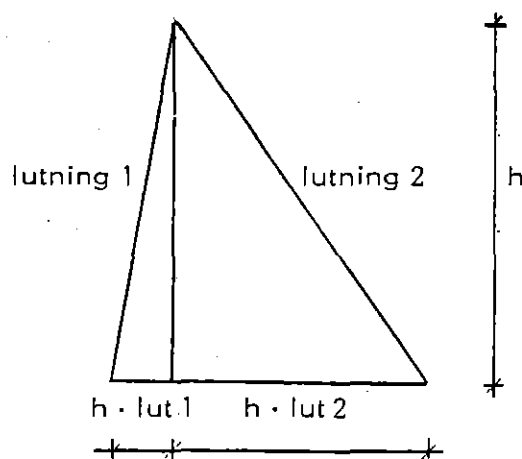
Programmets volymberäkningsmetod såväl som vår går ut på att för varje beräkningssteg lägga in en tetraederformad volym i terrängprofilen. Denna volym "huggs av" vid varje brytning i profilen, varvid en ny tetraeder lägges in intill den föregående osv. för hela profilen.



$$\frac{L}{L-l} = \frac{h_1}{h_2} = L = \frac{1}{\frac{1}{l} - \frac{h_2}{h_1 \cdot l}}$$

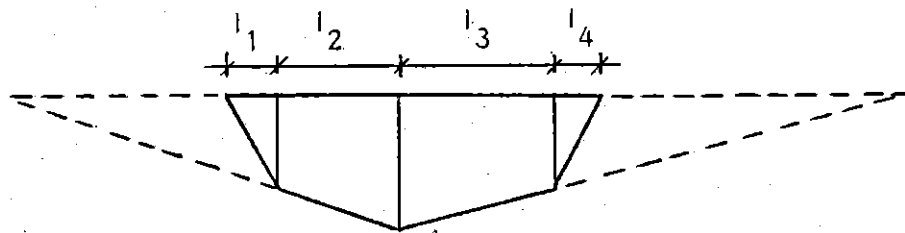
$$V = \frac{1}{3} A_1 - \frac{1}{3} A_2 (L-l)$$

$$A = \frac{b \cdot h}{2}$$



$$\text{Basen: } b = (\text{Lutning 1} + \text{Lutning 2}) h$$

Tetraederna läggs in i profilen:



Resultatet av dessa vedermödor blev alltså att vi fick samma resultat som med den gamla formeln.

Vår metod skulle dessutom medföra en del programmeringstekniska problem, då man efter halva profilen måste byta tecken på höjderna för att inte få negativa volymer.

5.2 Volymberäkning av magasinet

Programmet räknar fram magasinsvolymerna för godtyckligt valda höjder, genom att rätlinjigt interpolera de tidigare uträknade volymerna. Dessa var uträknade för ett mindre antal nivåer.

Man använder härvid formeln:

$$\text{Volymen för nivå } x = \text{Volym } (J) + \frac{\text{Volym nivå } (J) - \text{Volym nivå } (J-1)}{(\text{nivå } (J) - \text{nivå } (J-1))} \cdot (\text{nivå } (x) - \text{nivå } (J))$$

(närmare förklaring i programmdokumentation, se även fig. 4)

Total volym blir därvid:

Senast uträknad volym + tidigare summablock

I en terrängprofil kommer alltså ett antal volymblock att summeras och det senaste eventuellt att interpoleras.

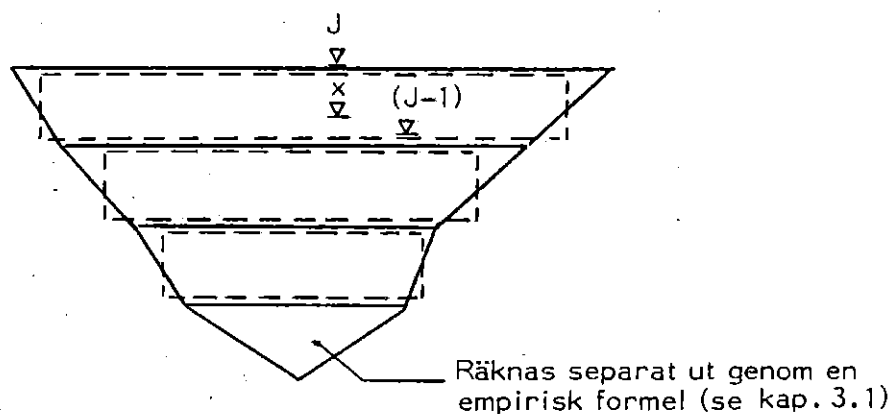


Fig. 4

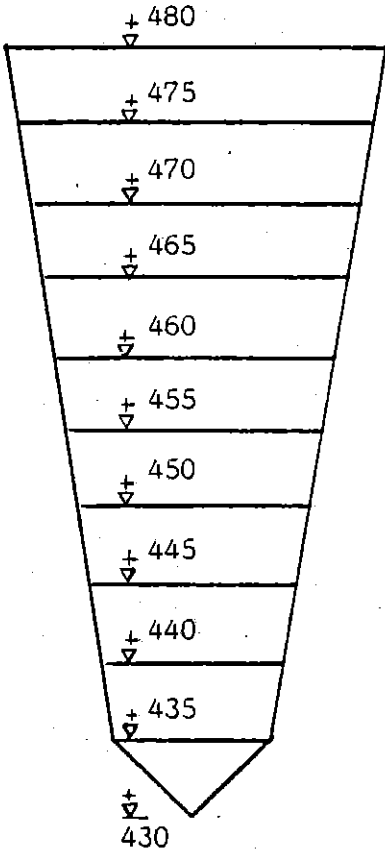
Denna metod, att interpolera volymer, ger ett godtagbart resultat, men är inte helt exakt.

Ett bättre resultat erhålls om man istället interpolerar de uppmätta ytorna för terrängavsnittet och multiplicerar dessa med höjdskillnaden,

nivå x – nivå (J-1), dvs:

$$\text{Volym } x = \left(\frac{\text{area nivå } (J-1) + \text{area nivå } x}{2} \right) (\text{nivå } x - \text{nivå } (J-1))$$

$$\text{Total volym } x = \text{volym } x + \text{volym } (J-1)$$

	Yta (Ha)	Magasinvolym (m ³ · 10 ⁶)
	163,79	196,20
	939,79	143,61
	733,09	101,79
	550,00	69,72
	418,79	45,49
	295,59	27,64
	191,30	15,47
	115,00	7,81
	68,10	3,23
	30,59	0,76
	0	0

Schematisk skiss av magasin "La Colada B"

Exempel beräkning på nivå 446

Interpolering av volymer:

$$\frac{(15,467 - 7,809)(446-445)}{450 - 445} = 1,532 \text{ m}^3 \cdot 10^6$$

total volym nivå 446:

$$V_{\text{tot}} = 1,532 + 7,809 = 9,341 \text{ m}^3 \cdot 10^6$$

Interpolering av areor:

$$\left(\frac{115 + 115 + \frac{1}{5}(191,3 - 115)}{2} \right) 1 = 1,226 \text{ m}^3 \cdot 10^6$$

total volym nivå 446:

$$V_{\text{tot}} = 1,226 + 7,809 = 9,035 \text{ m}^3 \cdot 10^6 \quad \text{Avvikelse i } \% 3,3$$

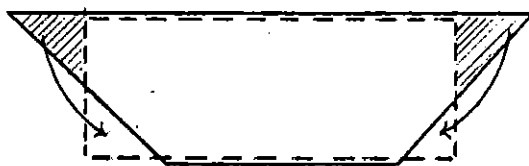
Beräkningar nivå 446,5 - 473

Nivå m	Dammhöjd m	Programmets resultat Hm3	Vårt resultat Hm3	Avvikelse %
446,5	19,5	10,107	9,963	1,4
447	20	10,872	10,720	1,4
448	21	12,404	11,946	3,8
449	22	13,935	13,630	2,2
450	23	15,467	15,467	0
451	24	17,901	17,484	2,4
452	25	20,336	19,710	3,2
453	26	22,770	22,145	2,8
454	27	25,205	25,788	1,7
455	28	27,639	27,639	0
456	29	31,211	30,718	1,6
457	30	34,783	34,044	2,2
458	31	38,355	37,615	2,0
459	32	41,927	41,434	1,2
460	33	45,499	45,499	0
461	34	50,343	49,818	1,1
462	35	55,187	54,399	1,4
463	36	60,031	59,243	1,3
464	37	64,875	64,350	0,8
465	38	64,719	69,719	0

Nivå m	Dammhöjd m	Programmets resultat Hm ³	Vårt resultat Hm ³	Avvikelse %
466	39	76,135	75,402	1,0
467	40	82,550	81,451	1,3
468	41	88,966	87,867	1,3
469	42	95,381	94,649	0,8
470	43	101,797	101,797	0
471	44	110,161	109,335	0,8
472	45	118,526	117,285	1,1
473	56	126,890	125,650	1,0

Slutsatser

Då man ersätter den verkliga volymen med ett "block", kommer de största felen att uppstå i mitten på varje beräkningsintervall (i detta fall var 5:e meter). De undre och övre punkterna kommer följaktligen att få mycket små fel då över och underskott här tar ut varandra.



Schematisk skiss visande hur över och underskott varierar med höjden.

Vi anser att vid dammar med relativt låga höjder, kan interpolationsfelen ha viss betydelse. I det här fallet fick vi den största avvikelsen (3,8%) vid 21 m dammhöjd. I mängd vatten skulle detta innebära 460.000 m³. Vid lägre höjder blir felen ytterligare, procentuellt sett, större.

6. PROGRAMMETS ANPASSBARHET VID REDAN UTBYGGDA LÄGEN

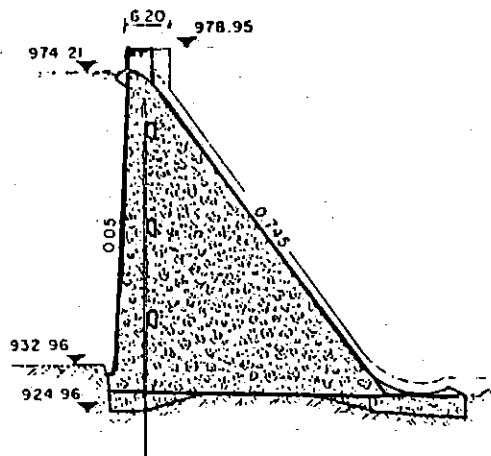
6.1 Bedömning av dammlägena

Vi har på följande sidor försökt att göra en bedömning av hur väl programmet skulle kunna överensstämma med redan utnyttjade dammlägen.

Vi har valt att redovisa alla dammar byggda i Spanien 1960-73. Då programmet är avsett att användas på regleringsdammar av permanent karaktär, har vi begränsat höjden nedåt till 25 m. Detta för att undkomma dammar av mer provisorisk karaktär, samt avledningsdammar.

På damprofilen har ritats den profil som programmet skulle använda vid beräkningarna. Därefter har vi bedömt anpassningsbarhet till programmet i skalan, bra, tveksam eller dålig.

Dammar färdigställda 1960

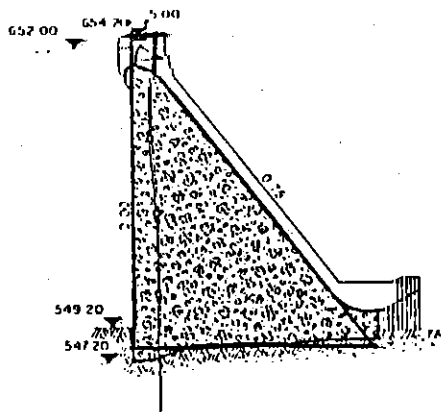


1.

Namn : Arquillo de San Blas

Höjd : 57 m.

Anpassbarhet
till program : Bra

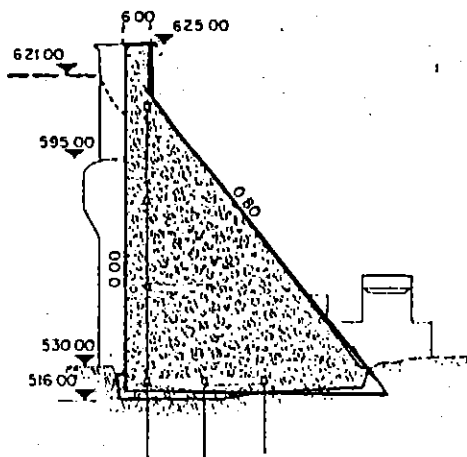


2.

Namn : Bao

Höjd : 107 m

Anpassbarhet
till program : Bra

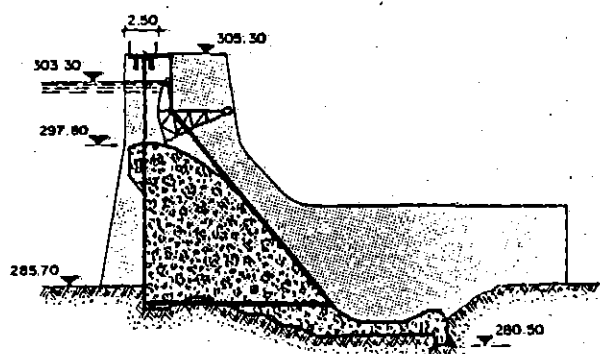


3.

Namn : Barcena

Höjd : 109 m

Anpassbarhet
till program : Bra

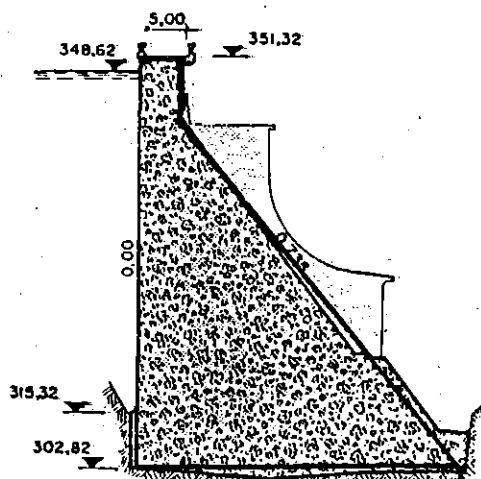


4.

Namn : Brovales

Höjd : 25 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

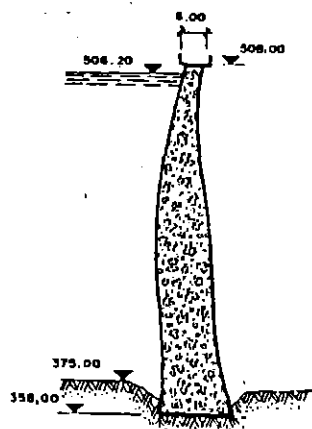


5.

Namn : Camarillas

Höjd : 49 m

Anpassbarhet
till program : Bra

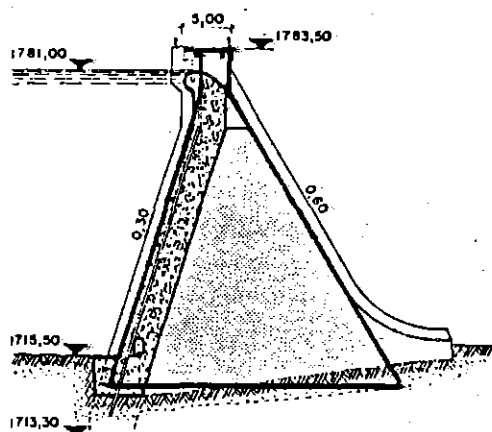


6.

Namn : Canelles

Höjd : 150 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

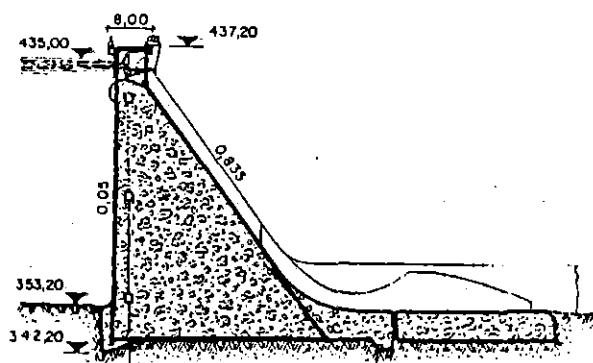


7.

Namn : Cavallers

Höjd : 70 m

Anpassbarhet
till program : Bra

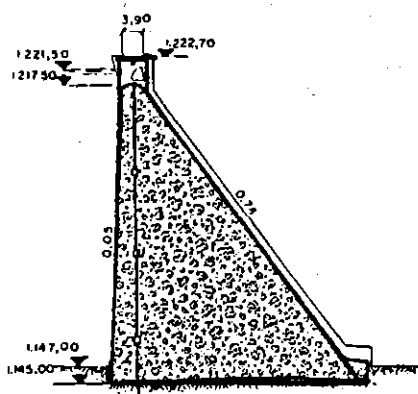


8.

Namn : Cenajo

Höjd : 95 m

Anpassbarhet
till program : Bra

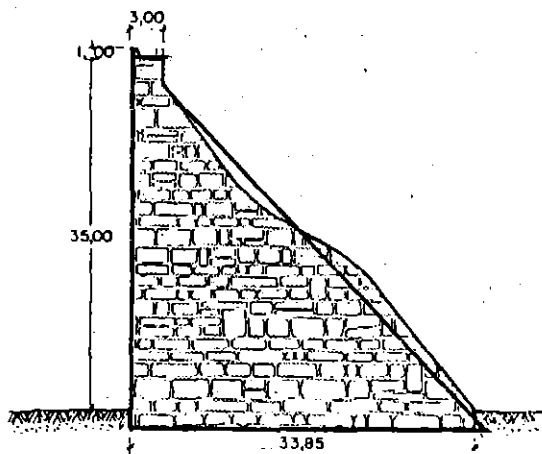


9.

Namn : Compuerto

Höjd : 78 m

Anpassbarhet
till program : Bra

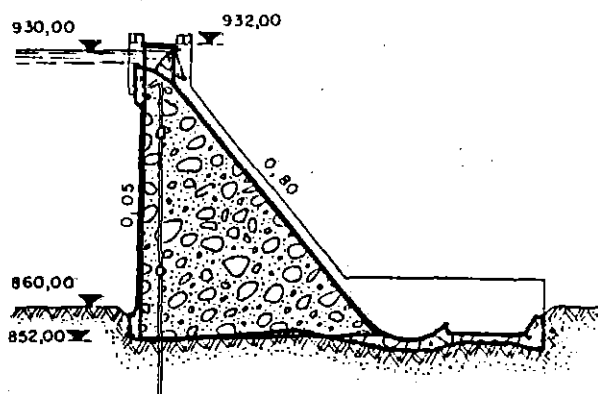


10.

