

平成 13 年度 国立天文台委託調査研究報告書

「アタカマサブミリ波望遠鏡実験  
10m アンテナ基礎の試験的製作とその調査研究」

## 調査報告書

平成 14 年 3 月 1 日

(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル

本報告書は、国立天文台よりの調査研究委託を受け、アタカマサブミリ波望遠鏡実験 10m アンテナ基礎の試験的製作とその調査研究の結果を取りまとめたものである。

平成 14 年 3 月 1 日

(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル

---

---

「アタカマサブミリ波望遠鏡実験  
10m アンテナ基礎の試験的製作とその調査研究」

目次

1. 調査の背景.....	1
2. 調査の目的.....	1
3. 調査の範囲.....	1
1) ASTE 10m 鏡用コンクリート基礎の試験的製作	1
2) コンクリート基礎の性能に関する調査研究	2
4. 基礎の試験的製作とその調査研究.....	2
1) 基礎製作の概要	2
(1) 測量	2
(2) 掘削工事	2
(3) 鉄筋工事	2
(4) 型枠工事	3
(5) コンクリート工事	3
(6) アンカーボルトとアンカーフレームの製作	5
(7) 埋戻し	5
2) モニタ環境（コンクリート基礎温度計測装置）の概要	6
(1) モニタの目的	6
(2) 計測装置の概要	6
3) 基礎製作実施スケジュール	8
4) 基礎製作時の状態（モニタ結果）	8
(1) 支持地盤面の確認	8
(2) 打設時のコンクリートの空気量と温度	8
(3) 打設後のコンクリート温度	9
(4) コンクリートの強度発現状況	10
(5) アンカーボルト・フレームの製作・設置の精度	11

---

5. 将来の基礎・その他構造物製作のための調査事項.....	12
1) 基礎製作工法の検討	12
2) 場所打ちコンクリート打設方法の検討	12
3) 高地作業の安全管理	13
4) 課題と対策	14
(1) 環境影響評価および開発許認可取得	14
(2) 周辺土壌のアルカリ性土質	14
(3) コンクリート凍結融解対策	15
5) その他の現地情報	15
(1) 建設機械	15
(2) 鉄骨構造物製作工場	16
(3) 生コンクリートプラント	16
(4) 本件関連現地業者	16
6. 結論および提言.....	17
7. 添付資料.....	19
添付－1：設計図	
添付－2：真北測量	
添付－3：基礎設置場所地形図	
添付－4：コンクリート配合と使用材料	
添付－5：基礎製作実施工程表	
添付－6：コンクリート圧縮破壊試験結果	
添付－7：アンカーフレーム製品検査結果	
添付－8：アンカーボルト設置精度検査結果	
添付－9：高地作業安全管理規定（現地業者）	
添付－10：工事写真	

# 「アタカマサブミリ波望遠鏡実験 10m アンテナ基礎の試験的製作とその調査研究」

## 1. 調査の背景

国立天文台は、チリ共和国アンデス山脈北部の山岳砂漠地帯にある観測好適地パンパ・ラ・ボラ（標高約 4800m）にアタカマサブミリ波望遠鏡実験 10m アンテナ（以下、ASTE 10m 鏡）や関連装置を移設して、サブミリ波天文観測技術の開発・評価試験と南半球でのサブミリ波観測を行なうことを主目的とする「アタカマサブミリ波望遠鏡実験（ASTE）」計画を、チリ大学と共同で進めている。同計画においては、既に野辺山宇宙電波観測所に設置され国内での評価試験を終えた ASTE 10m 鏡の現地への移設作業を、平成 13 年度の冬季（南半球の夏季）までに行なうことになっている。

「アタカマサブミリ波望遠鏡実験：10m アンテナ基礎の試験的製作とその調査研究」（以下、本件）は、ASTE 計画における開発・評価試験とサブミリ波観測の遂行に支障を来さないだけの十分な仕様を満足して、ASTE 10m 鏡の移設作業に十分に先立って製作を完了すべく実施されるものである。

また本件は、国立天文台が北米・欧州との国際共同事業として現在検討を進めている「アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）」計画のための設計開発研究としても、その直径 12m 素子アンテナ用のコンクリート基礎設計のために必要なデータを提供するものでなければならないと位置付けられている。

## 2. 調査の目的

本件の目的は、その対象場所が作業環境の厳しい高地・砂漠・僻地であることを踏まえた上で、これまでに得られている知見に基づいて ASTE 10m 鏡のコンクリート基礎を試験製作すること、および基礎の製作方法や打設時のコンクリートの状態を評価するとともに、基礎コンクリートの性能劣化を国立天文台が引き続きモニタ出来る環境を提供することである。

## 3. 調査の範囲

### 1) ASTE 10m 鏡用コンクリート基礎の試験的製作

国立天文台から提供された技術資料を踏まえ、施工場所の特殊な立地条件・気象・納入時期などに十分配慮して、技術提案書において提案した工法に基づき、ASTE 10m 鏡用コンクリート基礎（添付－1：設計図を参照）の試験的製作を行なうこと。

## 2) コンクリート基礎の性能に関する調査研究

技術提案書で提案したコンクリート基礎性能モニタ用センサ設置案の中で、国立天文台から設置指示のあった温度センサを設置して、製作時の基礎の状態(温度の時間変化)をモニタして得られた結果と、現地におけるコンクリート打設の具体的方法など、将来の ALMA 口径 12m 素子アンテナ用コンクリート基礎の製作において重要となるであろう知見を調査報告書(和文、3部)にまとめ、国立天文台に提出すること。

また、コンクリート基礎の性能劣化を引き続き国立天文台がモニタできる環境を提供すること。

## 4. 基礎の試験的製作とその調査研究

### 1) 基礎製作の概要

ASTE 10m 鏡コンクリート基礎は、入札時に提案した施工法「コンクリート場所打ち工法」で製作された。以下に、その概要を記す。

#### (1) 測量

掘削工事に先立ち、コンクリート基礎の設置方向を決定する為に国立天文台担当官の立会い下で真北方向の測量を実施した。その測量方法と結果を添付-2に示す。

#### (2) 掘削工事

掘削工事は、国立天文台により既に実施されていたボーリング試験の土質データ(REPORT GEO 99/37(REV. A) GEOTECHNICAL STUDY)に基づいて計画された。基礎設置場所の掘削前地形は、添付-3に示すとおり北西から南東方向に緩やかに傾斜(下り勾配1/40程度)しているが、概ね平坦と言える状況であった。

地表面から深さ約3.0mまでの風化岩はバックホー(バケット容量1.0m<sup>3</sup>)で、その下の溶着凝灰岩についてはバックホーに油圧ハンマーを取付けて、また掘削部底面の床付けには油圧ブレーカーを使用した。(工事写真-1~3参照)

#### (3) 鉄筋工事

コンクリート基礎の鉄筋は、現地調達した材料(A63-42H:降伏強度4200 kg/cm<sup>2</sup>)をサンチャゴの工場で所定の形状に加工した後、現場へ搬入して作業員により組立てられた。(工事写真-4参照)

#### (4) 型枠工事

型枠材料は、フーチング部および柱脚部とも米国製の鋼製型枠（EFCO metallic form-work）をレンタル会社から調達した。この鋼製型枠は、1200mm x 600mm の鋼製パネルをボルト接合して組立て、伸縮自在のサポートで所定の位置に固定するものであった。（工事写真－4，10参照）

#### (5) コンクリート工事

##### i コンクリート配合と使用材料

本件は工事期間が約2ヶ月と短期間のため、コンクリートの試験練りを行なってその圧縮破壊試験結果に基づいてコンクリート配合を決定することが不可能であった。そのため、本件と類似した施工環境（寒冷・高山地帯）において使用されている現地の標準的な配合（調合）例の中で、本件の設計図書で要求されるコンクリート仕様をほぼ満足するものを採用した。コンクリートの配合と使用材料の詳細については、添付－4に示すとおりである。