Namn : Lezcano 1

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Bra

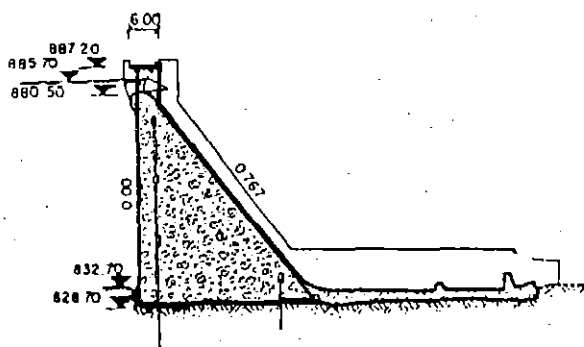


11.

Namn : Mansilla

Höjd : 80 m

Anpassbarhet
till program : Bra

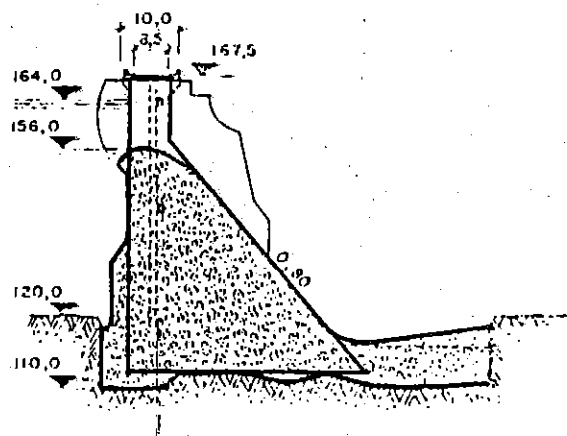


12.

Namn : Santa Teresa

Höjd : 59 m

Anpassbarhet
till program : Bra

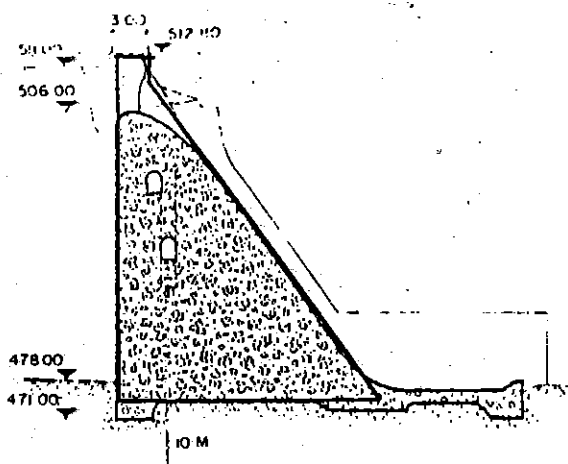


13.

Namn : Sichar

Höjd : 58 m

Anpassbarhet
till program : Bra

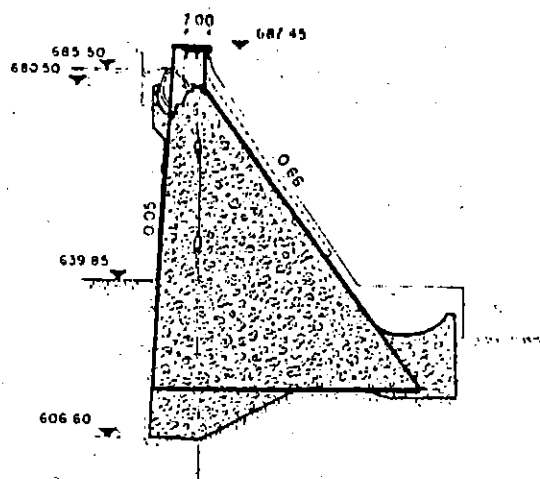


14.

Namn : Sobrón

Höjd : 42 m

Anpassbarhet
till program : Bra



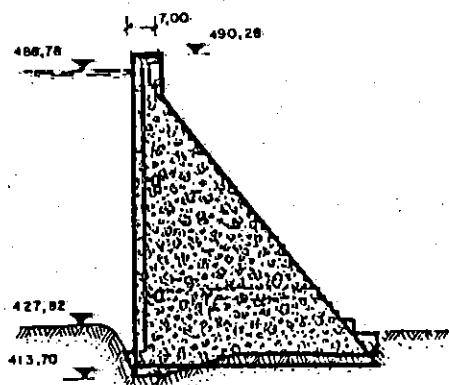
15.

Namn : Tranquera

Höjd : 81 m

Anpassbarhet
till program : Bra

Dammar färdigställda 1961

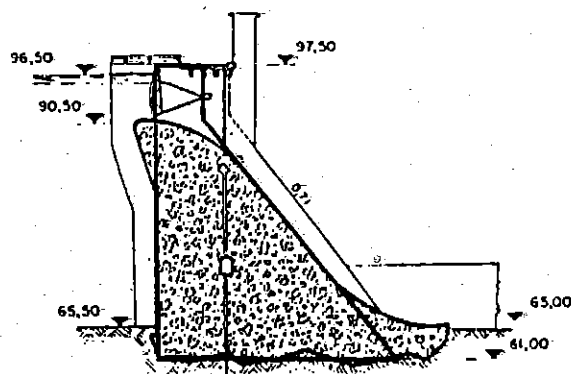


16.

Namn : Yesa

Höjd : 77 m

Anpassbarhet
till program : Bra

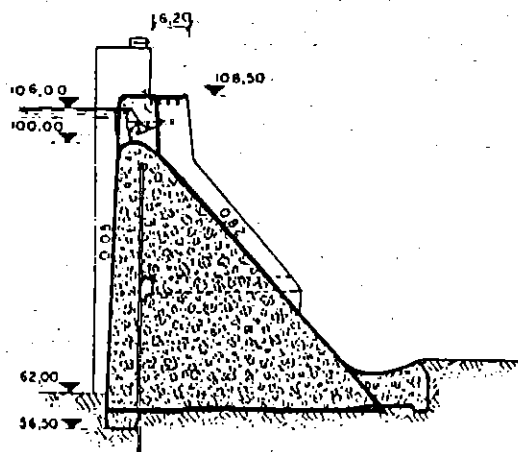


17.

Namn : Bembezar Derivación

Höjd : 37 m

Anpassbarhet
till program : Bra

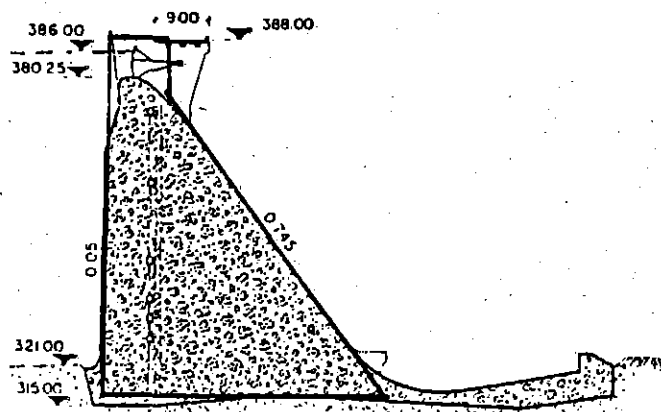


18.

Namn : Bornos

Höjd : 52 m

Anpassbarhet
till program : Bra

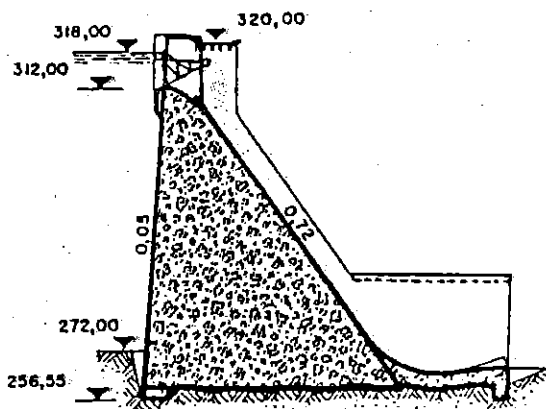


19.

Namn : Gabriel y Galán

Höjd : 73 m

Anpassbarhet
till program : Bra

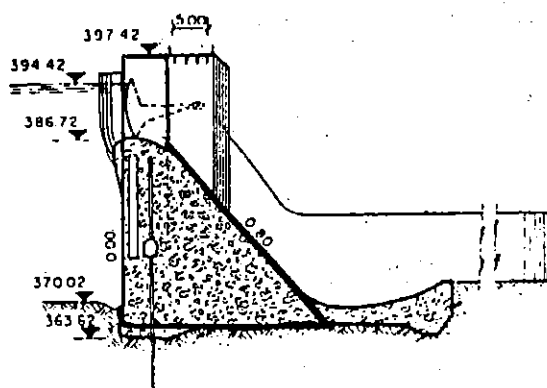


20.

Namn : Orellana

Höjd : 63 m

Anpassbarhet
till program : Bra

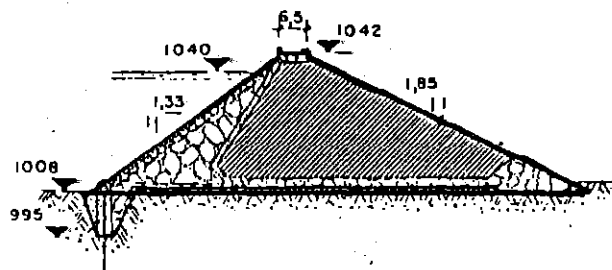


21.

Namn : Penarrubin

Höjd : 34 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

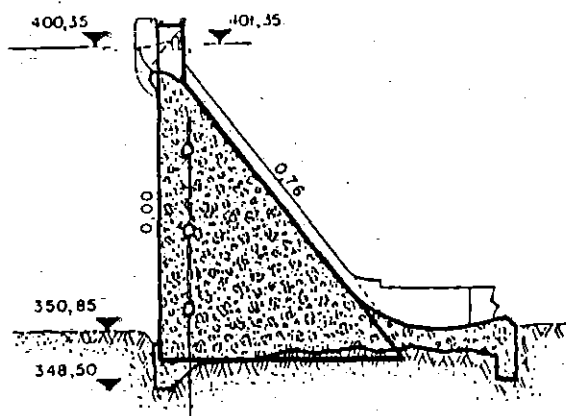


22.

Namn : Pias

Höjd : 47 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

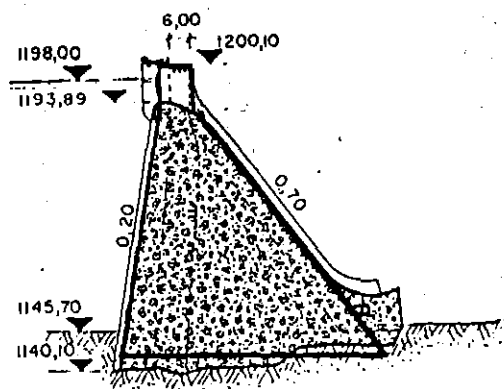


23.

Namn : La Ribeira

Höjd : 53 m

Anpassbarhet
till program : Bra

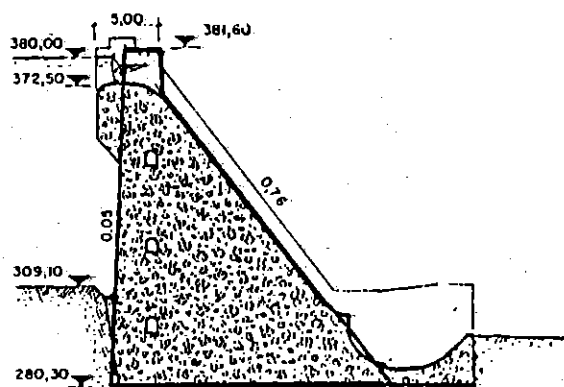


24.

Namn : San Sebastián

Höjd : 60 m

Anpassbarhet
till program : Bra



25.

Namn : Santa Ana

Höjd : 101 m

Anpassbarhet
till program : Bra

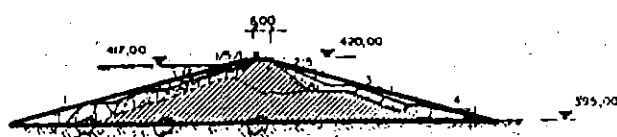


26.

Namn : Sotonera

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra

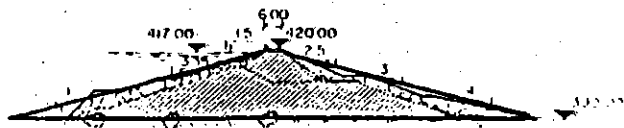


27.

Namn : Sotonera (Collado i)

Höjd : 25 m

Anpassbarhet
till program : Bra

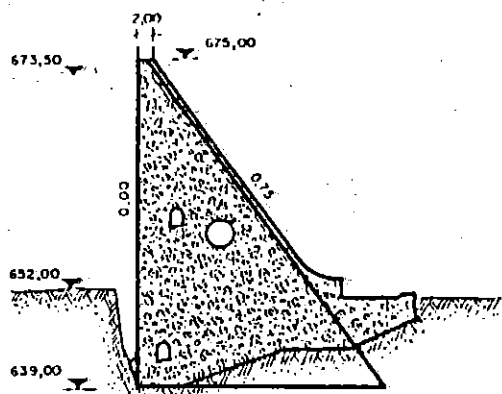


28.

Namn : Sotonera (Collado II)

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Bra

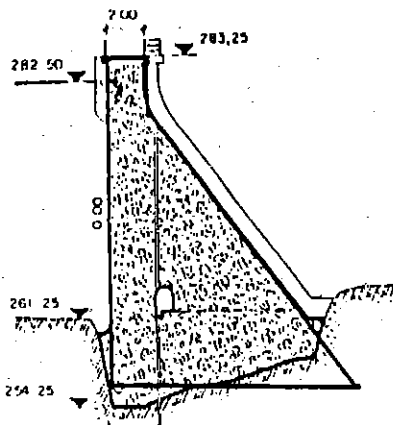


29.

Namn : Torán

Höjd : 36 m

Anpassbarhet
till program : Bra



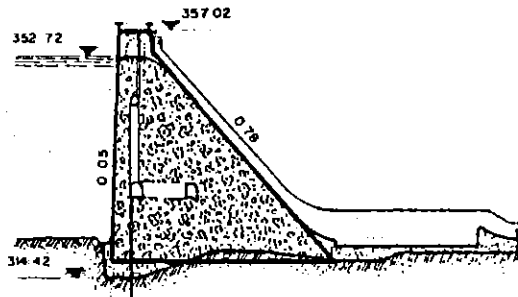
30.

Namn : Zamanes

Höjd : 29 m

Anpassbarhet
till program : Bra

Dammar färdigställda 1962

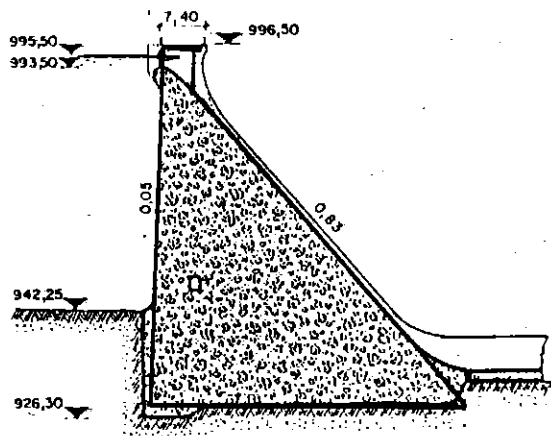


31.

Namn : Articutza

Höjd : 43 m

Anpassbarhet
till program : Bra

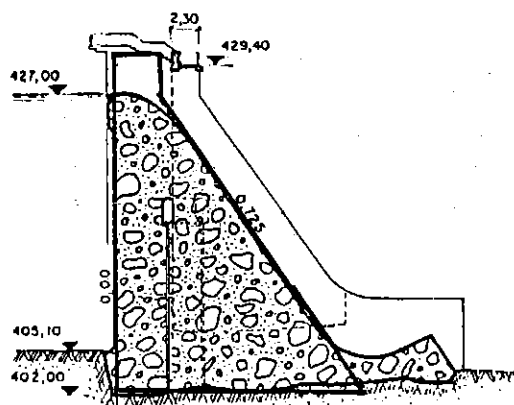


32.

Namn : Gonzalez Lacasa

Höjd : 70 m

Anpassbarhet
till program : Bra

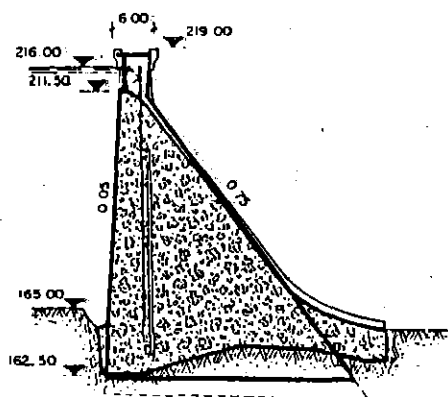


33.

Namn : Guadajira

Höjd : 27 m

Anpassbarhet
till program : Bra

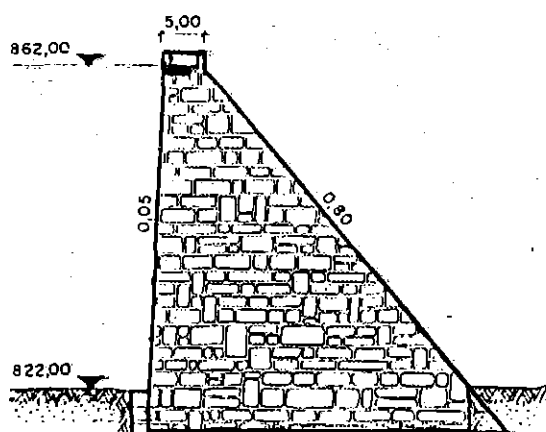


34.

Namn : Los Hurones

Höjd : 57 m

Anpassbarhet
till program : Bra

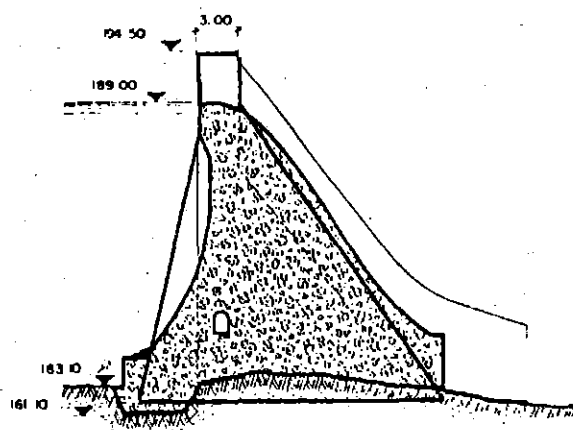


35.