配合選定にあたっては、本件の基礎コンクリートに対して特に対応が必要な以下の事項に配慮した。

- ・ マスコンクリート対策

ASTE 10m 鏡基礎は、フーチング部は厚 1.0m x 直径 8.0m、柱脚部は厚 2.7m x 直径 3.5m の正八角形であり、それぞれのコンクリートの打設断面が厚いため、セメントの水和熱による内部温度と外気温の差が大きくなりひび割れが発生する恐れがあった。その対策として、水セメント比を抑えると共にセメント量・単位水量を減らすように粗骨材最大寸法を 40mm とし、混和剤（減水剤・流動化剤）を使用した。

- ・ 凍結・融解への抵抗性改善

コンクリート基礎では、昼夜の外気温の急激な変化によってコンクリートの凍結融解が毎日繰り返され、ひび割れや表面剥離が発生し、その損傷が次第にコンクリート内部に進行することが予想される。よって、凍結融解によるコンクリートの性能低下を防止するために、AE（空気連行）剤を使用して無数の微細な空気泡をコンクリート中に混入させ、水の凍結による膨張圧（体積膨張 9%）を緩和させる方策を取った。通常、コンクリート容積の 3.0%以上の空気泡混入により凍結防止効果認められ、4.0%前後で著しい効果が表れるとされている。本件では、目標空気量を 4.5%としてAE剤の混入量を決めた。

採用した配合の設計条件と本件の設計図書要求仕様とを比較して、表1に示す。

表1：コンクリート仕様比較

	採用した配合の設計条件	設計図書要求仕様
設計圧縮強度	350kg/cm <sup>2</sup>	> 225kg/cm <sup>2</sup>
スランプ	150mm	50mm < 125mm
粗骨材の最大寸法	38mm	38mm
空気量	4.5%	< 5%
水セメント比	50%	< 60%

#### ii コンクリート計量・混練・打設

コンクリート材料は、カラマの生コンクリートプラントにおいて指定配合に従って計量・乾練りしたものを、0.5m<sup>3</sup> 毎に大型の袋に詰めて現場へトラック搬送した。

袋詰めコンクリート材料は、その状態のままトラッククレーンで吊上げられ、ミキサー車の直上部にて開封され内包材料が投入された。その後、ミキサー内に混練水と混和剤を加えてコンクリートが混練された。

混練されたコンクリートは、ミキサー車を出来るだけ基礎の近くまで寄せて、シュートを使用して打設した。(工事写真－5～7, 11参照)

コンクリートの混練・打設に使用した機械類は、以下のとおり。

- ① コンクリートミキサー車：2台、
- ② 混練水用タンクローリー（計量装置付き）：2台、
- ③ トラッククレーン：1台

#### iii コンクリート養生

コンクリートが所要強度を発現する為には、打設時および養生期間中にコンクリート温度を適温に保持すると共に、急激な乾燥により水和反応に必要な混練水が失われるのを防止しなければならない。夜間の大気温度が氷点下に下がる気象条件を考慮し、コンクリートの凍結防止のために以下の養生策を打設後3日間継続した。(工事写真－8参照)

- ① 鋼製型枠をミネラルウールの綿布で覆い、強力な発熱電灯を使用してコンクリートの温度低下を防止。
- ② コンクリートの打設上面を養生膜（SIKA製のAntisol）でカバーしてコンクリート混練水の蒸発を防止。
- ③ 上記②の養生膜の上に、更にポリエステルシート（0.2mm厚）とミネラルウールの綿布でコンクリートの温度低下を防止。



## (6) アンカーボルトとアンカーフレームの製作

アンカーボルトとアンカーフレームは、現場から約 300km 離れたアントファガスタの鉄骨加工工場で製作された。その製作に際して、製作開始前に工場側担当者と設計要求次項の確認打合せを行ない、製作終了時には工場内でフレームを仮組立して精度確認の為の製品検査を行なった。

その後アンカーボルトとフレーム全体を本組みし一体化した上で、更に輸送の為に必要な補強を施して現場までトラック搬送した。現場到着後、一体化されたアンカーフレームはトラッククレーンで基礎フーチング上に置かれ、最後に人力による所定位置への微調整が行なわれた。(工事写真-9 参照)

## (7) 埋戻し

埋戻し工事は、バックホー、ダンプトラック、水タンクローリー、締固めローラー (1.5 トン) を使用して、土砂埋戻しと締固めを各層 30cm 毎に繰り返して行なわれた。チリの基準 (NCh1534/II) に従って実施した締固め度試験の結果を表 2 に示す。(工事写真-12~15 参照)

表 2 : 埋戻し土の締固め度試験結果

採取試料	M-1	M-2	M-3	M-4
層 <sup>*)</sup>	5	5	6	6
厚み (cm)	30	30	30	30
湿潤密度 (kg/dm <sup>3</sup> )	2065	2055	2093	2085
含水比 (%)	7.4	6.1	6.8	7.3
乾燥密度 (kg/dm <sup>3</sup> )	1923	1937	1960	1943
最大乾燥密度 (kg/dm <sup>3</sup> )	2054	2054	2054	2054
最適含水比 (%)	7.6	7.6	7.6	7.6
締固め度 (%)	93.6	94.3	95.4	94.6

備考 :

- a. 上表の締固め度試験は、柱脚部埋戻し(深さ 2.6m を 8 層に分けて行なった)の第 5 層目(地表部から約 1.0m)と第 6 層目(地表部から約 0.65m)で採取された試料を使用して実施された。
- b. チリの締固め度試験 (NCh1534/II) は、JIS A1210 (突固めによる土の締固め試験方法) および ASTM D2049 (Standard Test for Relative Density of Cohesionless Soils) と同様に、規定サイズのモールド・カラー・底板・ランマーを使用して規定の要領で土を締固め、土をもっとも安定な状態に締め固めることが出来る最適含水比を予測する試験方法である。締固め度とは、最適含水比で締固めた土の最大乾燥密度に対する実際に現場で締固められた土の乾燥密度の割合で示される。

## 2) モニタ環境（コンクリート基礎温度計測装置）の概要

### (1) モニタの目的

将来の ALMA プロジェクトの設計に反映する知見として、コンクリート基礎の性能劣化の一因である「外気温度の変化によりコンクリートが受ける凍結融解の繰り返し」を把握し分析するために、ASTE 10m 鏡コンクリート基礎の温度を温度測定器で測定する。

### (2) 計測装置の概要

コンクリート基礎の凍結融解回数を捕捉する温度測定器は、外気温の影響を配慮して柱脚の中央部に 6 個を垂直方向に分散して設置した。フーチング部に設置された 7 個目の温度測定器は、マスコンクリートの初期硬化時の温度上昇を確認するためのものである。

各温度測定器からの信号は、延長ケーブル、ジョイントボックス、多芯ケーブルを経てデータ集録装置に伝えられる。データ集録装置は 10 個の入力チャンネルを有し、各チャンネルのデータメモリ数は 24000 データである。データ集録期間として約 5 年間を想定し、1 日 12 回（2 時間毎に）測定するようデータの集録設定がなされている。データ集録装置からのデータ回収は、専用ケーブル (RS232C) あるいは PC カード (UMC-70A) を介して随時回収可能である。以下に、計測装置概念図と温度測定器配置図を示す。

図 1：計測装置概念図

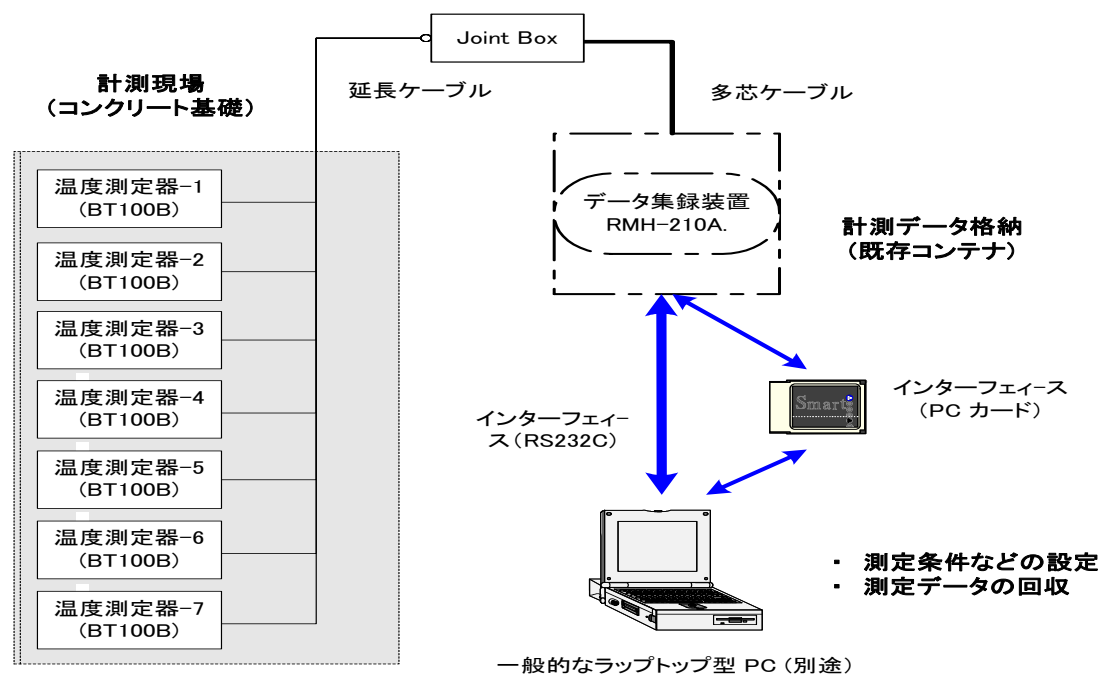
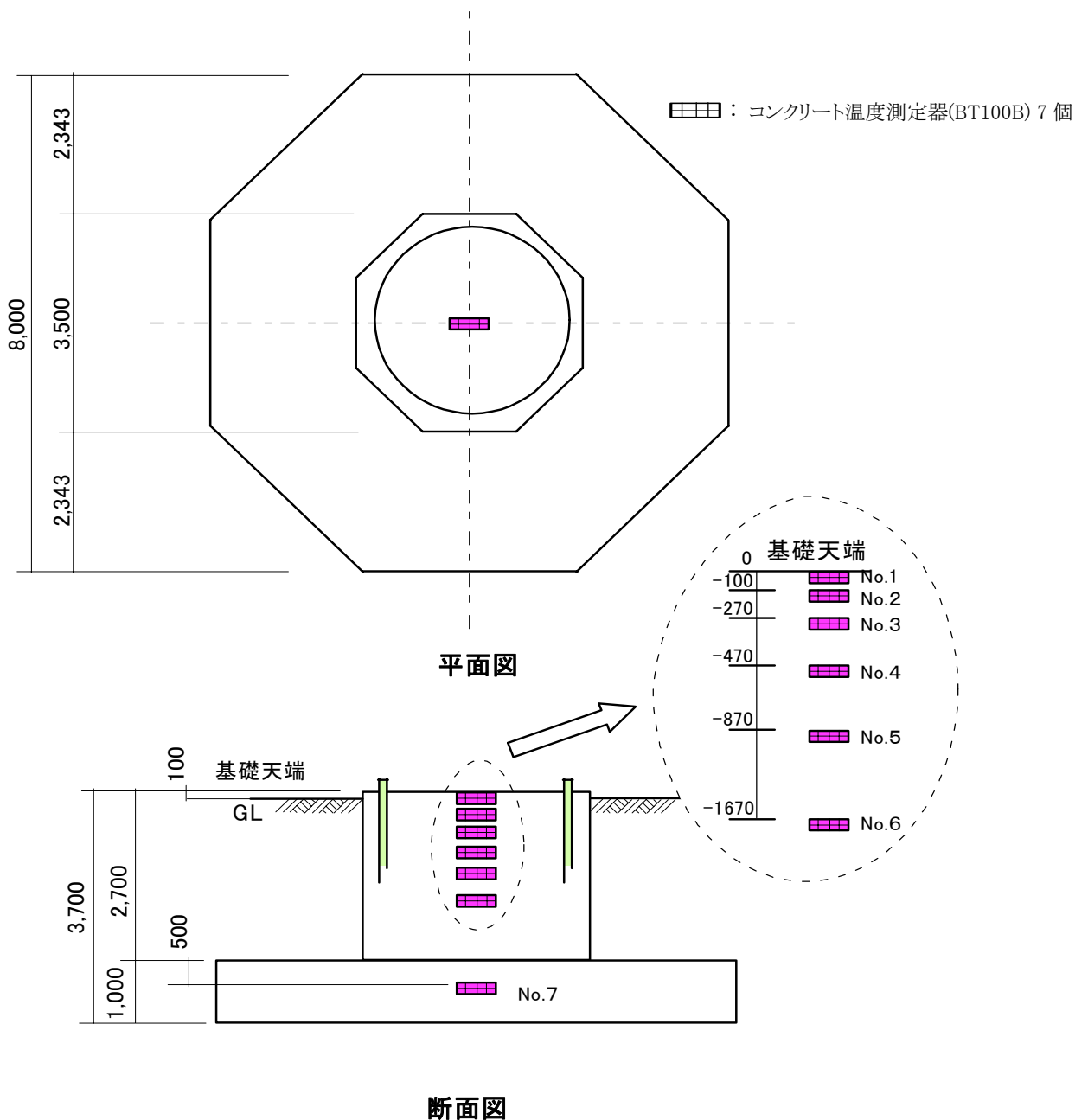


表 3 : 計測装置の構成 :

使用機材	仕様	数量
温度測定器	株共和電業 : BT100B	7 台
データ集録装置	株共和電業 : RMH-210A-1	1 台
副資材	ジョイントボックス、多芯ケーブル、延長ケーブル	1 式

図 2 : 温度測定器配置図



### 3) 基礎製作実施スケジュール

ASTE 10m 鏡コンクリート基礎の製作工事は、2001年9月21日に国立天文台で実施された入札での落札・受注を受けて準備作業に入り、2001年10月13日から同年11月30日までの期間で現地工事が行なわれた。基礎製作工事の実施工程表を添付-5に示す。

### 4) 基礎製作時の状態（モニタ結果）

#### (1) 支持地盤面の確認

ASTE 10m 鏡基礎は、その中心部付近で実施された過去のボーリングデータを基にして、地表面から深さ約 3.6m 付近に存在する溶着凝灰岩に支持されるように設計されている。

基礎構築部分の掘削作業は、上記の設定掘削深さに達する前に掘削機械の先端部アタッチメントを油圧ハンマーから油圧ブレーカーに取り換え、支持地盤面に大きなダメージを与えないよう慎重に掘り進められた。

設定掘削深さ GL-3.65m に達した時点で、掘削された表面をボーリングデータ・サンプル写真と比較して、支持地盤として設計された溶着凝灰岩が基礎下部全面で確実に現れているかどうかを確認した。

#### (2) 打設時のコンクリートの空気量と温度

本文 4. 1) (5) i. コンクリート配合と使用材料に記述されるように、基礎コンクリートの凍結融解への抵抗性を改善する為に目標空気量を 4.5% と設定して AE 剤を配合した。打設場所で採取したコンクリートの空気量と温度の測定結果は、表 4 に示すとおりである。