Namn : Lugarejos

Höjd : 43 m

Anpassbarhet
till program : Bra

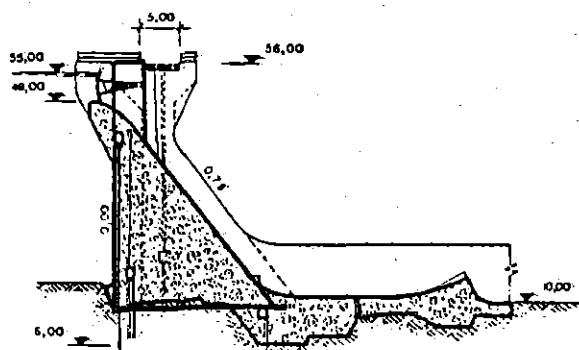


36.

Namn : El Pastoral

Höjd : 33 m

Anpassbarhet
till program : Bra

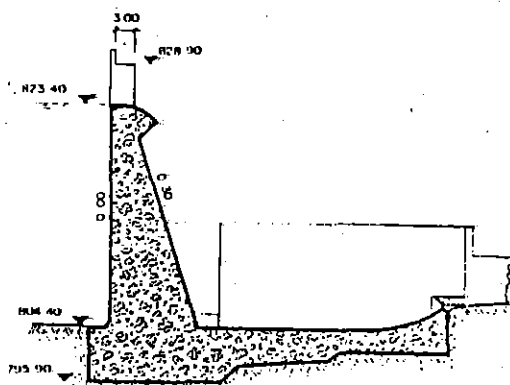


37.

Namn : Sancho

Höjd : 50 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam



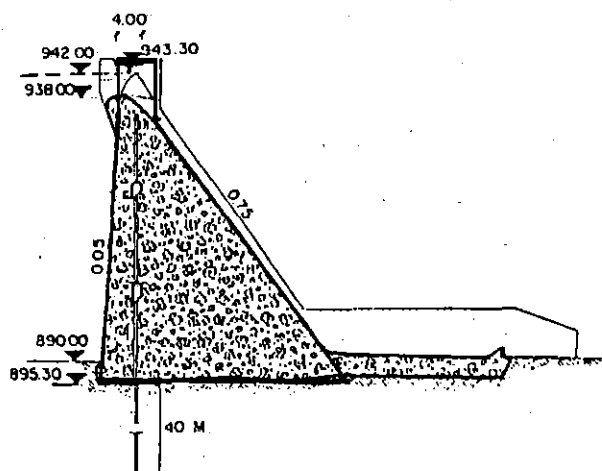
38.

Namn : Las Vencias

Höjd : 33 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

Dammar färdigställda 1963

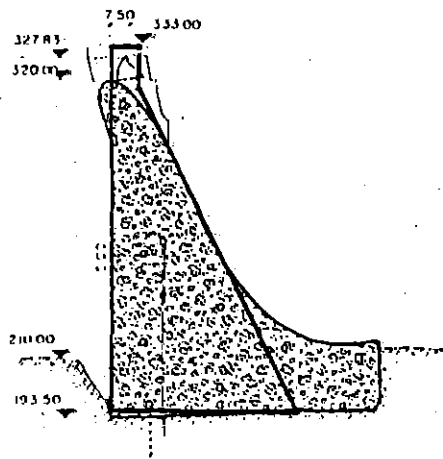


39.

Namn : Aguilera

Höjd : 48 m

Anpassbarhet
till program : Bra

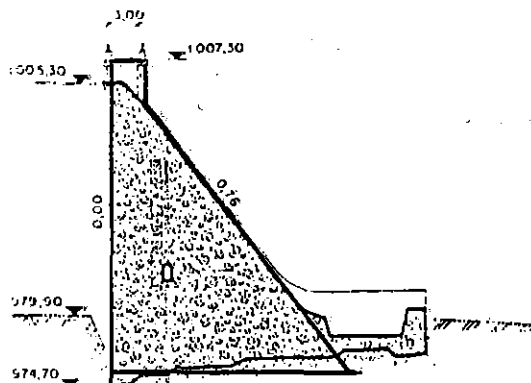


40.

Namn : Aldeadávila

Höjd : 140 m

Anpassbarhet
till program : Bra

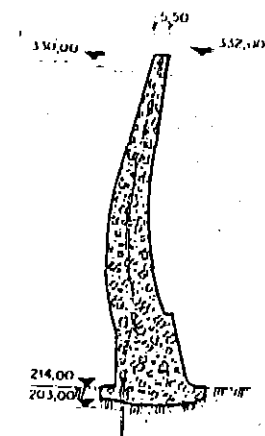


41.

Namn : El Batán

Höjd : 33 m

Anpassbarhet
till program : Bra

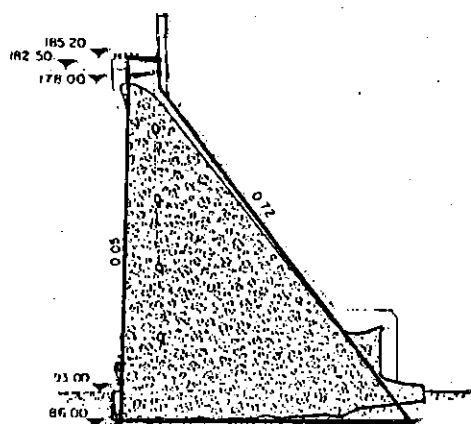


42.

Namn : Belesar

Höjd : 129 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

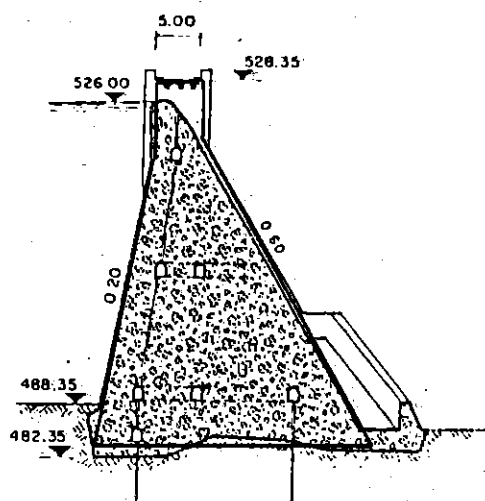


43.

Namn : Bembezar

Höjd : 99 m

Anpassbarhet
till program : Bra

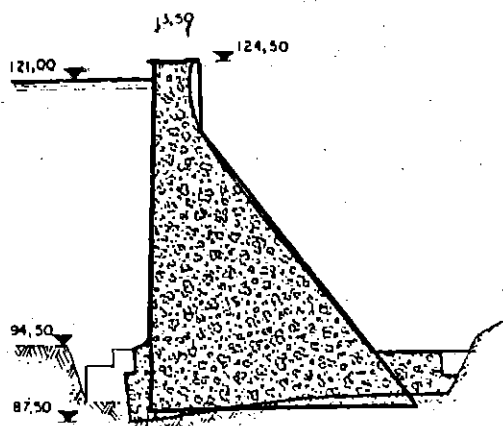


44.

Namn : La Lampañana

Höjd : 46 m

Anpassbarhet
till program : Bra

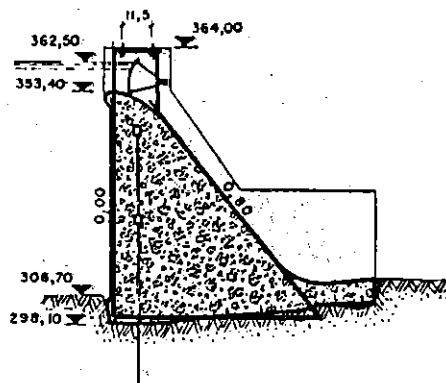


45.

Namn : Caspe

Höjd : 37 m

Anpassbarhet
till program : Bra

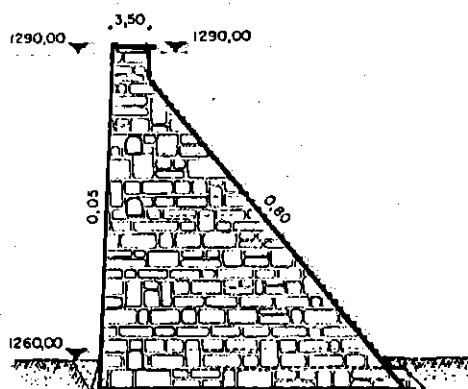


46.

Namn : García de Sola

Höjd : 66 m

Anpassbarhet
till program : Bra

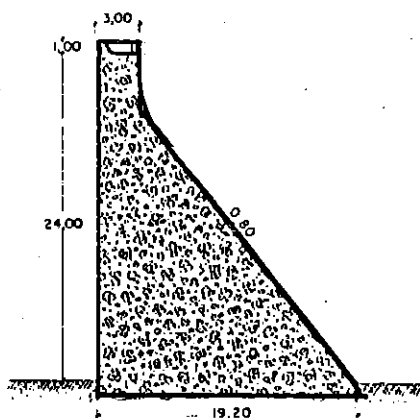


47.

Namn : Lechucilla

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Bra

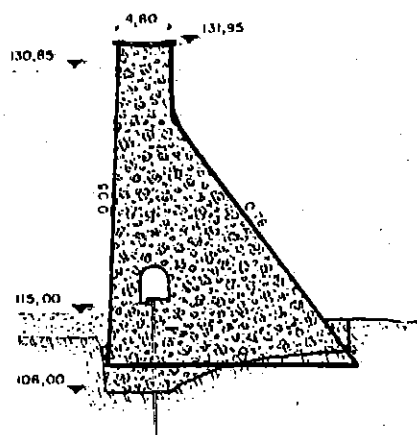


48.

Namn : Lezcano

Höjd : 25 m

Anpassbarhet
till program : Bra

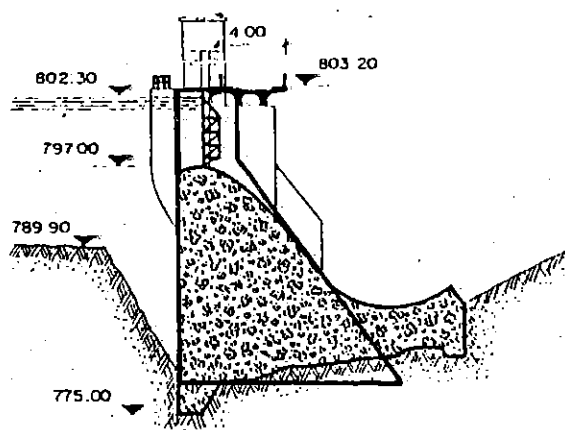


49.

Namn : Moron

Höjd : 26 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

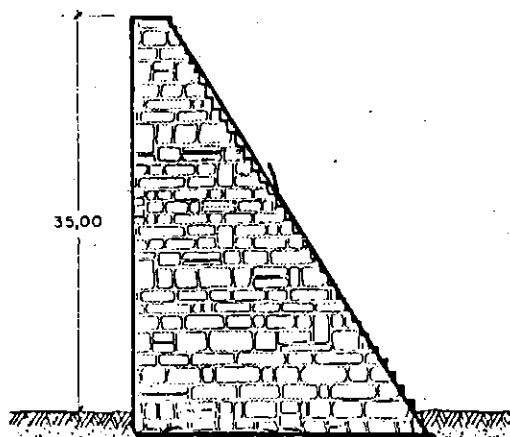


50.

Namn : Las Ondinas

Höjd : 28 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

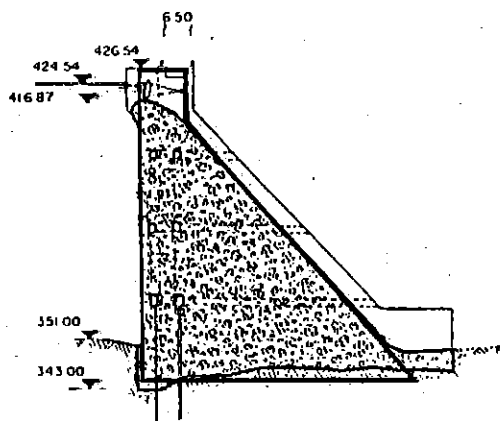


51.

Namn : Las Peñitas

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Bra



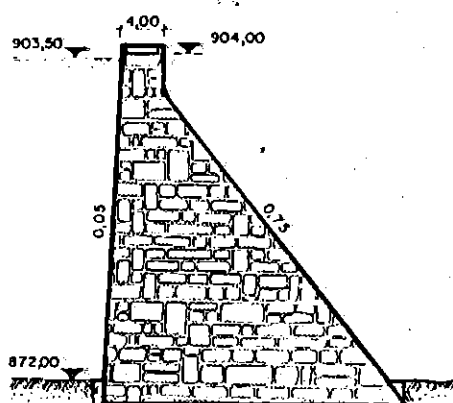
Dammar färdigställda 1964

52.

Namn : Sau

Höjd : 84 m

Anpassbarhet
till program : Bra

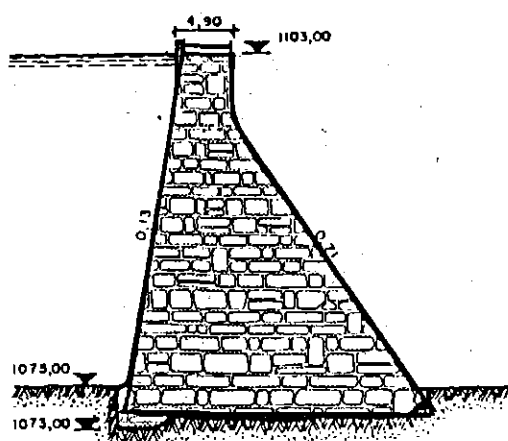


53.

Namn : Chira

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra

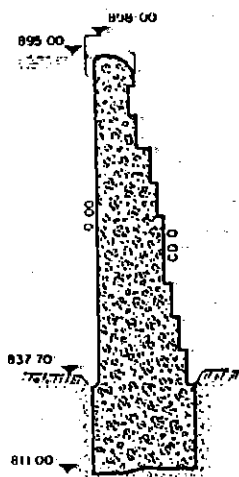


54.

Namn : Gañanias

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Bra

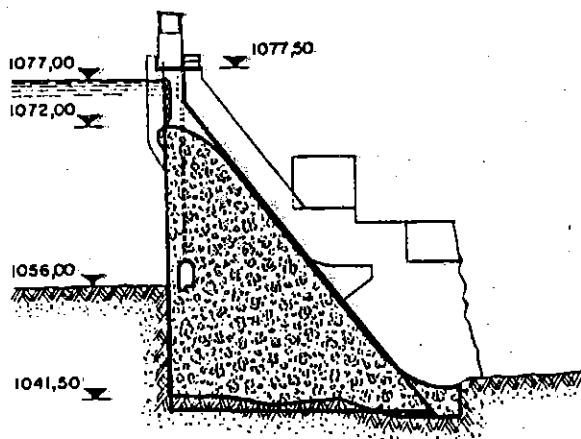


55.

Namn : La Jolica

Höjd : 87 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

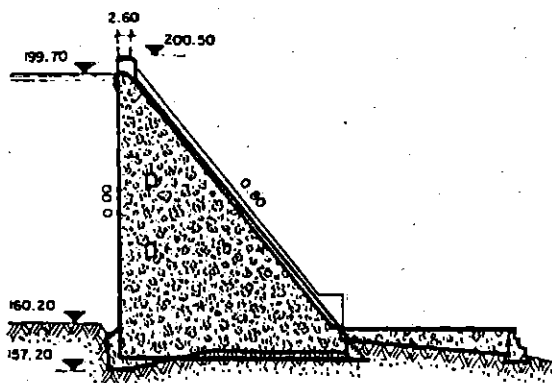


56.

Namn : Linsoles

Höjd : 36 m

Anpassbarhet
till program : Bra

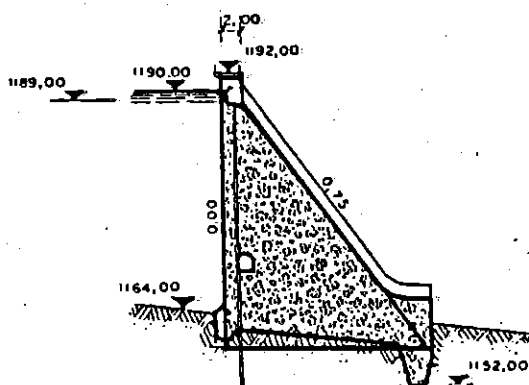


57.

Namn : Nosedal

Höjd : 43 m

Anpassbarhet
till program : Bra

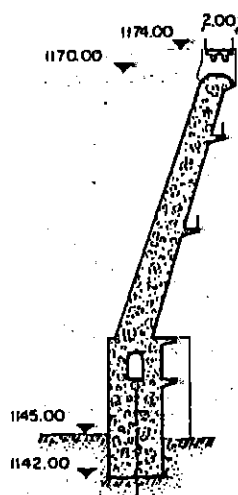


58.

Namn : San Juan de Torán

Höjd : 40 m

Anpassbarhet
till program : Bra

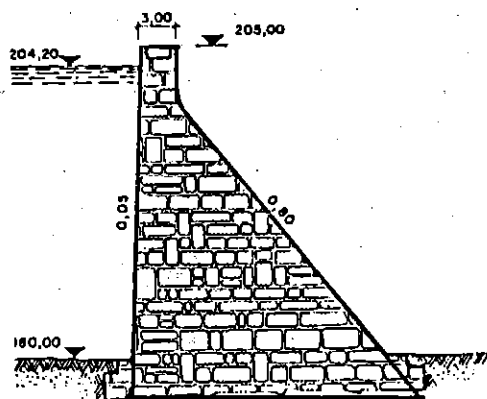


59.

Namn : La Tosca

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra

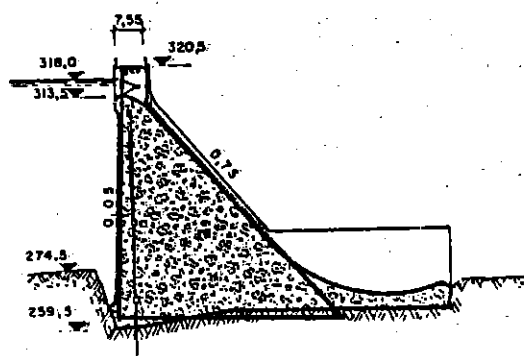


60.

Namn : Valerón

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Bra



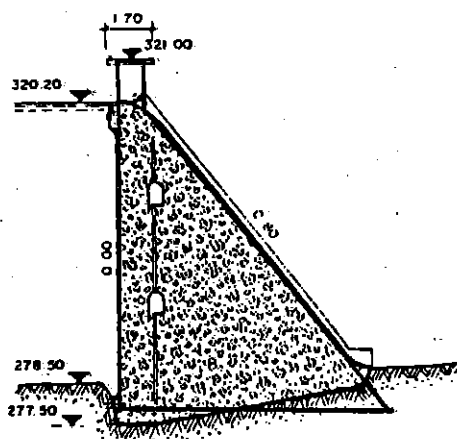
61.

Namn : Zújar

Höjd : 61 m

Anpassbarhet
till program : Bra

Dammar färdigställda 1965

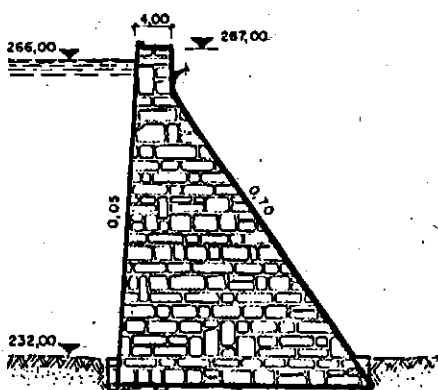


62.

Namn : Artiba

Höjd : 44 m

Anpassbarhet
till program : Bra

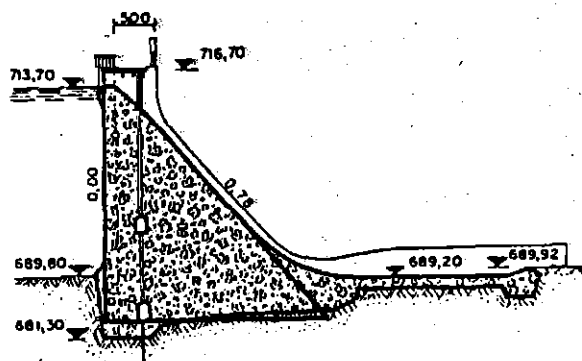


63.

Namn : Chamoriscán

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Bra

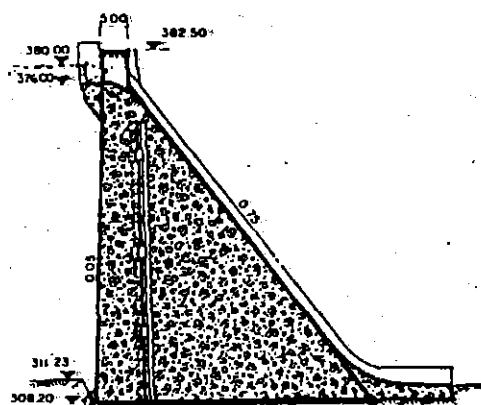


64.

Namn : Dañador

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Bra

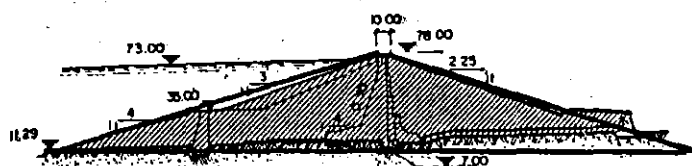


65.

Namn : Gudalest

Höjd : 74 m

Anpassbarhet
till program : Bra

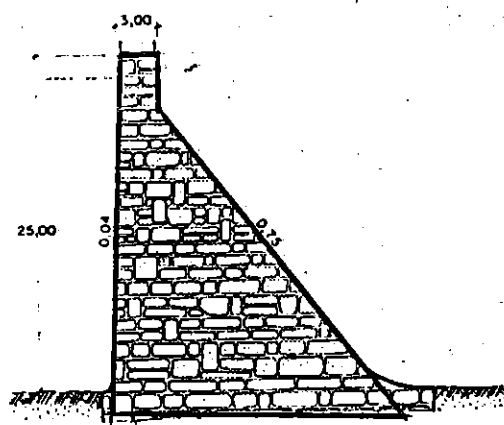


66.

Namn : Guadarranque

Höjd : 71 m

Anpassbarhet
till program : Bra

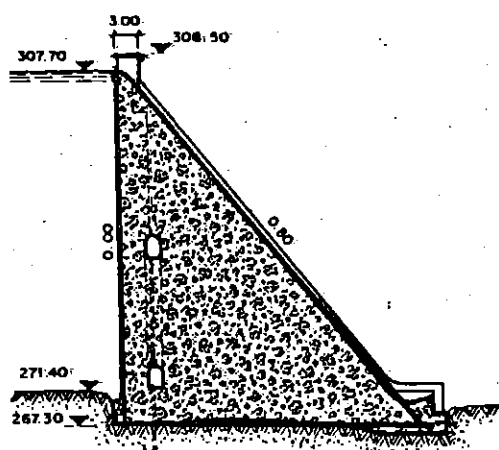


67.

Namn : Los Molinos

Höjd : 25 m

Anpassbarhet
till program : Bra

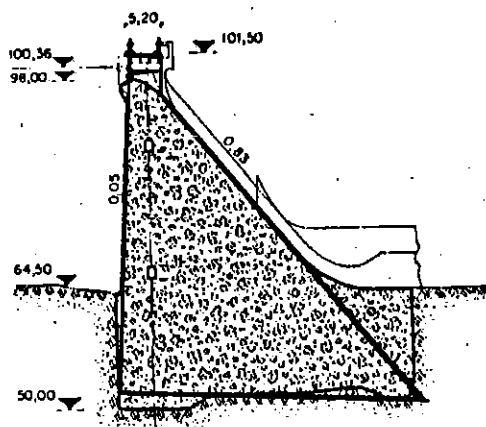


68.

Namn : Oyola

Höjd : 41 m

Anpassbarhet
till program : Bra

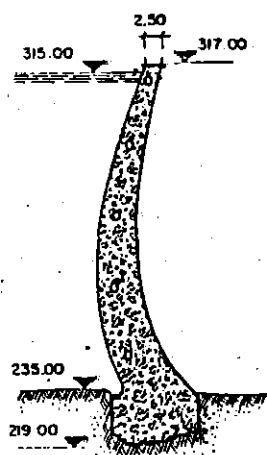


69.

Namn : Santomera

Höjd : 52 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

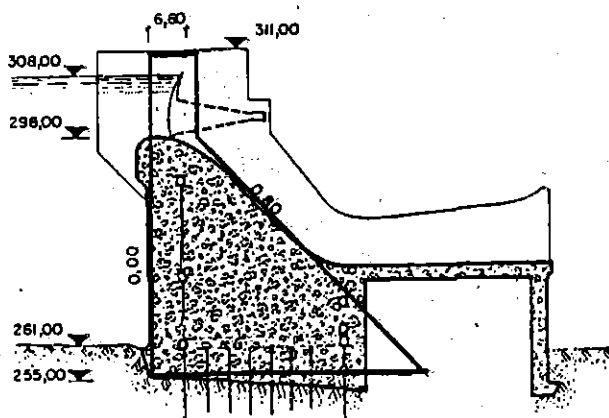


70.

Namn : Valdecañas

Höjd : 98 m

Anpassbarhet
till program : Dålig



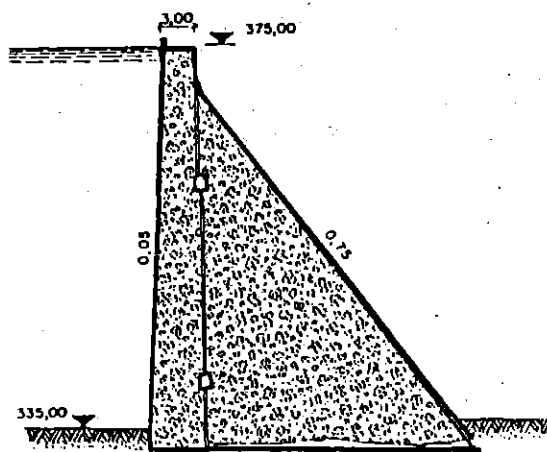
71.

Namn : Valdeobispo

Höjd : 56 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

Dammar färdigställda 1966

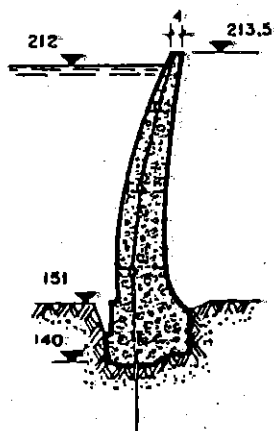


72.

Namn : Arucas

Höjd : 40 m

Anpassbarhet
till program : Bra

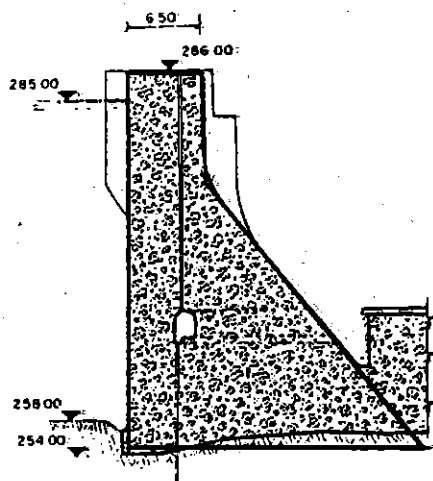


73.

Namn : La Barca

Höjd : 74 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

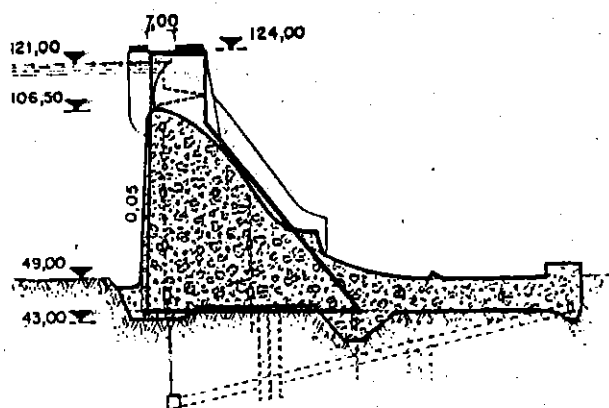


74.

Namn : Fervenza

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra



75.

Namn : Mequinenza

Höjd : 81 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

76.

Namn : 36 m

Höjd : 36 m

Anpassbarhet
till program : Bra

77.

Namn : Puente Oliveira

Höjd : 26 m

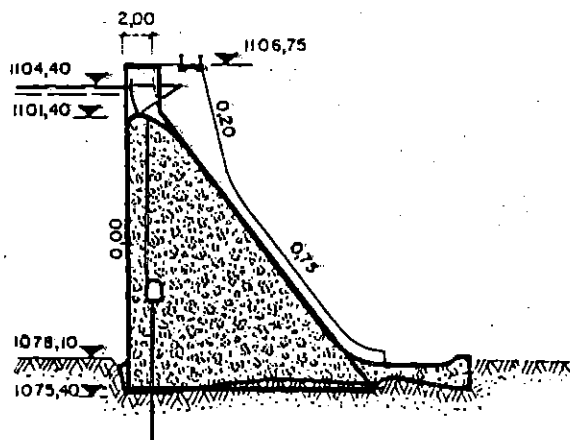
Anpassbarhet.
till program : Dålig

78.

Namn : Santa Eulalia

Höjd : 73 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

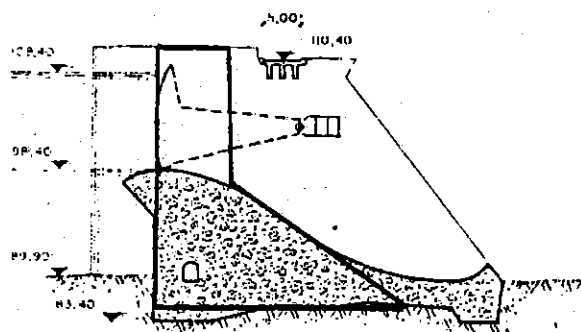


79.

Namn : Tabescán

Höjd : 31 m

Anpassbarhet
till program : Bra



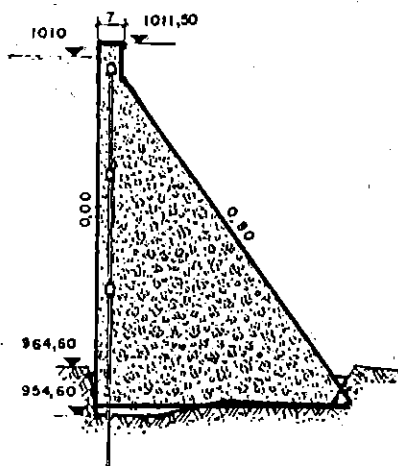
80.

Namn : Velle

Höjd : 27 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

Dammar färdigställda 1967

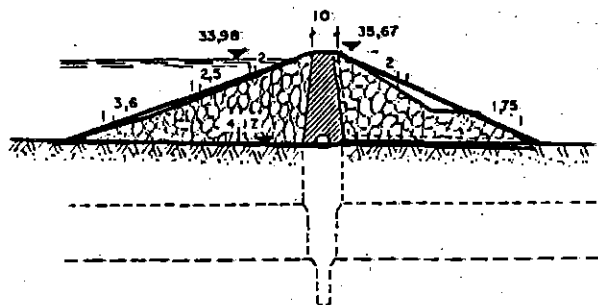


81.

Namn : Aguascebas

Höjd : 57 m

Anpassbarhet
till program : Bra

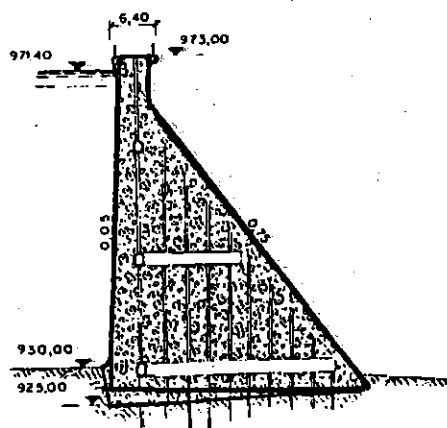


82.

Namn : Arbón

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

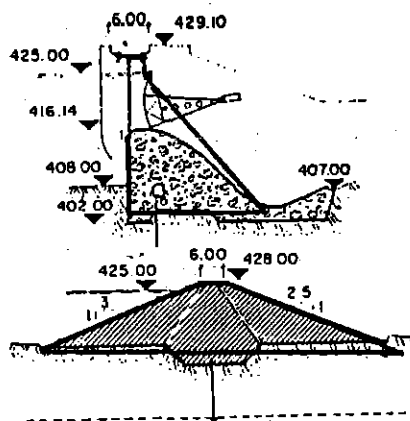


83.

Namn : La Bolera

Höjd : 48 m

Anpassbarhet
till program : Bra

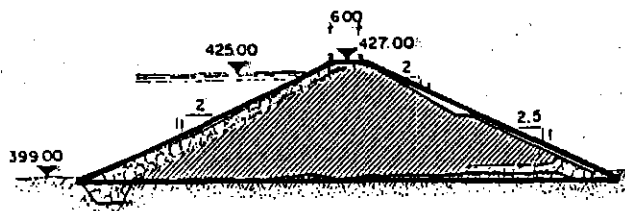


84.

Namn : Castrejon

Höjd : 29 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

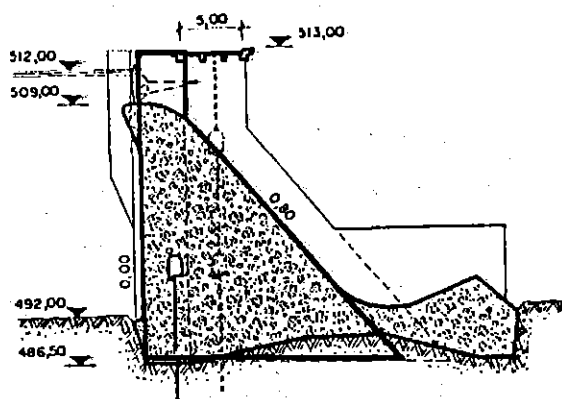


85.

Namn : Castrejon-El Carpio

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Bra

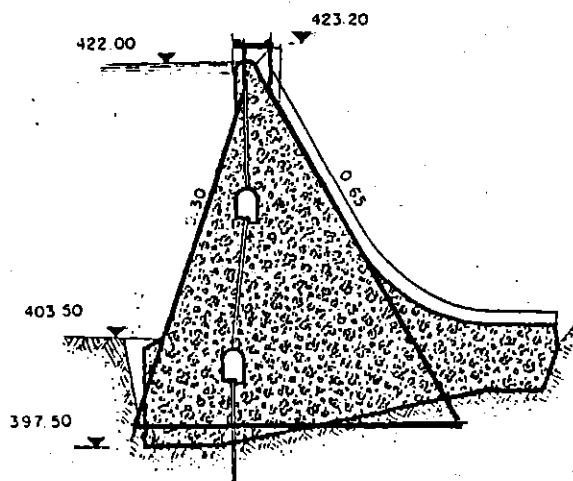


86.

Namn : Cerro Muriano

Höjd : 27 m

Anpassbarhet
till program : Bra

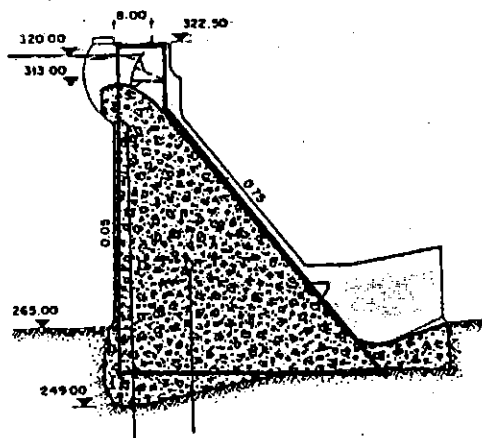


87.

Namn : Grando II

Höjd : 26 m

Anpassbarhet
till program : Bra

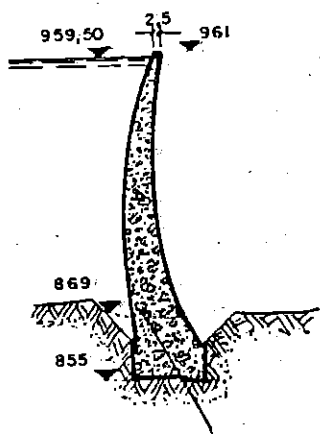


88.

Namn : Loriguilla

Höjd : 74 m

Anpassbarhet
till program : Bra

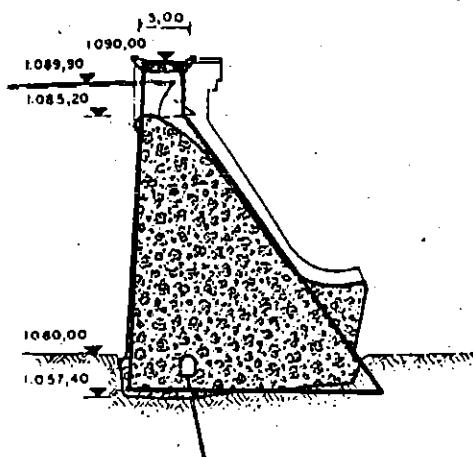


89.