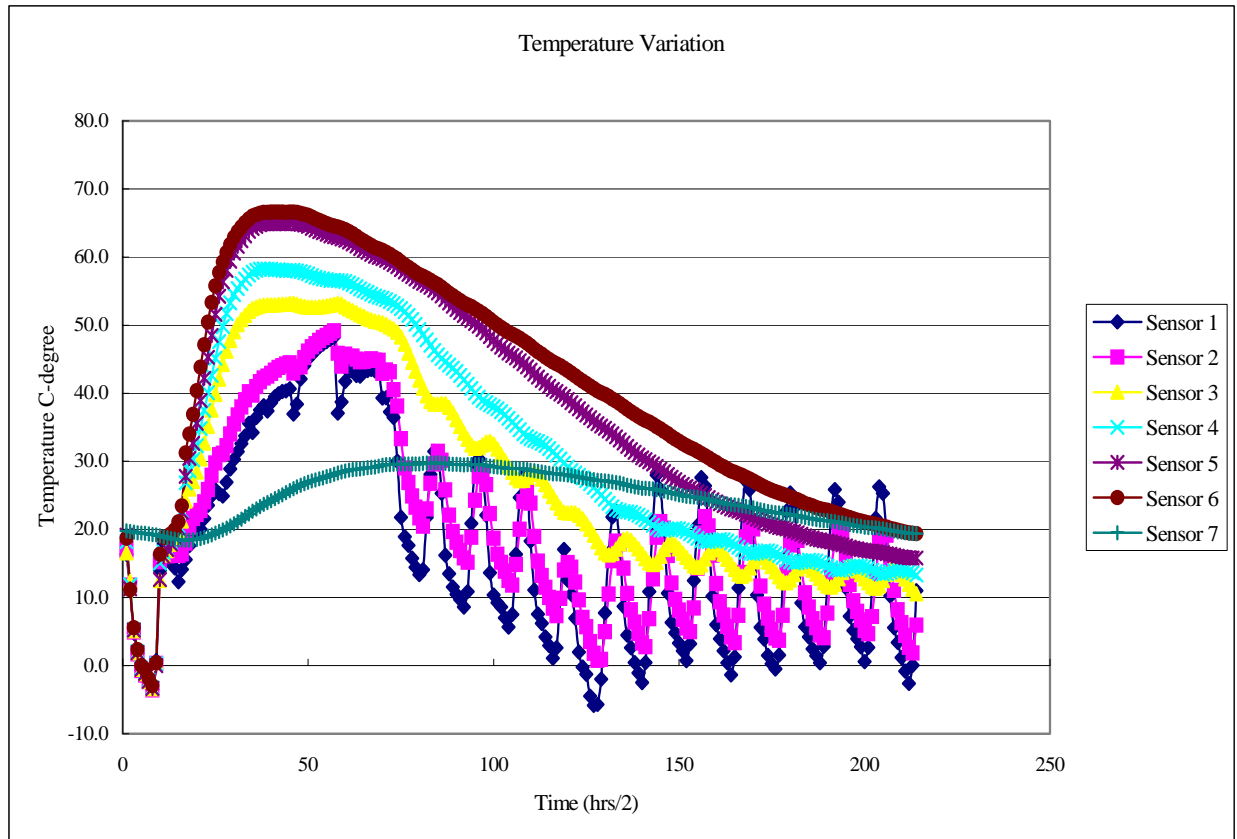
表 4: コンクリートの空気量と温度

採取部位	採取日	空気量	コンクリート温度
フーチング	11-Nov-01	3.5%	18°C
柱脚	24-Nov-01	4.0%	16.5°C

### (3) 打設後のコンクリート温度

基礎コンクリートの打設後の温度は、本文4. 2) に記述される温度計測装置によって測定された。その計測結果を図3に示す。

図3：打設後のコンクリート温度



各温度センサとも2時間毎に測定するよう設定されており、グラフ上の各ポイントがそれぞれの測定結果である。またグラフは、基礎柱脚部コンクリート打設開始の9時間程前からの測定値を示したものである。

既に13日前に打設された基礎フーチング内に設置された温度センサ7は、柱脚部コンクリート打設の影響により測定開始当初のコンクリート温度20°C程度から次第に温度が上昇していく状況を示している。

その他の温度センサ1～6は、測定開始当初はコンクリート打設前の大気温度を示しているが、打設後はそれぞれの設置位置に応じたコンクリート温度を示している。測定開始50時間付近のセンサ1と2の温度低下は降雪の影響を受けたものである。

コンクリート打設後の養生が3日間行なわれたことはこのグラフでも読み取れ、コンクリートの初期硬化時の養生が適切に行なわれたと言える。

養生終了・型枠撤去後には、基礎表面部の温度センサ1と、その下部100mmに設置された温度センサ2が、外気温の影響を大きく受けているが、

基礎表面部から 270mm 下に設置された温度センサ 3 では外気温の影響が次第に弱まり、温度センサ 4～6 では外気温の影響がほとんど見られなくなっている。

コンクリートの水和反応による硬化が進み、基礎コンクリート自体の温度が下がるにつれて、凍結融解が繰り返される状況が今後予想されるが、その状況は本文 4. 2) のモニタ用温度計測装置によって確実に捕捉出来ると思われる。

これにより、国立天文台によって引き続き行なわれる基礎コンクリートの性能劣化をモニタする環境は提供できたものとする。

#### (4) コンクリートの強度発現状況

基礎フーチング部と柱脚部のコンクリート打設時に、コンクリート供試体をそれぞれ 9 本と 6 本採取して標準養生を行ない、1 週間後と 4 週間後の圧縮破壊試験によりコンクリート強度の発現状況を確認した。カラマの試験所で行なわれた圧縮破壊試験の結果を表 5 に示す。詳細は添付-6 を参照。

コンクリート 4 週間圧縮強度平均値は、フーチング部と柱脚部でそれぞれ  $393 \text{ kg/cm}^2$  と  $385 \text{ kg/cm}^2$  であり、設計強度  $225 \text{ kg/cm}^2$  を満足している。

表 5 : コンクリート圧縮強度試験

採取部位	試験日	材令	比重	断面積	荷重	圧縮強度	平均値	
		(日)	kg/dm <sup>3</sup>	mm <sup>2</sup>	kN	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
フーチング	18-Nov-01	7	2.239	22575	683	287	302	
	18-Nov-01	7	2.255	22500	690	291		
	18-Nov-01	7	2.252	22500	774	327		
	フーチング	9-Dec-01	28	2.313	22500	1008	426	393
		9-Dec-01	28	2.278	22801	968	403	
		9-Dec-01	28	2.329	22350	894	380	
		9-Dec-01	28	2.356	22650	908	381	
		9-Dec-01	28	2.356	22350	921	391	
		9-Dec-01	28	2.336	22499	897	379	
柱脚	1-Dec-01	7	2.240	22575	627	264	263	
	1-Dec-01	7	2.230	22650	624	262		
	柱脚	22-Dec-01	28	2.292	22650	921	386	385
		22-Dec-01	28	2.298	22650	914	383	
		22-Dec-01	28	2.294	22650	899	377	
		22-Dec-01	28	2.316	22276	918	392	

## (5) アンカーボルト・フレームの製作・設置の精度

## i 製作精度

アントファガスタの工場で作成終了時に仮組立した状態で行なわれたアンカーフレームの製品検査の結果を、使用材料の証明書、製作加工図とともに添付-7に示す。アンカーフレームはアンカーボルトを所定位置に据付ける為の工事用構造物であり、製品検査の結果はその目的を十分に満たすものであると判断された。

## ii 設置精度

製品検査後に鉄骨加工工場で作成してアンカーボルトと共に一体化されたアンカーフレームは、アントファガスタからサイトまでトラック輸送され、トラッククレーンを使用して基礎フーチング上に置いた後に人力により微調整して所定位置に設置された。

アンカーフレームをフーチングに溶接にて固定後、柱脚部コンクリート打設前に実施したアンカーボルト設置精度の検査結果を添付-8に示す。その検査結果の概要は表6に纏めるとおりである。

アンカーボルト 12 本はアンカーフレームの上下二段のテンプレートに固定された状態でセットされており、基礎工事の後に引き続いて行なわれるアンテナ機材設置側の要求（アンカーボルト群の方位精度：真北方向に対する許容誤差 $\pm 0.5^\circ$ ）の範囲内として受認された。

表6：アンカーボルト設置精度の概要

検査項目	検査結果
1. ボルト全体の水平方向位置	東西基準線に対して南側に 0.5mm、南北基準線に対して西側に 2mm
2. 各ボルトの鉛直方向位置	基準高さから-1.0 ~ 0mm
3. 各ボルトの鉛直方向倒れ	1/450 ~ 0 (0.13° ~ 0°)
4. 基礎中心からの各ボルト位置	全ボルトが上下二段のテンプレートに固定してセットされ、コンクリート硬化後に上部テンプレートは元の形状を維持して取外しが可能な状態であり、各ボルトの相互位置は問題なしと判断された。
5. ボルト相互間の位置	