Namn : Matalavilla

Höjd : 106 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

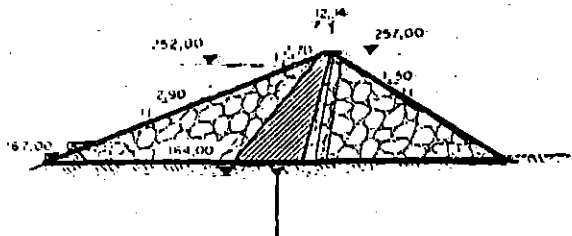


90.

Namn : Pinilla

Höjd : 33 m

Anpassbarhet
till program : Bra

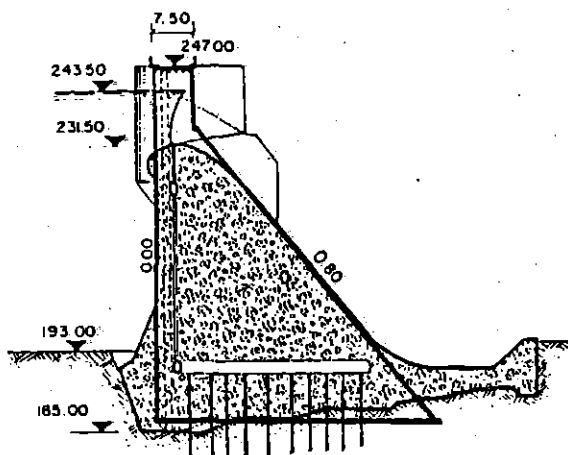


91.

Namn : Portodemouros

Höjd : 93 m

Anpassbarhet
till program : Bra

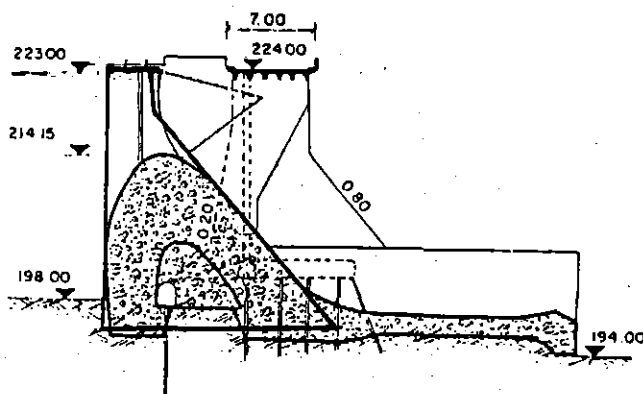


92.

Namn : Torrejón-Tajo

Höjd : 62 m

Anpassbarhet
till program : Bra

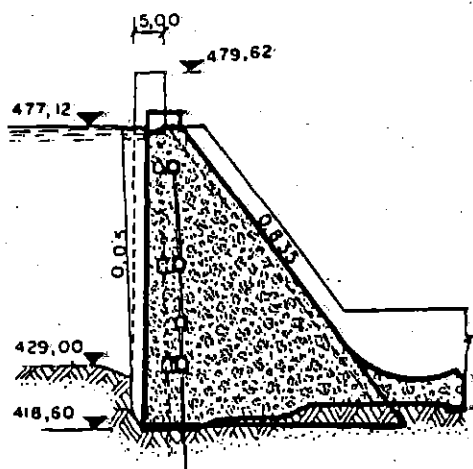


93.

Namn : Torrejón-Tietar

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Bra

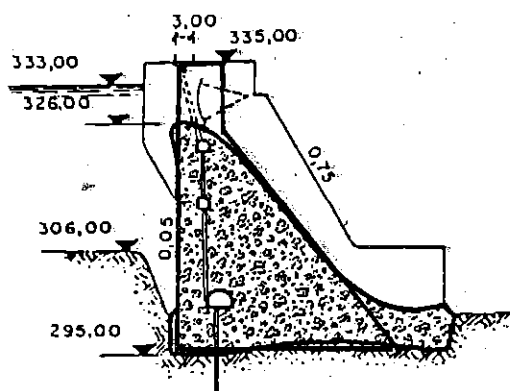


94.

Namn : Uildecona

Höjd : 61 m

Anpassbarhet
till program : Bra

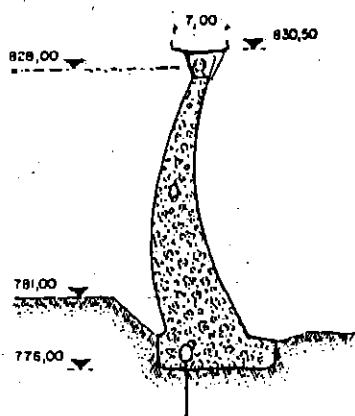


95.

Namn : Valdemurrio

Höjd : 40 m

Anpassbarhet
till program : Bra



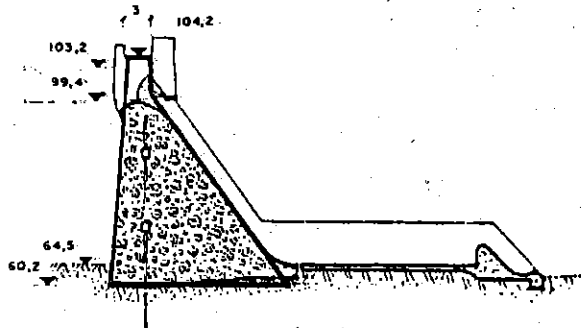
96.

Namn : El Vellón

Höjd : 54 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

Dammar färdigställda 1968

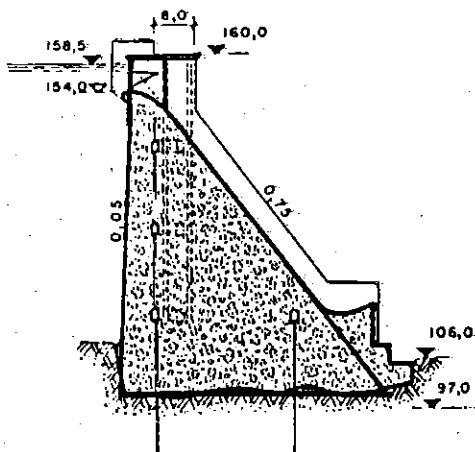


97.

Namn : Almodovar.

Höjd : 44 m

Anpassbarhet
till program : Bra

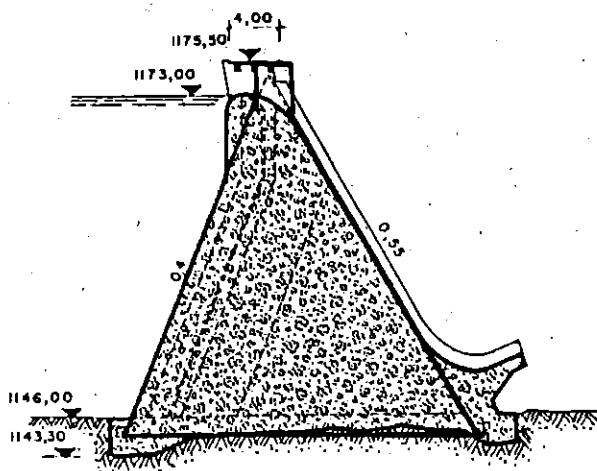


98.

Namn : Boadella

Höjd : 63 m

Anpassbarhet
till program : Bra

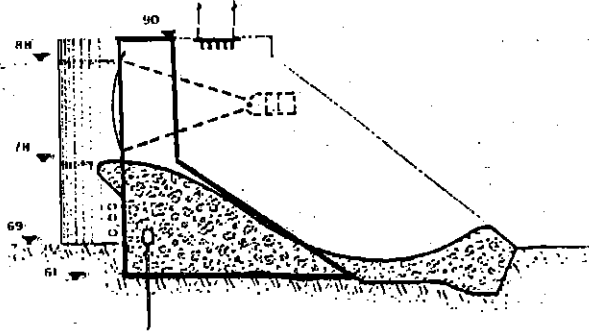


99.

Namn : Canfranc

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra

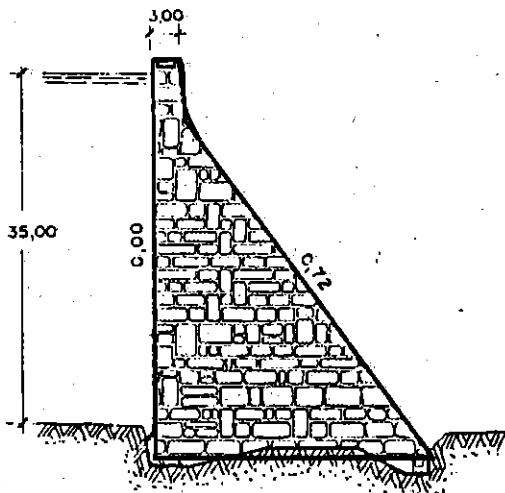


100.

Namn : Castelo

Höjd : 29 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

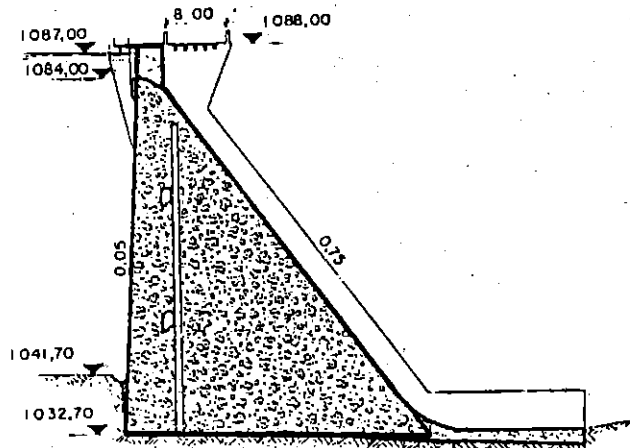


101.

Namn : Hermigua

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Bra

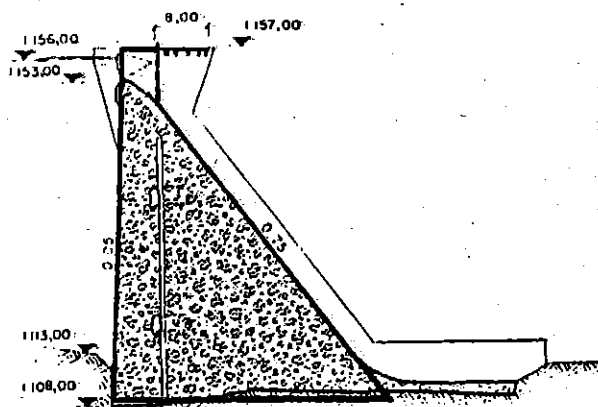


102.

Namn : La Javosa

Höjd : 55 m

Anpassbarhet
till program : Bra

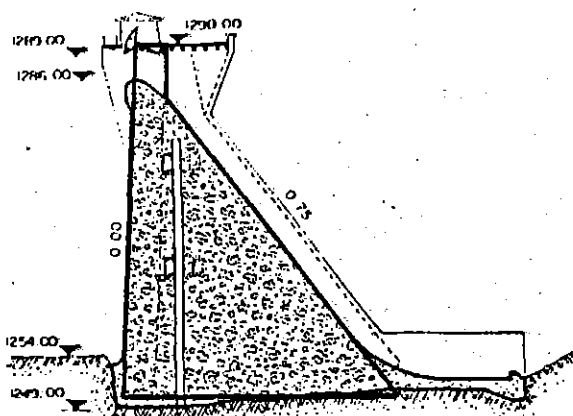


103.

Namn : Navacerrada

Höjd : 49 m

Anpassbarhet
till program : Bra

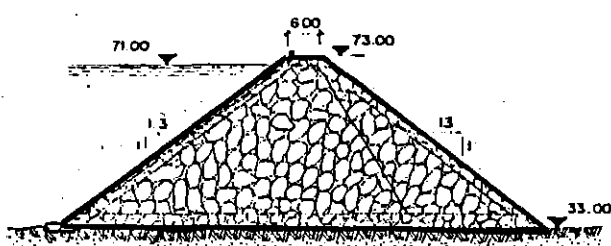


104.

Namn : Navalmedio

Höjd : 41 m

Anpassbarhet
till program : Bra

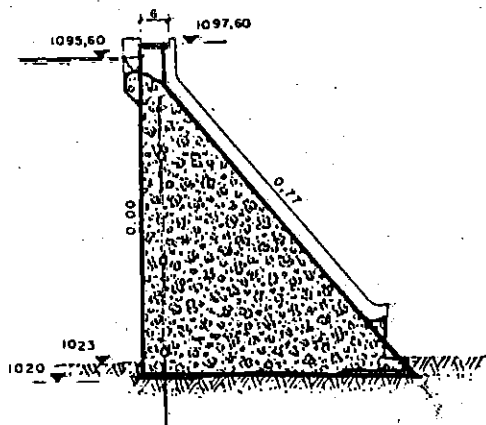


105.

Namn : Pedras

Höjd : 40 m

Anpassbarhet
till program : Bra

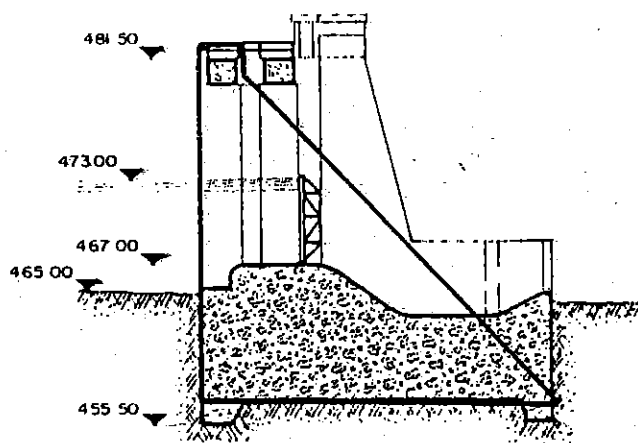


106.

Namn : Porma

Höjd : 78 m

Anpassbarhet
till program : Bra

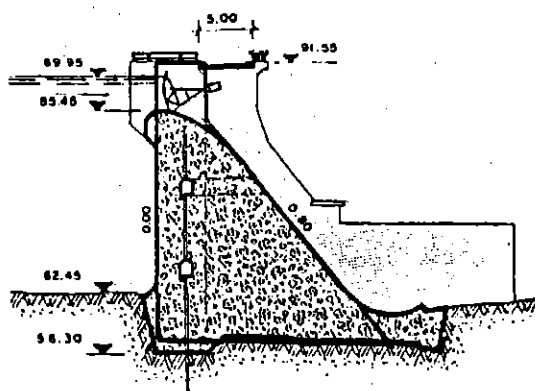


107.

Namn : PuenteIarrá

Höjd : 26 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

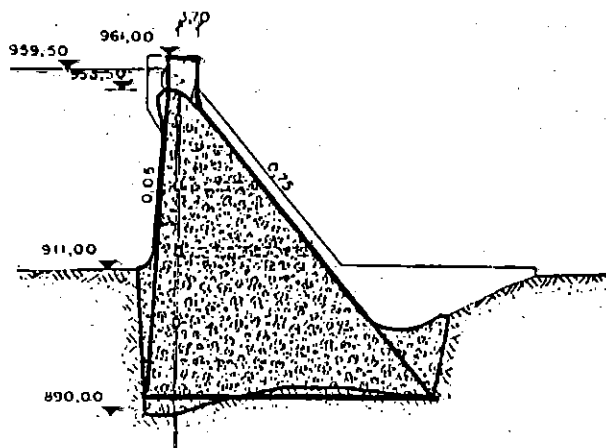


108.

Namn : Retortillo Derivación

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

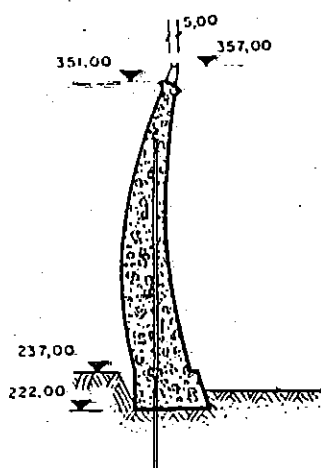


109.

Namn : Las Rozas

Höjd : 71 m

Anpassbarhet
till program : Bra

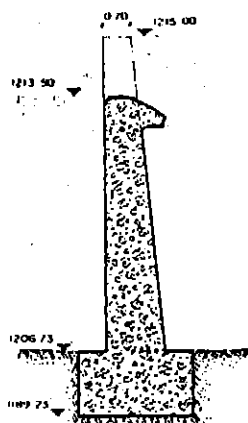


110.

Namn : Susqueda

Höjd : 135 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam



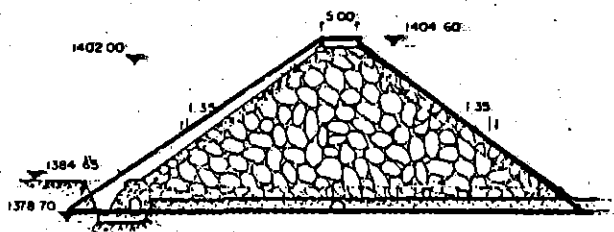
111.

Namn : Valdesamario

Höjd : 26 m

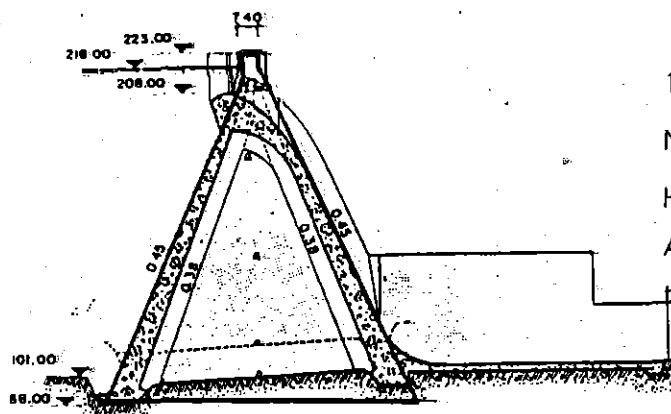
Anpassbarhet
till program : Dålig

Dammar färdigställda 1969



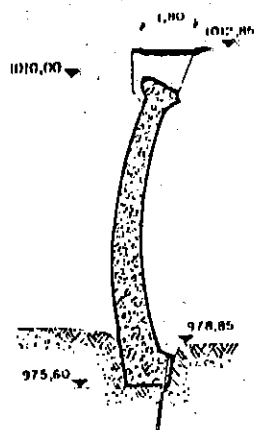
112.

Namn : Aiguamoix
Höjd : 26 m
Anpassbarhet
till program : Bra



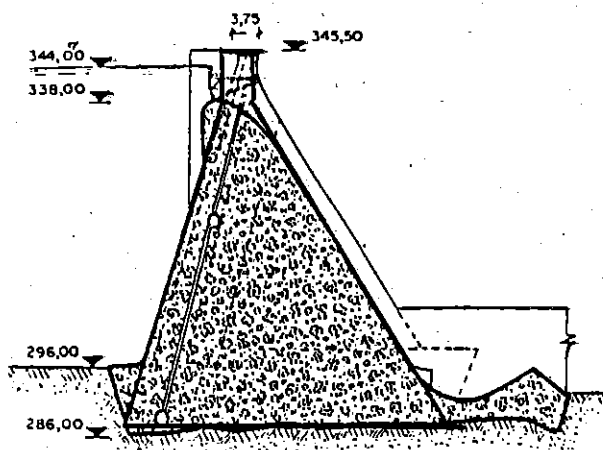
113.

Namn : Alcántara II
Höjd : 135 m
Anpassbarhet
till program : Bra



114.

Namn : Los Angeles
Höjd : 37 m
Anpassbarhet
till program : Dålig

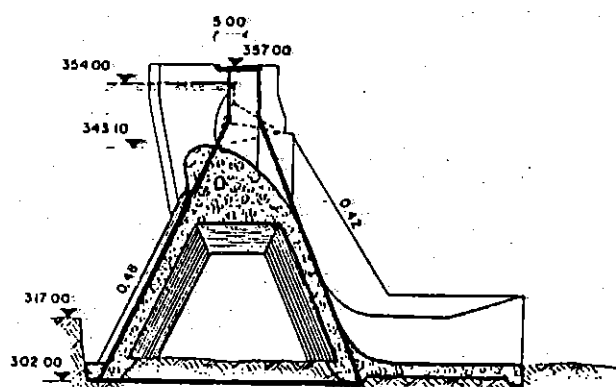


115.

Namn : Aracena

Höjd : 60 m

Anpassbarhet
till program : Bra

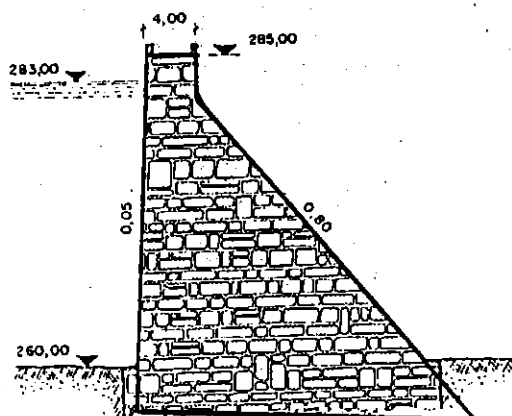


116.

Namn : Azután

Höjd : 55 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

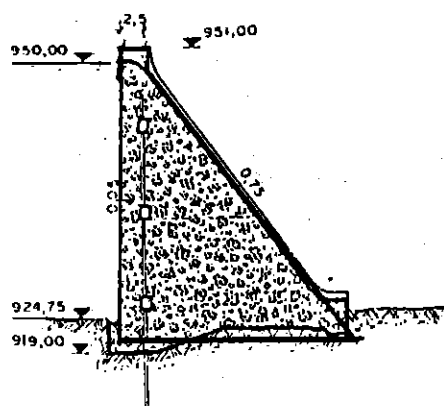


117.

Namn : Bco. Hondo

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Bra

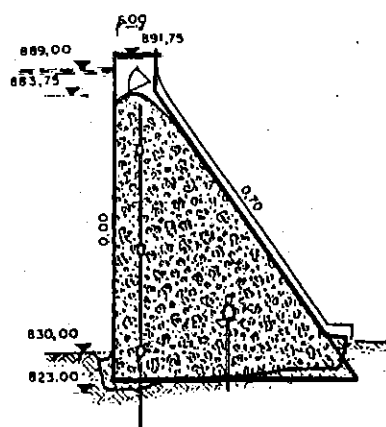


118.

Namn : Candelaria

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra

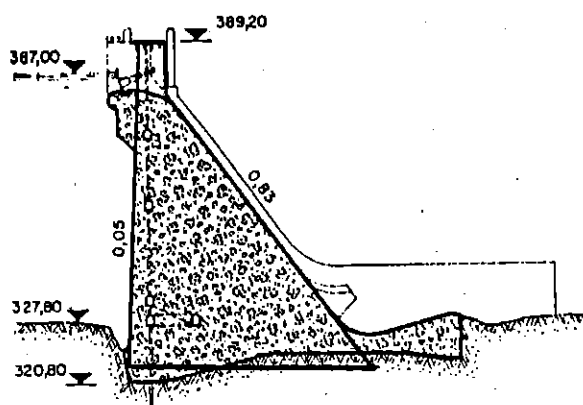


119.

Namn : Cerenadilla

Höjd : 69 m

Anpassbarhet
till program : Bra

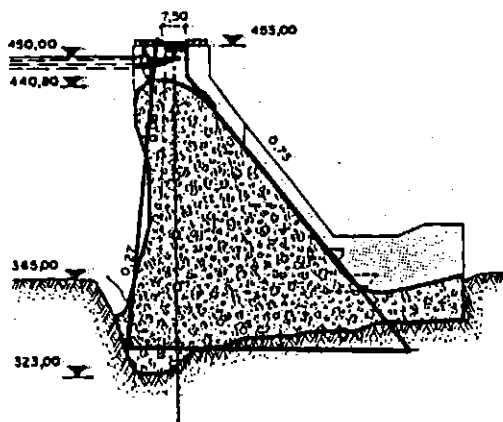


120.

Namn : Forata

Höjd : 68 m

Anpassbarhet
till program : Bra

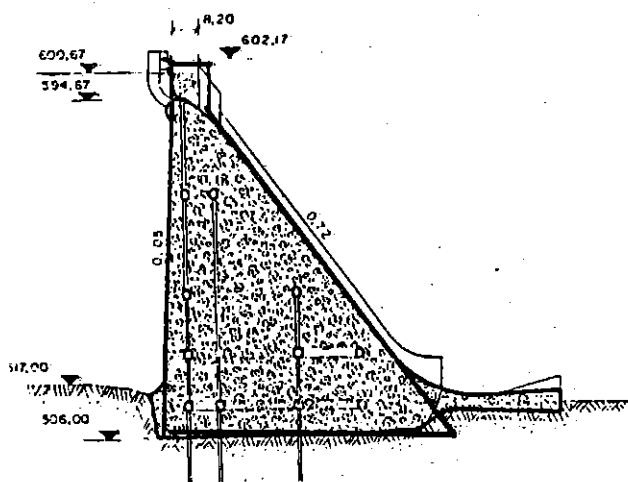


121.

Namn : Grado 1

Höjd : 130 m

Anpassbarhet
till program : Bra

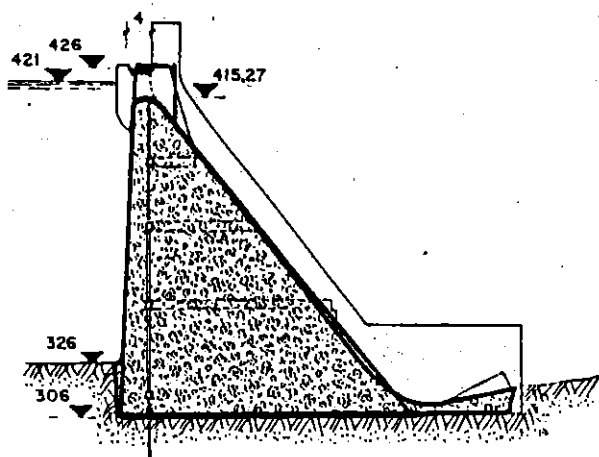


122.

Namn : Guadalmena

Höjd : 96 m

Anpassbarhet
till program : Bra

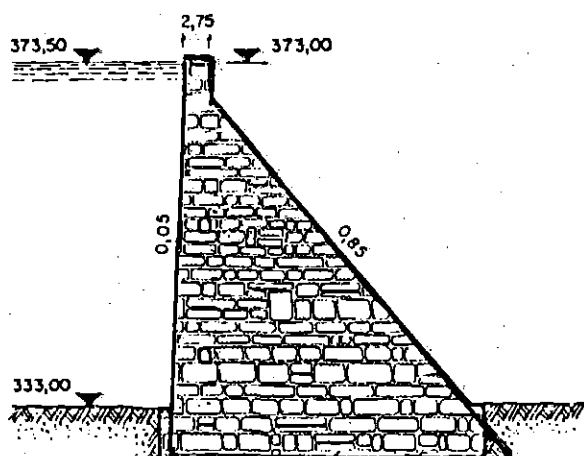


123.

Namn : Iznajar

Höjd : 120 m

Anpassbarhet
till program : Bra

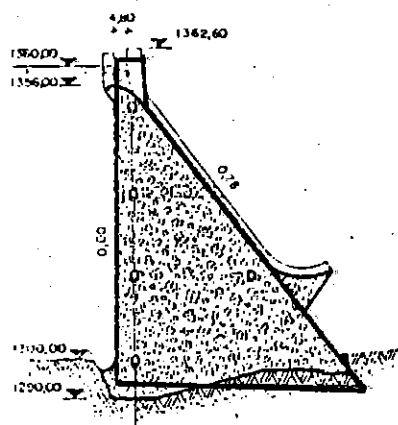


124.

Namn : Jimenez

Höjd : 41 m

Anpassbarhet
till program : Bra

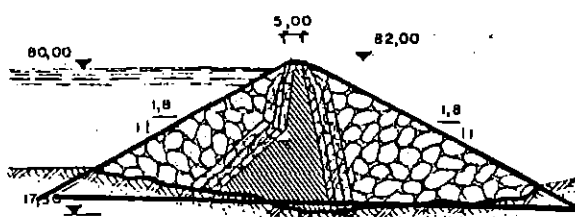


125.

Namn : Paso Nuevo

Höjd : 73 m

Anpassbarhet
till program : Bra

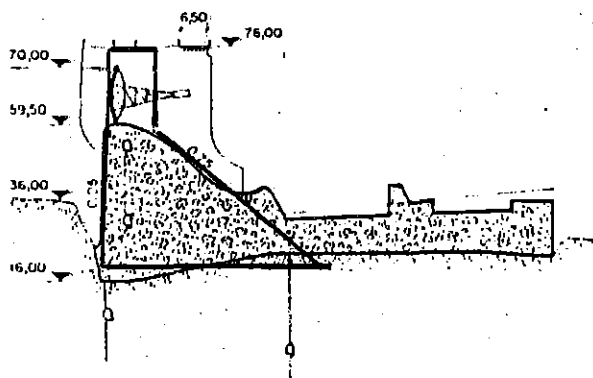


126.

Namn : Renegado

Höjd : 65 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

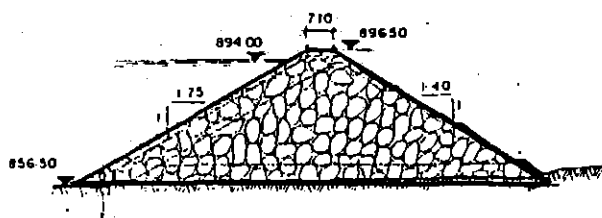


127.

Namn : Ribarroja

Höjd : 60 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

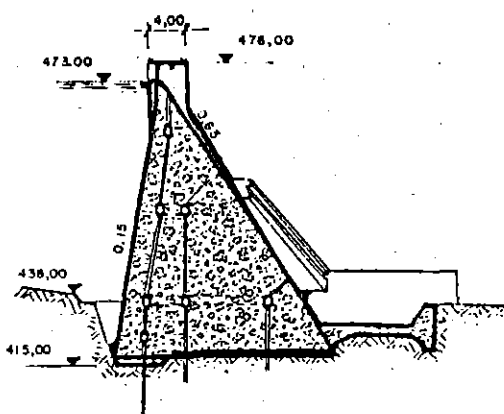


128.

Namn : Santillana

Höjd : 40 m

Anpassbarhet
till program : Bra



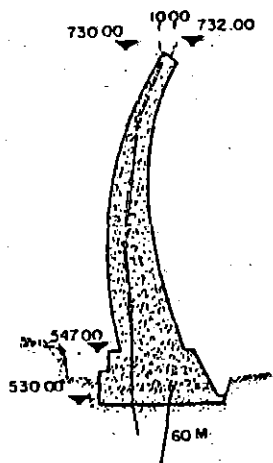
129.

Namn : Vilasouto

Höjd : 61 m

Anpassbarhet
till program : Bra

Dammar färdigställda 1970

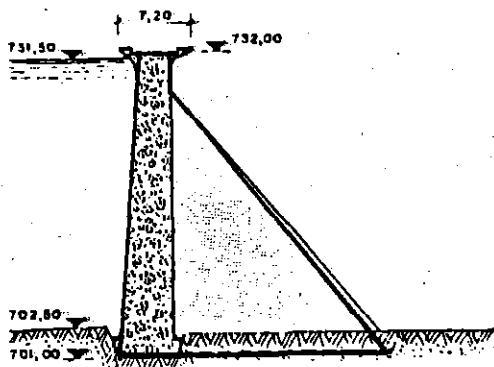


130.

Namn : Almendra

Höjd : 202 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

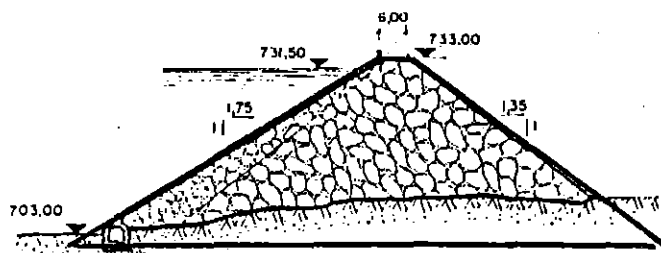


131.

Namn : Almendra (Collado 1)

Höjd : 31 m

Anpassbarhet
till program : Bra

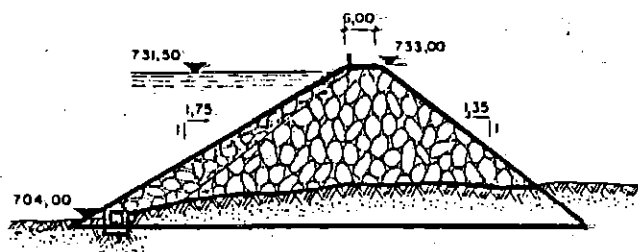


132.

Namn : Almendra (Collado 2)

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

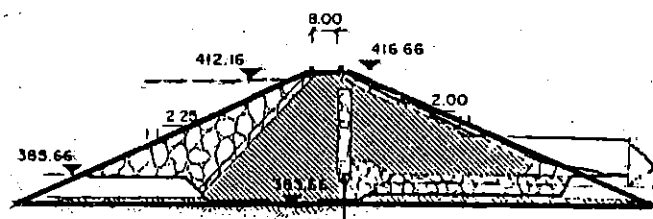


133.

Namn : Almendra (Collado 3)

Höjd : 29 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

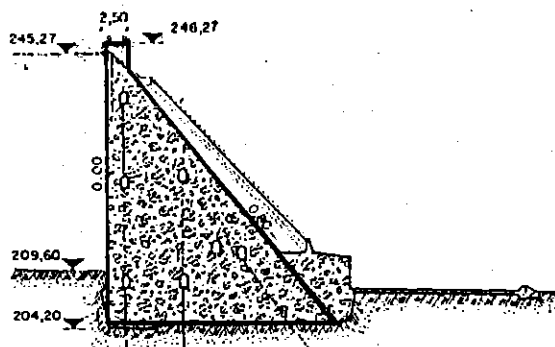


134.

Namn : Argos

Höjd : 33 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

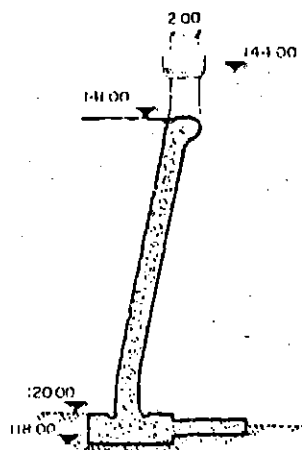


135.

Namn : Chejelipes

Höjd : 42 m

Anpassbarhet
till program : Bra

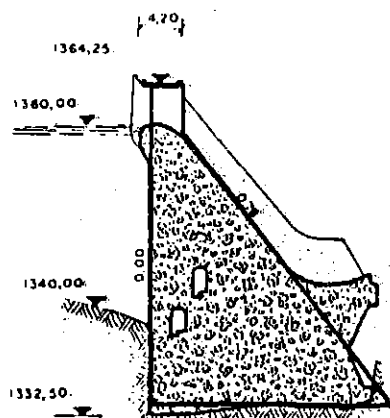


136.

Namn : El Esparragal

Höjd : 26 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

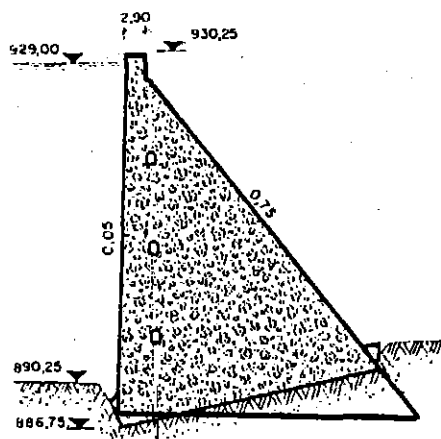


137.

Namn : Estos

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra

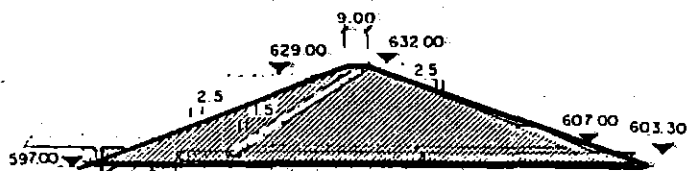


138.

Namn : Las Hoyas

Höjd : 44 m

Anpassbarhet
till program : Bra

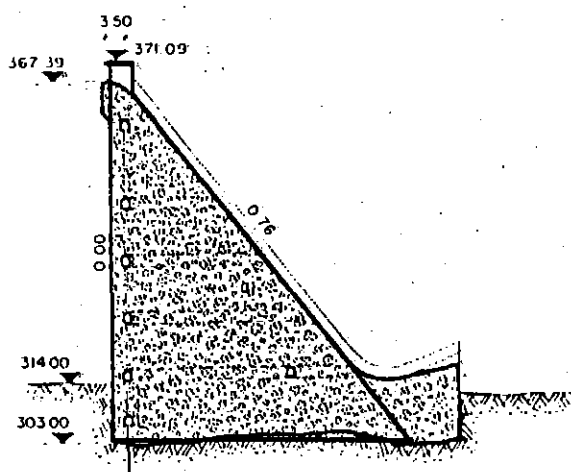


139.