## 5. 将来の基礎・その他構造物製作のための調査事項

### 1) 基礎製作工法の検討

将来の ALMA プロジェクトでは約 200 基の口径 12m 素子アンテナ用コンクリート基礎が予定されている。それらの基礎は気象・作業条件の過酷な高地に広範囲に散在して設置されることが予想されるが、設置場所の立地条件、そこへのアクセス条件、要求製作スケジュール等が現段階では不明である。

#### i コンクリート場所打ち工法

本件の実績により、コンクリート場所打ち工法が ALMA プロジェクトの基礎あるいは他のインフラ施設の工事でもコンクリート打設工法の 1 選択肢として検討に値することが証明された。しかしながら、気象・作業条件の過酷な高地での作業に多大の労力・資機材を投入するのは安全性・効率性・コストの面から可能な限り避けるべきであり、現地作業を最小限に留めてそれを更に短期間に省力化して行なうよう計画する必要がある。

#### ii PCプレハブ工法

同形状のコンクリート部品を多数製作する時に採用される工法としては、プレキャストコンクリート (PC) によるプレハブ工法が一般的である。気象・作業条件がより良好な場所で製作した PC 製品を使うことにより現地作業の軽減が可能となる。コンクリートボリューム 100m<sup>3</sup> 程度の大型基礎をどのように PC 化するかは、設置場所の立地条件・運搬方法等も考慮して検討する必要がある。

現実的な基礎製作工法としては、個々の基礎の施工条件に応じて場所打ち工法と PC プレハブ工法のいずれかが単独で、あるいは併用して採用されることになる。今後の設計と調査により、基礎の設置場所・その地形と地質・製作スケジュール・関連する他の施設等が明確になった時点で、安全・品質・工程・コスト等の比較分析を行ない、それぞれの基礎に対して最適な工法を選択する必要がある。

### 2) 場所打ちコンクリート打設方法の検討

場所打ちコンクリート打設方法は、個々のコンクリート打設場所の施工条件と、コンクリートの材料調達／計量／混練／運搬／打設／養生とを組み合わせで検討すべきである。

本件で採用した場所打ちコンクリート打設方法は、コンクリートボリューム 90m<sup>3</sup> を 1 箇所に 2 回に分けて打設するという本件独自の施工条件に対応したものであった。最寄りの生コンクリートプラントがサイトから約 160km 離れた



カラマ市にあった為に、指定配合の乾練りコンクリートを 0.5m<sup>3</sup> 詰め大型袋でトラック輸送し、トラッククレーン・ミキサー車・水タンク車を使って打設場所の近くで加水・混練して、練り上げたコンクリートをシュートで打設した。

ALMA プロジェクトでは、アンテナ基礎だけでも 20,000m<sup>3</sup> (100m<sup>3</sup> x 200 基) 以上のコンクリート量が見込まれるが、他のインフラ施設のコンクリート量については不明である。これらのコンクリートの要求施工速度はどの程度か、その内の場所打ちコンクリートはどの位になるか、専用生コンクリートプラントが必要な場合どこに設置するか等々の検討は、今後の Project 全体計画案を待たねばならない。場所打ちコンクリート打設方法の検討に際しては、以下の事項に注意すべきである。

- 材料調達： 骨材（砂利・砂）は、カラマ市近郊の採取場所から入手可能であるが、その物性（アル骨反応等）を確認する必要がある。
- 計量／混練／運搬： 既存生コンプラントが遠方（160km）にあることから、場所打ちコンクリートの量によっては、サイト付近に専用プラントを新設する必要がある。  
袋詰め乾練りコンクリートとコンクリートミキサー車による方法は、大量のコンクリートを打設する場合には不適（現地作業の増加）であり、セメントが風化するため乾練りコンクリートは長期保存できないという問題もある。  
どこでどのように計量／混練して、打設場所までどのように運ぶかは、検討を要する。
- 打設： 基礎コンクリートはシュート打設が可能であるが、地上構造物はコンクリートポンプ・バケット等他の手法を考えねばならない。低温時のポンプ打設は配管部分の保温対策も検討すべきである。
- 養生： 砂漠地帯で湿度が低く、昼夜の温度差が急激、風も強いことを考慮して、保温・保湿の効率的・経済的・転用可能な養生方法を検討すべきである。

### 3) 高地作業の安全管理

本件の現地工事を実施した現地業者は作業員等の安全確保のために、国立天文台の「ALMA サイトでの安全確保のためのガイドライン:ALMA 計画準備室(2001年5月28日版)」に準拠すると共に、当該業者がチリ国内で本件と類似した高地作業を行なう際に使用する規定「Procedure No.1 for Works at high Geographical Altitudes」(添付-9)にも従って工事を行なった。幸い本件に

において工事に関連する災害は発生しなかった。

ALMA プロジェクトにおいて施設建設等で高地作業に長期間従事する者の安全を確保するために、作業員の健康診断および緊急医療処置を含めた作業安全基準を検討する必要があると思われる。

#### 4) 課題と対策

##### (1) 環境影響評価および開発許認可取得

本件における環境影響に関する手続きは、工事が小規模と判断されたために工事を実施した現地業者が環境影響に関する所定のアンケートに対する回答書を準備するだけに終わった。

しかし、大規模工事となる ALMA プロジェクトにおいては、一般的に承認取得手続きに最短で 180 日程度は必要といわれる環境影響評価を実施しなければならないと予想される。環境影響評価に関する実作業とその承認、および開発許認可取得に要する期間についてチリ側関係者に十分確認して、プロジェクトスケジュールに必要な期間を反映すべきである。

##### (2) 周辺土壌のアルカリ性土質

国立天文台の資料「Geotechnical Study of ALMA Site Foundation in the Cerro Chascón Science Preserve : Volume 6 Number 3 (2001)」によると、ASTE 基礎部を含む ALMA サイト周辺で実施された土質調査の結果、採取試料の全てに基礎コンクリートにアルカリ骨材反応を起こさせる成分 (Sanidine(玻璃長石) : 珪酸塩(シリケート) 鉱物の一種) が含まれていたと報告されている。

アルカリ骨材反応を抑制するには、サイト周辺で発見されたような反応性鉱物、アルカリイオンや水酸基イオン、および水分の共存を防ぐことであり、一般的な方策として以下が挙げられる。

- a 反応性鉱物を含まない安全と認められる骨材を使用
- b 低アルカリ形ポルトランドセメントの使用
- c 高炉セメントあるいはフライアッシュセメントのような混合セメントの使用
- d コンクリート中のアルカリ総量の規制
- e 低水セメント比のコンクリート配合
- f アルカリ骨材反応抑制剤をコンクリートに混入
- g コンクリート表面に撥水材等を塗布

長期に渡って使用される ALMA プロジェクトのコンクリート基礎は、アルカリ骨材反応を抑制するための対策を十分検討して設計されるべきである。

### (3) コンクリート凍結融解対策

本文4.3) (3) 打設後のコンクリート温度に示されるように、基礎コンクリートは外気の急激な温度変化(20～30℃)の影響を受けて、凍結・融解を毎日繰り返す恐れが高い。コンクリートの凍結・融解対策としては以下が挙げられるが、ALMAプロジェクトの対象施設の重要度と費用対効果を分析して、採用する対策を選択すべきである。

- a コンクリートの凍結・融解への抵抗性を改善する
  - ・ コンクリートにAE剤を混入
  - ・ 低水セメント比のコンクリート配合
  - ・ コンクリート表面に撥水材等を塗布
- b コンクリートに対する外気温の影響そのものを減じる
  - ・ 断熱性材料でコンクリート表面を保護(カバーする部位に応じて、軽量気泡コンクリート・成形ポリスチレンフォーム等の材料を選択する)

また、ASTE 10m 鏡基礎のモニタ完了時(あるいは適当な時期)にコンクリート基礎からコアを抜取り、動弾性係数の低下・骨材の細孔径分布測定・気泡組織を調べることによりコンクリートの性能劣化を分析し、コンクリートの凍結・融解との関連性を更に研究してALMAプロジェクトへの知見とすべきである。

## 5) その他の現地情報

### (1) 建設機械

サンペドロアタカマやカラマでは、一般的な種類の建設機械(ダンプ・掘削機・ブルドーザー・トラッククレーン等)で、性能および仕様が標準的な機種についてはレンタルが可能である。しかし、特殊な建設機械、または一般的な種類でもその性能・仕様が標準的でない特別なもの(低温・酸素低濃度の高山作業に対応する建設機械<sup>注記</sup>)は、レンタル市場にあまり出回っていない。

ALMAプロジェクトの高山作業に使用する建設機械については、酸素低濃度による性能低下に配慮すると共に、寒冷地対策の装備がなされた機械を手配する必要がある。

現地レンタル市場で調達可能な機種について事前調査を行ない確実な情報を収集して、建設機械を使用する作業の内容・場所・時期等の条件と合わせて、レンタル建設機械の可能性あるいは他からの調達の必要性を検討すべきである。

注記) : パンパ・ラ・ボラのような高地・寒冷地で工事をする場合には、

全く同じ作業を平地でする場合と比べて、高地の低酸素濃度によって機械の能力が大きく低下する。それをカバーする為には、より大きな出力タイプの機械を選択する必要がある。また低温時の作業性維持の為に操作室・配管等の断熱性が高く、バッテリー容量も大きな寒冷地仕様の建設機械を使用する必要がある。

(2) 鉄骨構造物製作工場

比較的高品質・高精度の鉄骨製作が可能な以下の工場がある。

アントファガスタ：(Petricio Industrial、年間製作 8000～1000 トン)

サンチアゴ：(Edyce, Arrigoni, etc)

(3) 生コンクリートプラント

カラマ市（サイトから 160km）には、二つの生コンクリートプラント (PreMix, ReadyMix)があるが、いずれもコンクリートミキサー車の所有台数は 10 台程度である。大量のコンクリートが予想される ALMA プロジェクトに対して、これらのプラントから生コンクリートを供給することは困難である。

(4) 本件関連現地業者

本件に関連した現地業者リストを以下に示す。

	業種	会社名
0	工事請負業者	BESALCO, Santiago (056-2) 3344000, <a href="http://www.besalco.cl">www.besalco.cl</a>
1	建設機械	SIS (Solar Ingeniería y Servicios), Calama - Antofagasta, Enrique Toro, 09-8277227
2	生コンクリートプラント	PREMIX Calama, Pedro Aragón (Administrador), José Higuera (Jefe de Operaciones), (55) 344037, <a href="http://www.premix.cl">www.premix.cl</a>
3	鉄筋工事	ACMA Santiago, Cristina Kusch (Ventas), (2) 6411011, <a href="http://www.acma.cl">www.acma.cl</a>
4	型枠工事	EFCO Santiago, Carlos Tomasello (Gerente Area), (2) 6239891, <a href="http://www.efco-usa.com">www.efco-usa.com</a>

	業種	会社名
5	鉄骨加工	PETRICIO INDUSTRIAL, Antofagasta, Pablo Delgado (Administrador Contratos), (55) 269428, <a href="http://www.petricio.cl">www.petricio.cl</a>
6	輸送業者	TRANSPORTES CARRIZO Santiago, Alejandro Carrizo, (2) 7354755.  SIS (Solar Ingeniería y Servicios), Calama - Antofagasta, Enrique Toro, 09-8277227
7	土質・コンクリート試験場	CESMEC Calama, Tomás Mosquera, (55) 337426  CESMEC Antofagasta, Carlos Cea (55) 638200 <a href="http://www.cesmec.cl">www.cesmec.cl</a>

## 6. 結論および提言

ASTE 10m 鏡用コンクリート基礎は、チリ共和国アンデス山脈北部の標高約 4800m の山岳砂漠地帯に契約後わずか 2 ヶ月程で、コンクリートの場所打ち工法により製作された。アンテナ基礎はコンクリート量約 100m<sup>3</sup>（重量約 250 トン）のものが 1 基だけであり、日本国内の施工条件の良好な平地においてはごく普通に行なわれる工事である。

しかしながら本件は、現地工事業者との契約締結／工事用資機材準備／アンテナ据付け用アンカーボルトを要求精度内に設置する為のアンカーフレーム製作と据付／コンクリート温度モニタ装置の設置等を含めて、外地のしかも富士山よりも高い、平地とは全く異なる厳しい作業環境下において、これほどの短期間で実施されたものである。

このように本件を成功裏に完了出来たのは、国立天文台から提供された過去の調査等に基づく貴重な技術資料・現地情報と的確な指示、および工事に携わった関係各社の本件に対する責任感と熱意に依る所が大であると感謝している。

最後に、今後予定される ALMA プロジェクトの施設設計・建設計画において検討あるいは配慮すべきであると思われる事項を以下に列記する。

- i インフラ施設の設計は、気象・作業条件の過酷な高地での建設作業を最小

限に留めて、更にそれを短期間に省力化して行なえるように、施工性にも十分配慮したものとする。

- ii インフラ施設およびそれを建設するための仮設施設には、高地作業従事者の安全を確保するために日常の健康管理と緊急医療処置が出来る設備を計画する。
- iii インフラ施設等の建設業者に対しては、高地作業従事者が遵守すべき事項を安全作業マニュアルとして作成させ、作業者が確実に安全作業を励行するように管理体制を確立させる。
- iv コンクリート関連：
  - ① 外気の急激な温度変化の影響を受けるコンクリートは、その配合設計時に凍結・融解への抵抗性を改善する対策（A E 剤混和等）をとると共に、外気温の影響そのものを減じる方策（断熱性材料によるコンクリート保護）の可能性を検討する。
  - ② ASTE 基礎のモニタ完了時（あるいは適当な時期）にコンクリート基礎からコアを抜き取りコンクリートの性能劣化を分析して、凍結・融解のモニタデータとの関連性を更に研究する。
  - ③ コンクリート基礎等にアルカリ骨材反応を発生させない抑止策を検討して設計に反映させる。
- v 高地作業用の建設資機材は、過酷な施工環境に適応するものを選定して使用する。

## 7. 添付資料

添付－1：設計図

添付－2：真北測量

添付－3：基礎設置場所地形図

添付－4：コンクリート配合と使用材料

添付－5：基礎製作実施工程表

添付－6：コンクリート圧縮破壊試験結果

添付－7：アンカーフレーム製品検査結果

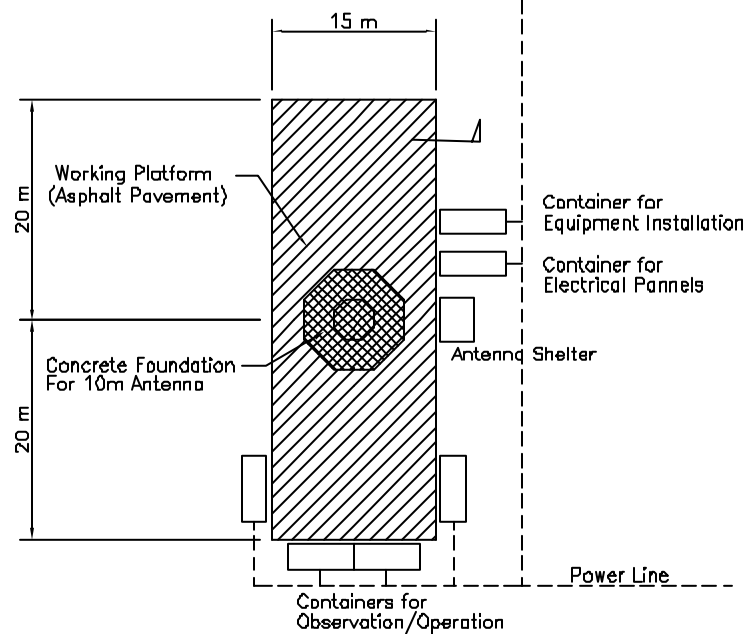
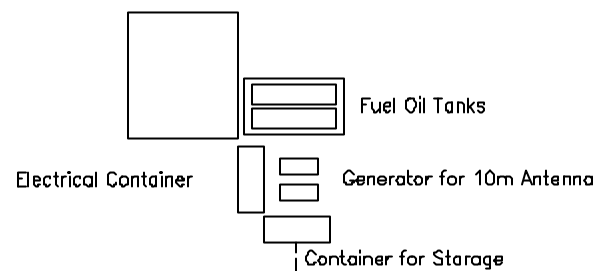
添付－8：アンカーボルト設置精度検査結果