Namn : El Pardo

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

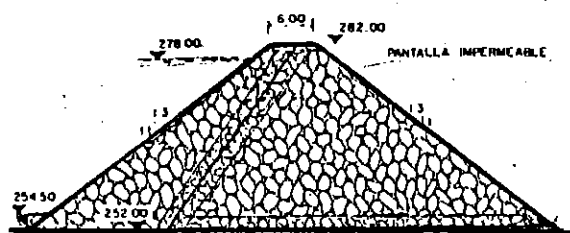


140.

Namn : El Parralillo

Höjd : 68 m

Anpassbarhet
till program : Bra

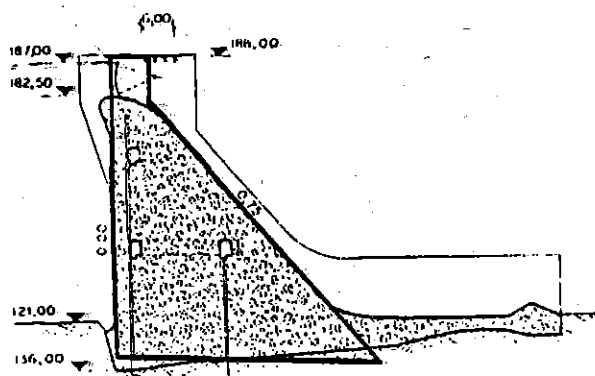


141.

Namn : Perejil-Odiel

Höjd : 30 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

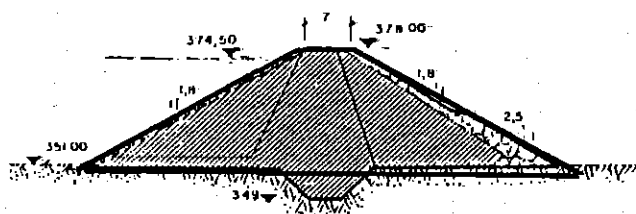


142.

Namn : Retortillo

Höjd : 52 m

Anpassbarhet
till program : Bra

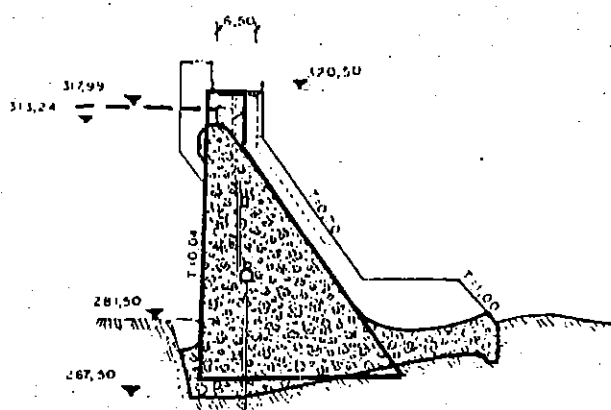


143.

Namn : Agua

Höjd : 29 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

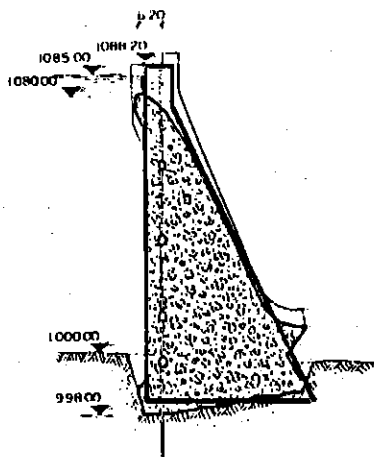


144.

Namn : Beniarrés

Höjd : 52 m

Anpassbarhet
till program : Bra

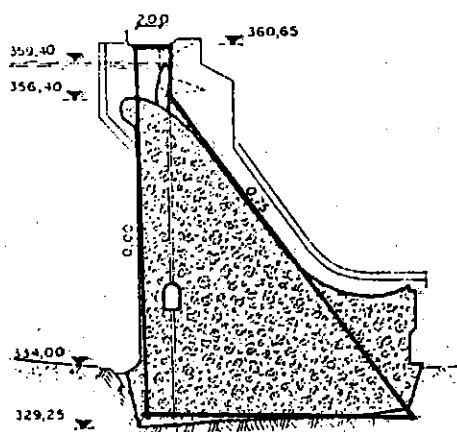


145.

Namn : Bubal

Höjd : 90 m

Anpassbarhet
till program : Bra

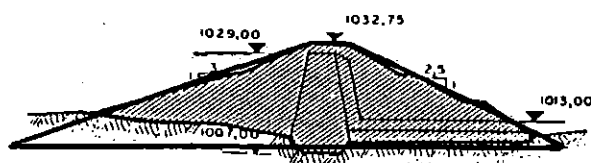


146.

Namn : Cáceres

Höjd : 32 m

Anpassbarhet
till program : Bra

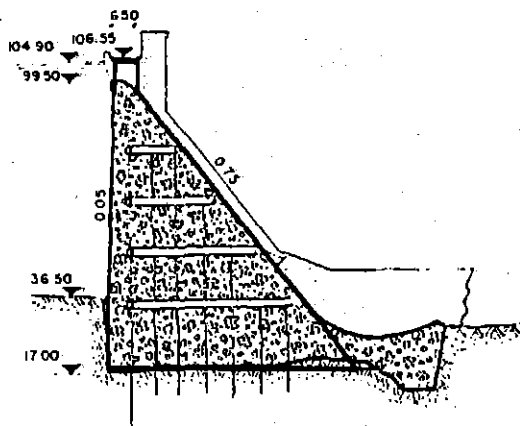


147.

Namn : El Carrascal

Höjd : 26 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

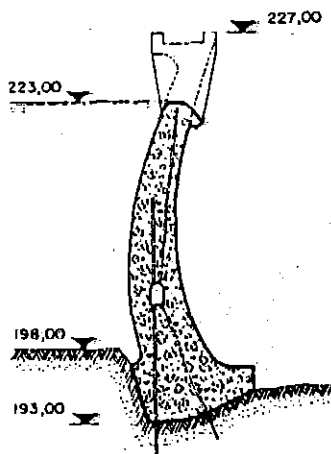


148.

Namn : La Concepción

Höjd : 90 m

Anpassbarhet
till program : Bra

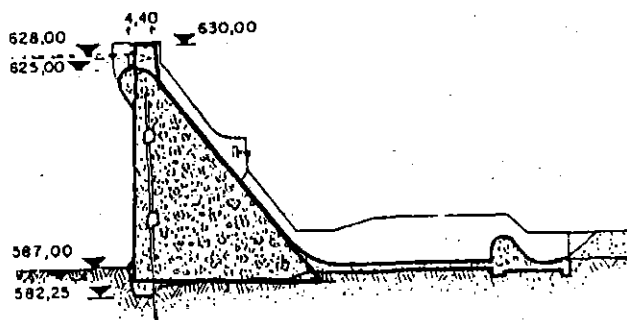


149.

Namn : Cueva de la Mora

Höjd : 34 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

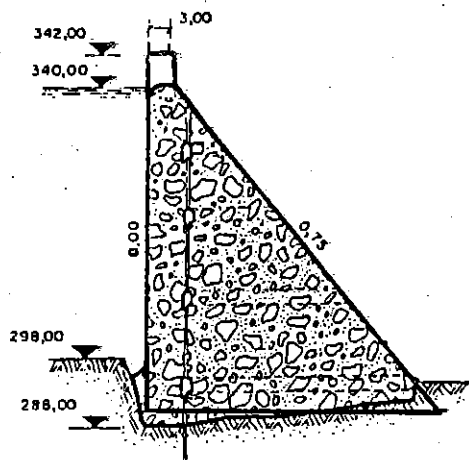


150.

Namn : Eugui

Höjd : 48 m

Anpassbarhet
till program : Bra

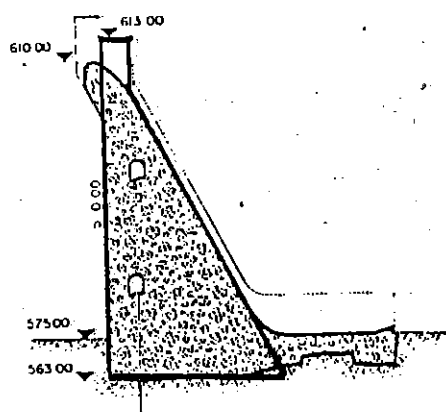


151.

Namn : Gambuesa

Höjd : 54 m

Anpassbarhet
till program : Bra

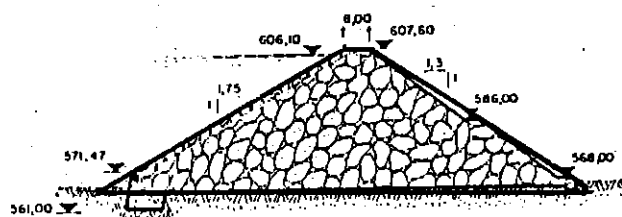


152.

Namn : Gorch-Blau

Höjd : 50 m

Anpassbarhet
till program : Bra

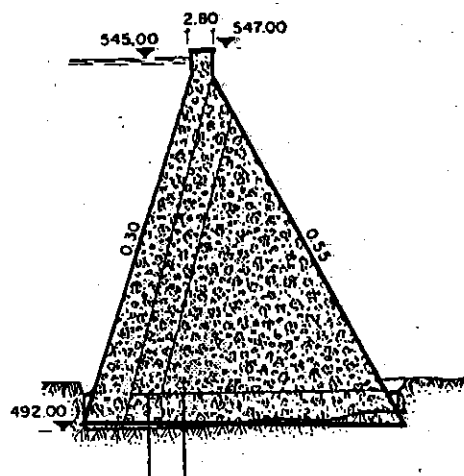


153.

Namn : Guajaraz

Höjd : 47 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam

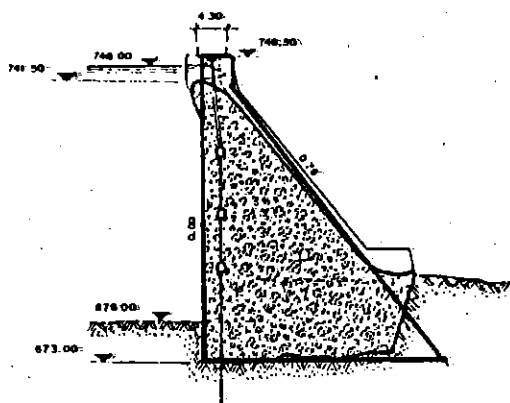


154.

Namn : Las Salas

Höjd : 55 m

Anpassbarhet
till program : Bra

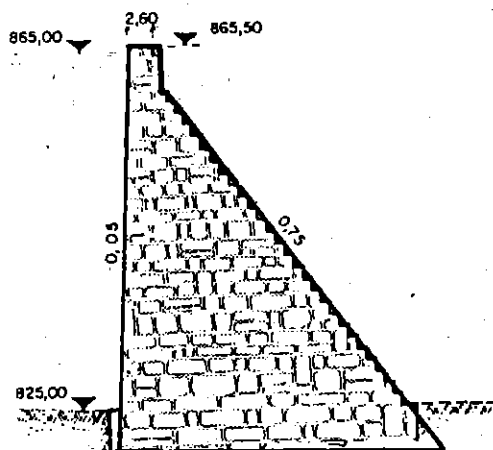


155.

Namn : Vadiello

Höjd : 76 m

Anpassbarhet
till program : Bra



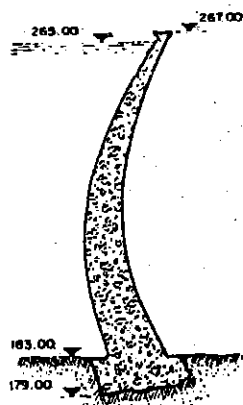
156.

Namn : El Vaquero

Höjd : 41 m

Anpassbarhet
till program : Bra

Dammar färdigställda 1972

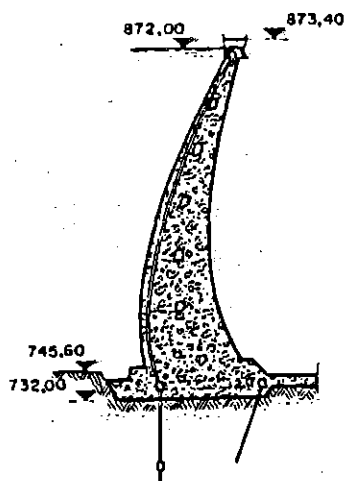


157.

Namn : Albarelios

Höjd : 88 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam



158.

Namn : Atazar

Höjd : 141 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

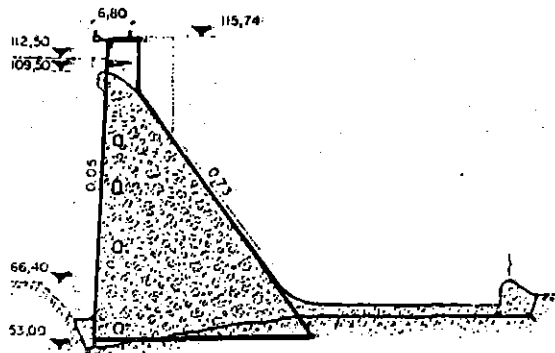


159.

Namn : Celemin

Höjd : 34 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

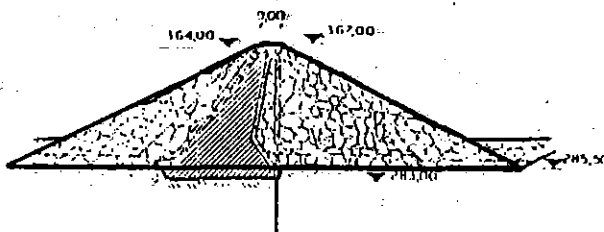


160.

Namn : Curana

Höjd : 63 m

Anpassbarhet
till program : Bra

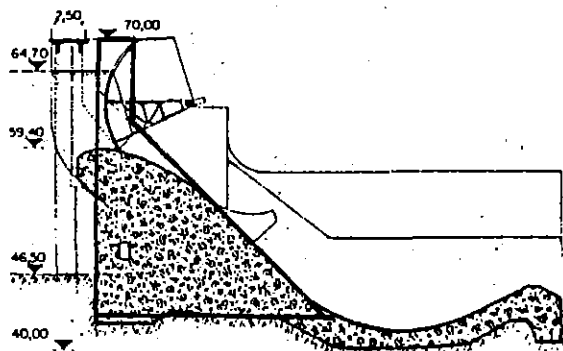


161.

Namn : Guadalteba

Höjd : 84 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

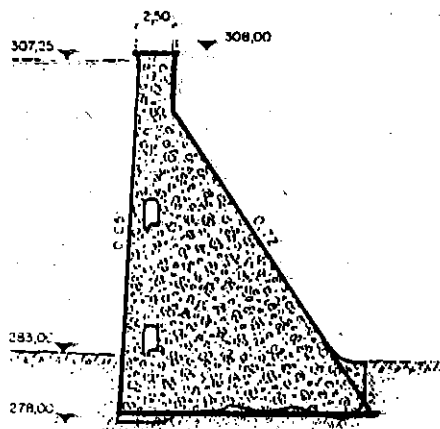


162.

Namn : Guallena

Höjd : 25 m

Anpassbarhet
till program : Dålig

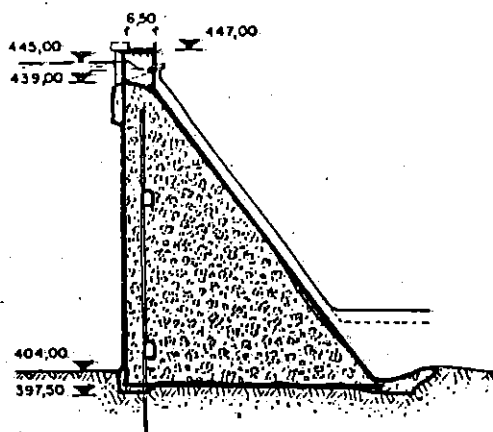


163.

Namn : Guillena Sup.

Höjd : 35 m

Anpassbarhet
till program : Bra

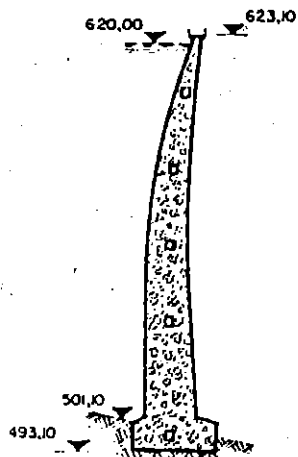


164.

Namn : Puente Nuevo

Höjd : 50 m

Anpassbarhet
till program : Bra

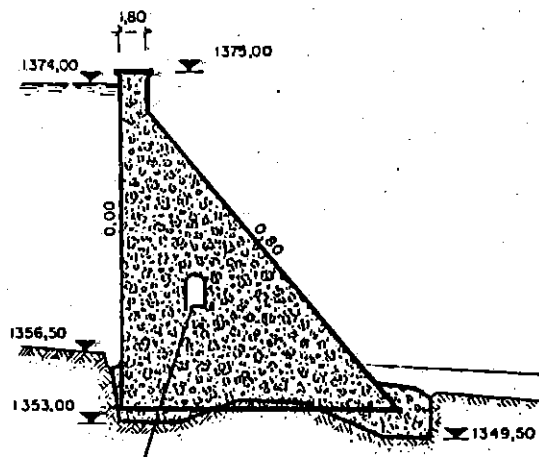


165.

Namn : Soria

Höjd : 130 m

Anpassbarhet
till program : Tveksam



166.

Namn. : Valle de los Caidos

Höjd : 25 m

Anpassbarhet
till program : Bra

6.2 Statistik och Kommentarer

Av de 166 st bedömda dammarna var 115 st gravitationsdammar, 7 st lamelldammar, 21 st valvdammar och 23 st jord och stenfyllnadsdammar.

Vid en bedömning av samtliga dammar oavsett dammtyp, fann vi att 71,1% kunde anpassas till programmet med bra resultat, 13,8% med ett tveksamt resultat och 15,1% med ett dåligt resultat.

Det är dock något missvisande att inte skilja på dammtyperna vid bedömningarna, då programmet främst är avsett att användas på gravitationsdammar.

Då man grupperar in dammarna efter sin konstruktion, blir statistiken följande:

	Anpassbarhet till program		
	Bra	Tveksam	Dålig
Gravitationsdammar	86,9%	6,9%	6,2%
Lamelldammar	85,7%	14,3%	7,0%
Valv dammar	14,3%	33,3%	52,4%
Jord och stenfyllnadsdammar	39,2%	30,4%	23,0%

6.3 Kommentarer till bedömningarna

Då vi endast hade en tvärprofil av dammkroppen att tillgå vid bedömningarna, kunde det i många fall vara svårt att avgöra om programöverensstämmelsen var bra eller dålig. Vi har då klassificerat den som tveksam.