添付－9：高地作業安全管理規定（現地業者）

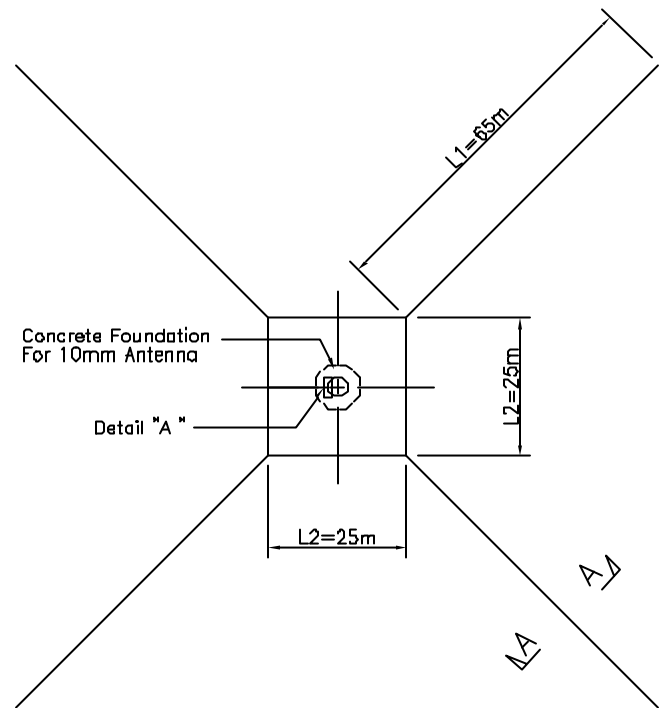
添付－10：工事写真

添付－ 1 ：設計図

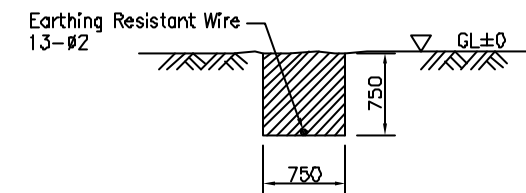




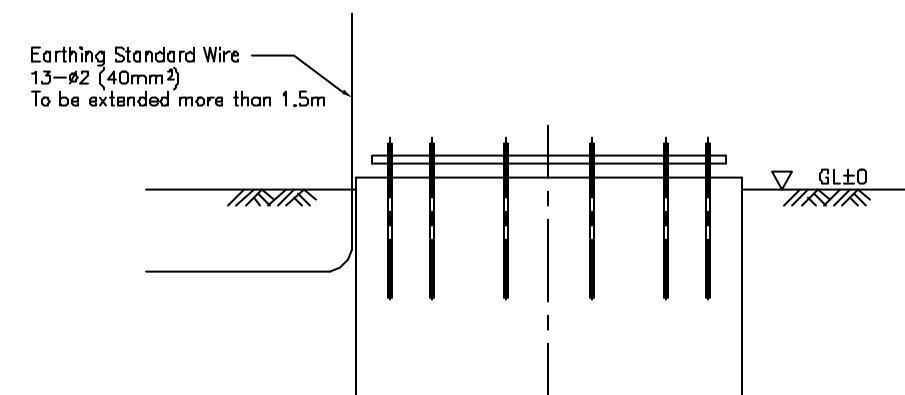
LAYOUT OF SITE FACILITIES  
S=1/500



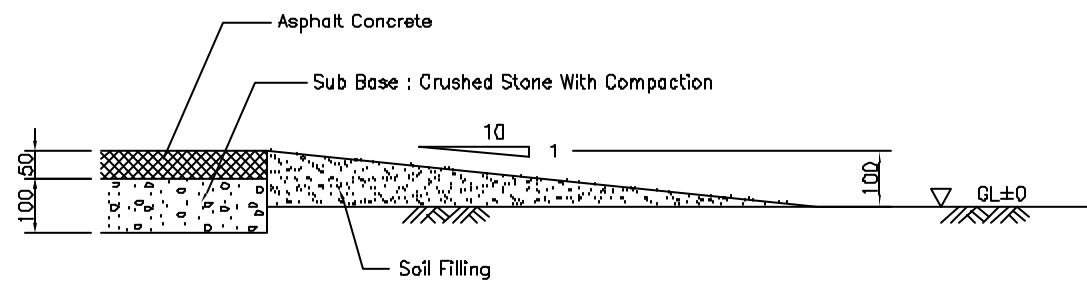
PLAN OF EARTHING WIRE  
S=1/1000



SECTION A-A  
S=1/50

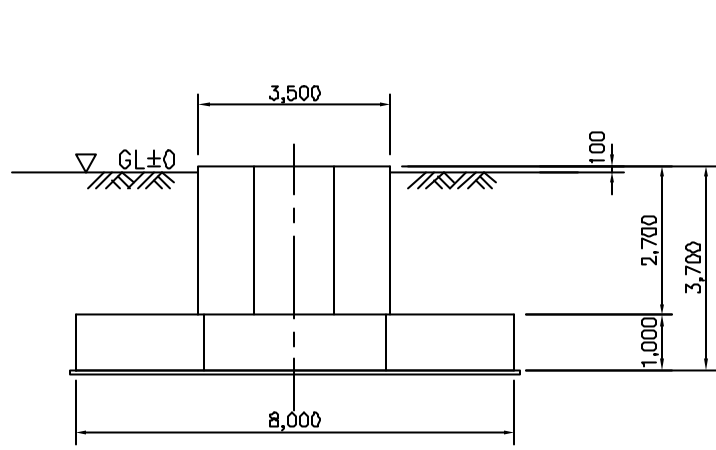


DETAIL "A"  
S=1/50

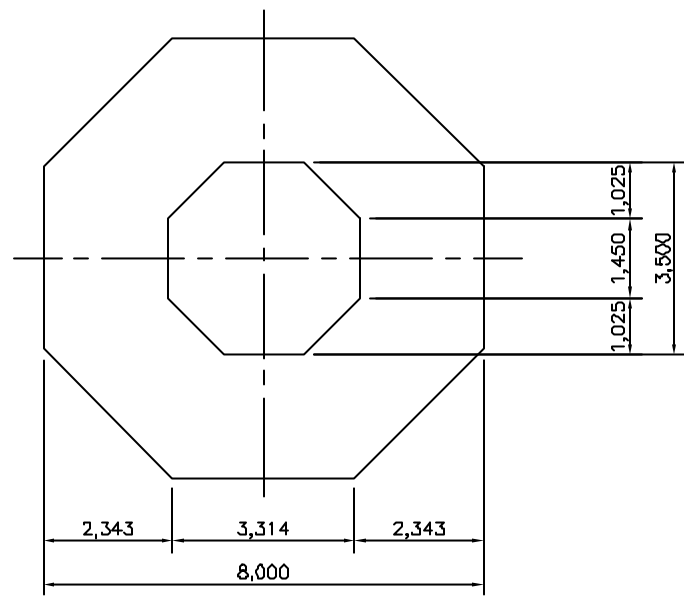


SECTION OF WORKING PLATFORM EDGE  
S=1/10

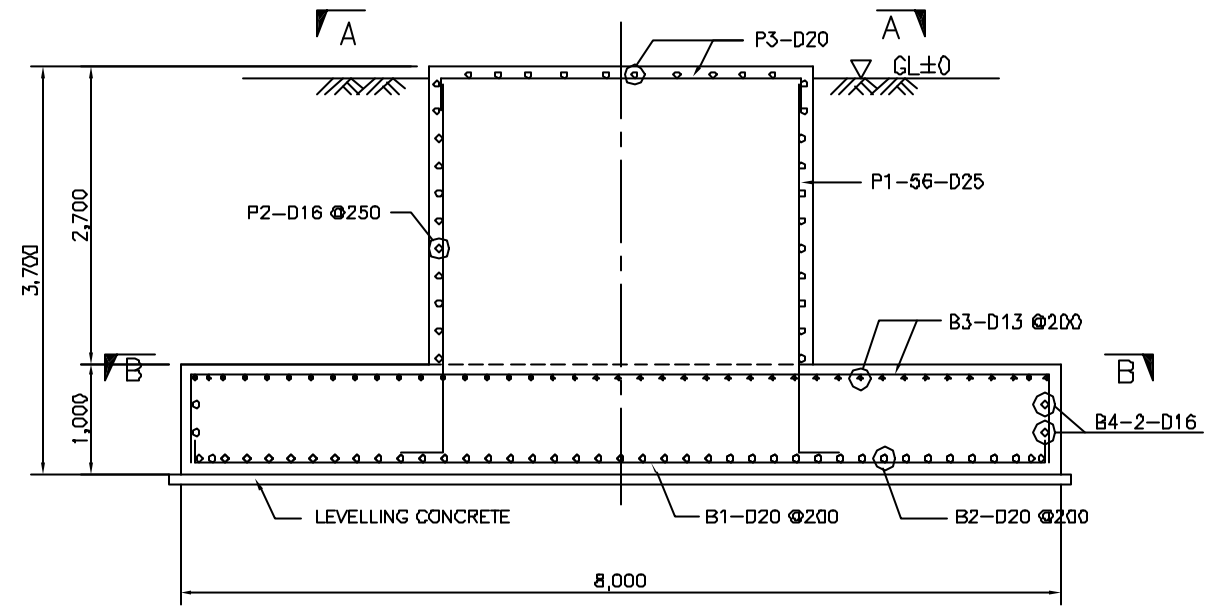
				SCALE AS SHOWN	APPROVED BY	CHECKED BY	ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT PROJECT IN CHILE