Speciellt för jord och stenfyllnadsdammar är det nödvändigt att veta hur fyllnadsmassorna varierar längs hela dammkroppen. Vid bedömningen av valvdammar är det nödvändigt att veta utseendet på dalgångens tvärprofil vid dammläget, samt grundläggningens utseende längs dammen.

Gravitationsdammar:

I de fall då vi bedömde anpassbarheten som bra, hade dessa dammar en god överensstämmelse med programmets triangelformade damm. Grundläggningen var även i dessa fall relativt okomplicerad.

I de fall klassificeringen var tveksam eller dålig avvek formen alltför mycket från programmets dammform. Andra anledningar var en dominerande eller komplicerad grundläggning, eller dominerande avbördningsåordning.

Lamelldammar:

I våra bedömningar har vi likställt lamelldammar och massiva gravitationsdammar, då det anses att de kostnadsbesparingar man gör vid den mindre materialåtgången, delvis uppvägs av en dyrare tillverkning och den mindre volymen kan representeras som en brantare nedströmssida.

Valvdammar:

Detta var den typ som hade sämst överensstämmelse med programmet (52,4% klassificerades som dåligt anpassbara). Främst p.g.a. att grundläggningen är speciell och valvdammars volym vanligtvis inte varierar med höjden på samma sätt som gravitationsdammars.

I de fall överensstämmelsen ansågs bra, var dammarna i fråga en kombination av valv och gravitationsdamm.

Jord och stenfyllnadsdammar:

Denna dammtyp har bedömts på grundval av hur väl profilen överensstämmer med programmets samt om fyllnadsmassorna varierar med höjden på ett sätt som kan anges i programmet. I de fall överensstämmelsen var tveksam eller dålig berodde detta på att proportionen av olika material varierade starkt med höjden, eller på att speciella åtgärder måste ha vidtagits för att säkra grundläggningen och läckvägar under dammen.

7. PROVKÖRNINGAR PÅ DAMMLÄGET "SAN ESTEBAN"

7.1 Förutsättningar

Vi har valt att göra provkörningar på två alternativa dammlägen längs floden Alagón, (se situationsplan). De två lägena har vi kallat "San Esteban A" samt "San Esteban B".

För att få en uppfattning av de olika ingångsdatas relativa betydelse har vi på läge A, gjort ett antal körningar, där vi varierar parametrar såsom expropieringssäkerhet, säkerhetshöjd av damm, betongkostnad samt schakt-kostnader i hårt och mjukt material.

De grundläggande ingångsdata, har tagits fram på traditionsenligt sätt. Terrängens utseende, för de aktuella lägena, har studerats dels på karta skala 1:5.000, dels vid besiktning på plats. Terrängprofilerna har ritats upp och en bedömning av grundläggningsdjup har gjorts.

Våra provkörningar är gjorda efter det ur kartan uppskattade grundläggningsdjup. Vid vår besiktning av området fann vi dock att berget låg ytligare än vad vi först ansåg som troligt, ofta helt i dagen. En körning med den mer korrekta profilen har därför gjorts.

Markexpropieringen för området har bedömts kosta 75.000,- pts/Ha för alla nivåer. Det aktuella området har ingen fastighets bebyggelse, som skulle beröras av en översvämning. Däremot finns en väg med tillhörande bro. Vid bedömningen på kartan antog vi att bro med väg skulle kosta 8 milj. pesetas i expropiering, för låga höjder på dammen. Vi har då räknat med att en höjning av bro och väg skulle vara tillräckligt. Vid höga höjder på dammen bedömde vi att 20 milj. pesetas skulle vara rimligt i expropieringskostnader, då en total omläggning skulle bli nödvändigt. Det är dessa värden som vi har använt vid våra provkörningar. Vid besiktning av bro och väg på plats, fann vi dock att expropieringskostnaden måste revideras då värdet på dessa objekt är försummbart. Vi har därför gjort en körning med de korrekta värdena på expropieringsobjekten.

Vi har valt en "grundhypotes", med indata bestämda efter studier av dammlägena på karta skala 1:5.000. Ändringar är sedan gjorda utgående från denna grundhypotes.

Vid provkörningarna har vi givit indata på profilerna tätare än vad som normalt görs, detta för att komma ifrån de interpolationsfel som annars uppstår vid beräkningen av betongvolymen, se kap 5.1. På en körning har vi även varierat avståndet mellan de planimetrerade ytorna för magasinsberäkningen från normala 5 m till 10 m.

Resultatet av hypotes 1, 2, 5 och 6 har redovisats i diagramform. Resultatet av övriga hypoteser har ej redovisats då skillnaderna mellan ändringarna och grundhypotesen är relativt små. Jämförande diagram för dessa hypoteser skulle alltså inte visa resultaten med önskad tydlighet.

7.2 Provkörningar med indata bestämda efter besiktning på plats

<u>Provkörning</u>	<u>Namn</u>	<u>Anmärkning</u>
1	"San Esteban A"	Indata korrigerade efter besiktning på plats.
2	"San Esteban B"	Indata korrigerade efter besiktning på plats.

7.3 Provkörningar med indata bestämda efter bedömning på karta skala 1:5.000

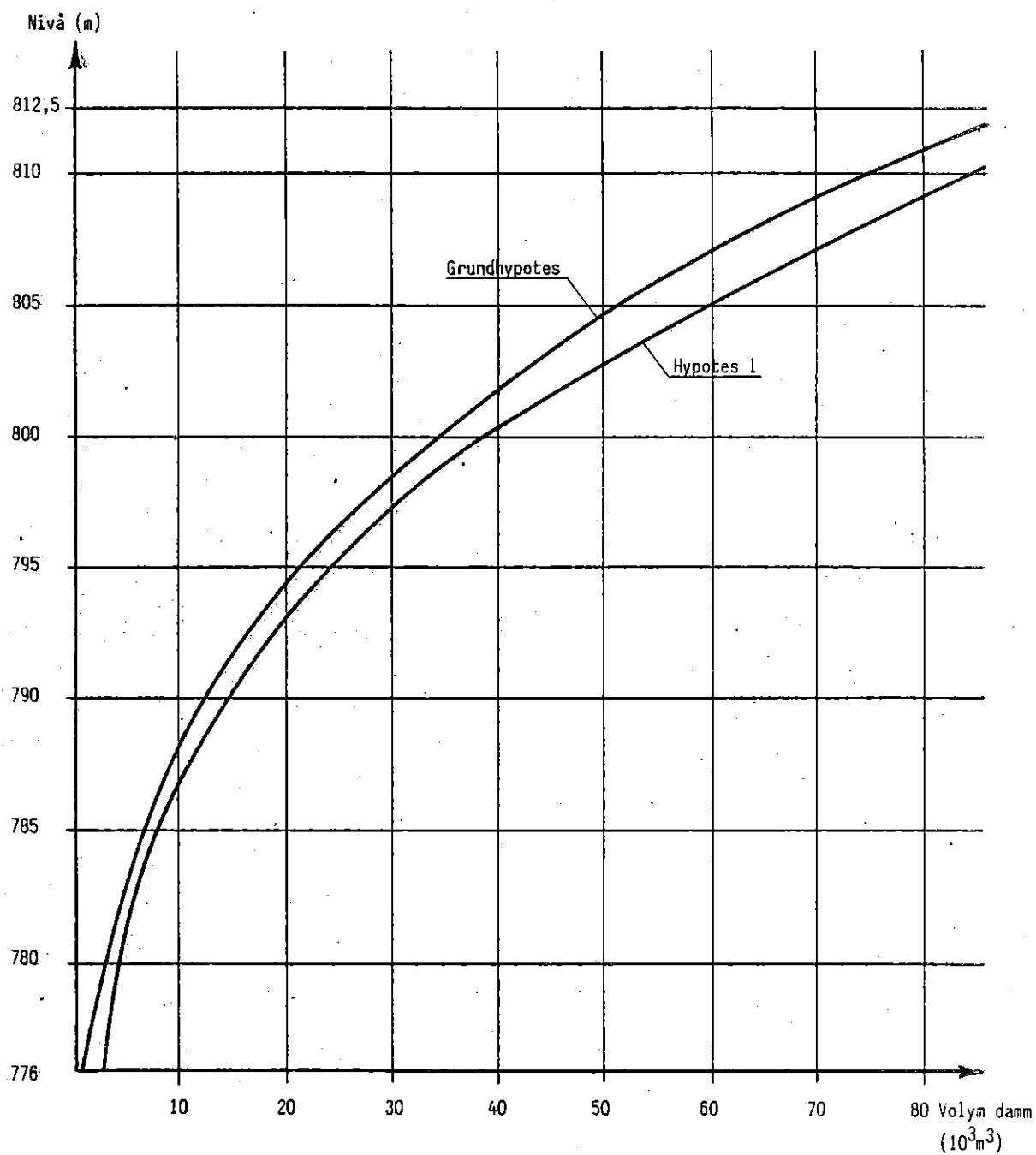
Läge "San Esteban A"

<u>Provkörning nr.</u>	<u>Hypotes nr.</u>	
3	Grundhypotes:	12 nivåer givna för profilen 10 nivåer givna för magasinet Säkerhet damm: 2 m Säkerhet expr. 2 m Faktor för extra grundläggning 0,05 Kostnad betong 7.000–8.000, –pts/m ³ Kostnad schakt i hårt material 5.000–4.000, – pts/m ³ Kostnad schakt i mjukt material 1.600–1.200, – pts/m ³
<u>Ändringar från grundhypotesen</u>		
4	1	4 nivåer för profilen
5	2	6 nivåer för magasinet
6	3	Säkerhet damm 0 m
7	4	Säkerhet damm 4 m
8	5	Säkerhet expropriering 0 m
9	6	Säkerhet expropriering 4 m

<u>Provkörning nr.</u>	<u>Hypotes nr.</u>	<u>Ändringar från grundhypotesen</u>
Kostnad betong:		
10	7	-20%, 6.400-5.600,- pts/m3
11	8	-10%, 7.200-6.300,- pts/m3
12	9	+10%, 8.800-7.700,- pts/m3
13	10	+20%, 9.600-8.400,- pts/m3
14	11	+30%, 10.400-9.100,- pts/m3
Kostnad schakt i hårt material:		
15	12	-20%, 4.000-3.200,- pts/m3
16	13	-10%, 4.500-3.600,- pts/m3
17	14	+10%, 5.500-4.400,- pts/m3
18	15	+20%, 6.000-4.800,- pts/m3
19	16	+30%, 6.500-5.200,- pts/m3
Kostnad schakt i mjukt material:		
20	17	-20%, 1.280-960,- pts/m3
21	18	-10%, 1.440-1.080,- pts/m3
22	19	+10%, 1.760-1.320,- pts/m3
23	20	+20%, 1.920-1.440,- pts/m3
24	21	+30%, 2.080-1.560,- pts/m3

7.4 Inverkan av profildatas täthet på dammvolymen för varierande höjder

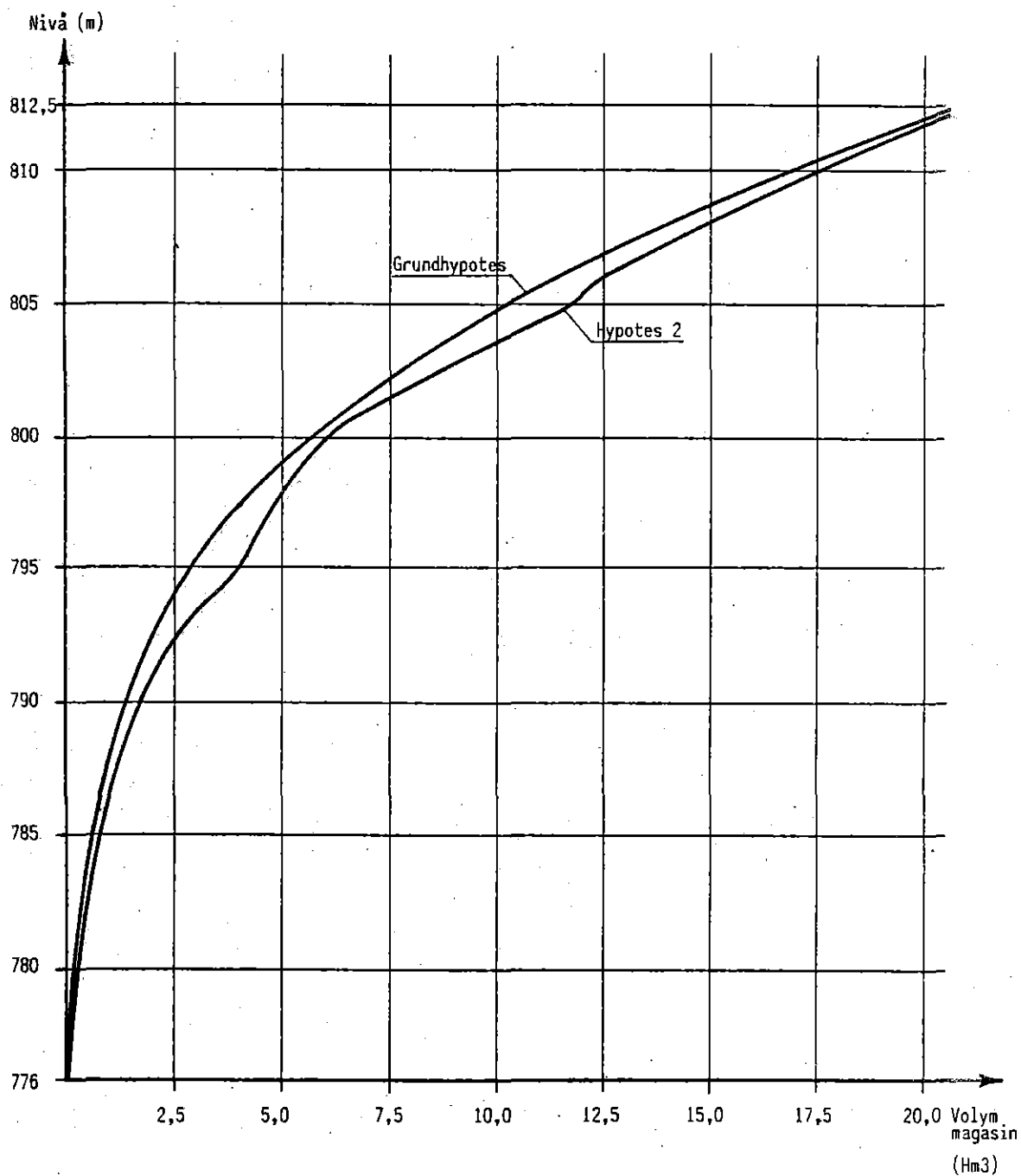
Profilen given med 4 nivåer (Hypotes 1)



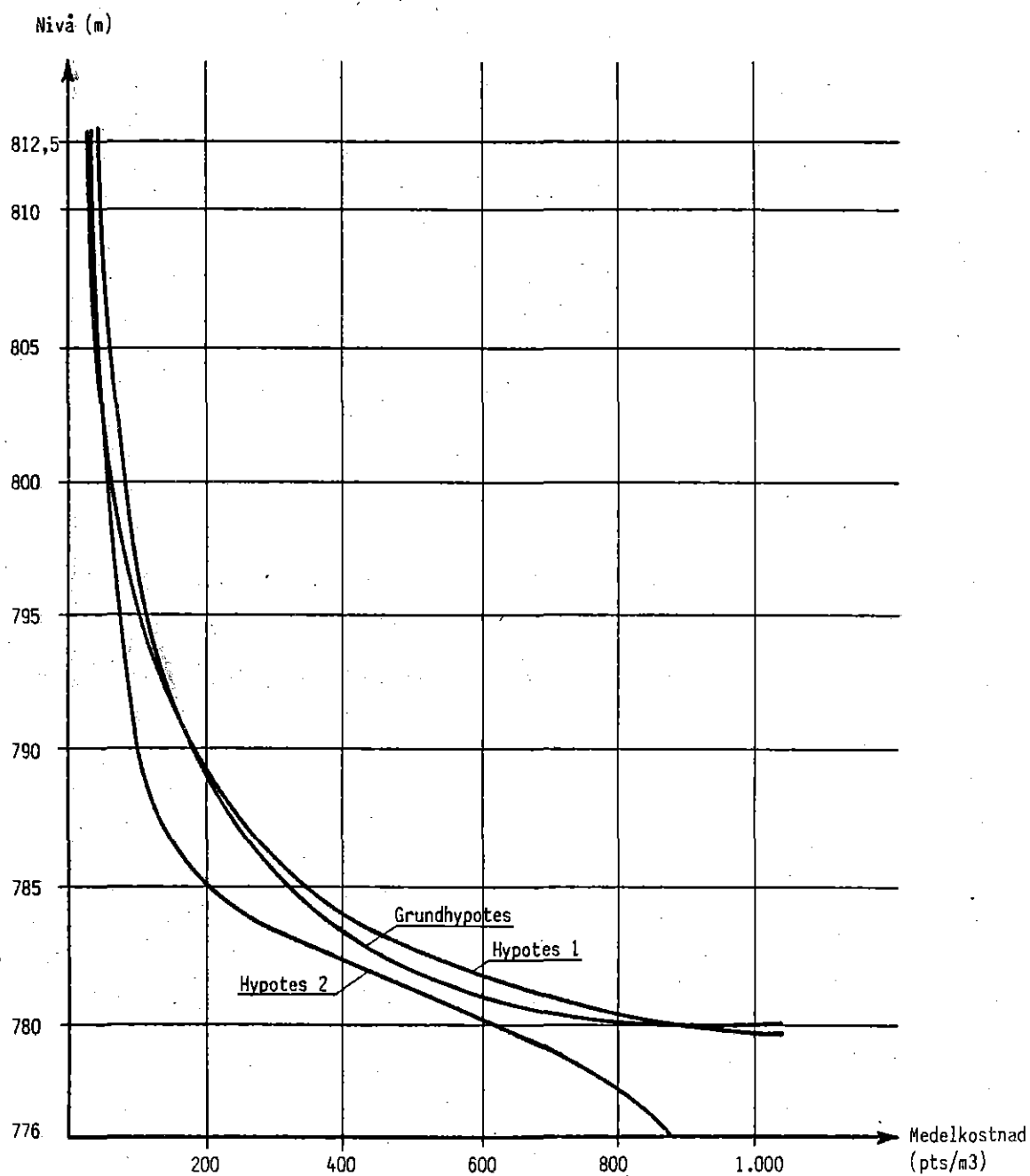
7.5

Inverkan av nivåkurvornas täthet på magasinvolymen för varierande höjder

Nivåkurvor planimetrerade var 10:e meter (Hypotes 2)



7.6

Profil och nivåkurvornas täthets inverkan på medelkostnaden för varierande höjder

7.7

Säkerhetshöjden på expropieringars inverkan på expropieringskostnaden
vid varierande höjder