				UNITS M, MM	DESIGNED BY	DRAWN BY	
				NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF JAPAN (NAOJ)			TITLE SITE LAYOUT PLAN
NO.	DATE	DESCRIPTION	APP'D BY	REV'D BY	PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL Tokyo, Japan		DRAWING NO. ASTE-001
REVISIONS							REV. MARK 0



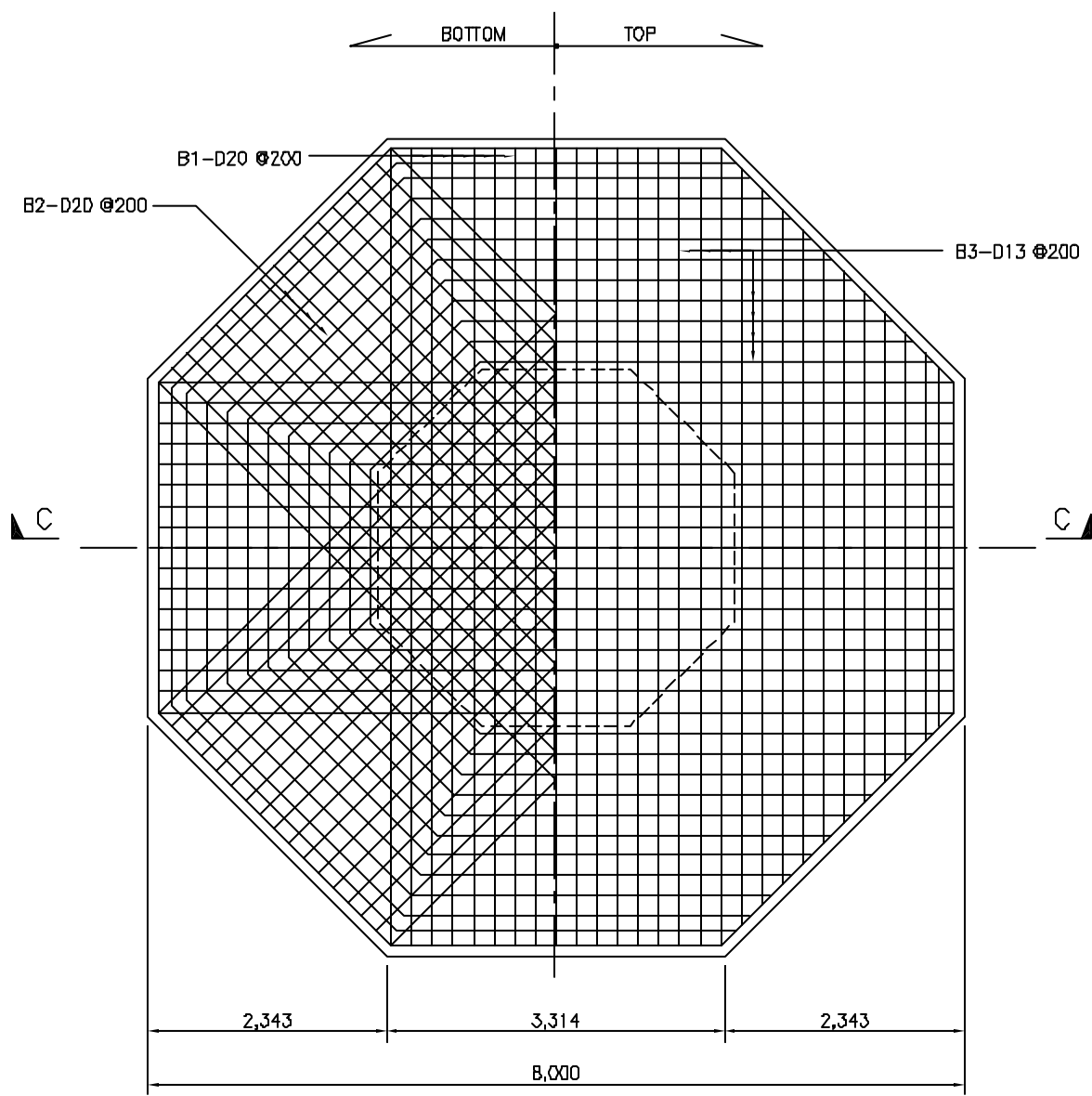
ELEVATION  
S=1/100



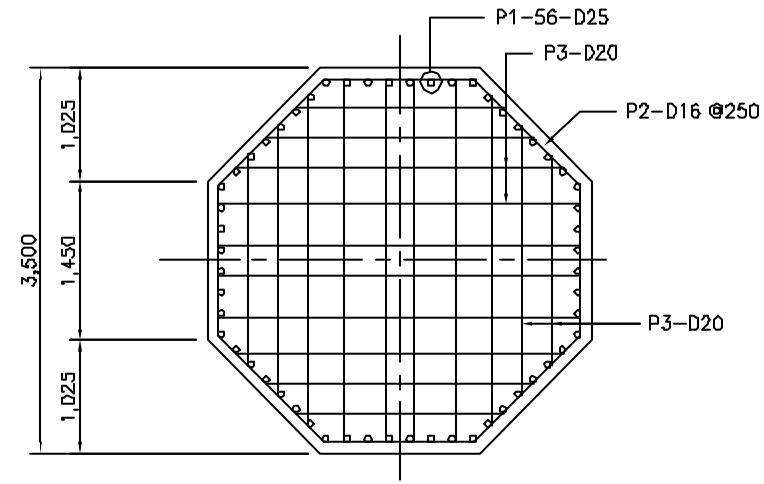
PLAN  
S=1/100



SECTION C-C  
S=1/50



SECTION B-B  
S=1/50



SECTION A-A  
S=1/50

NOTES:

1. MATERIALS :

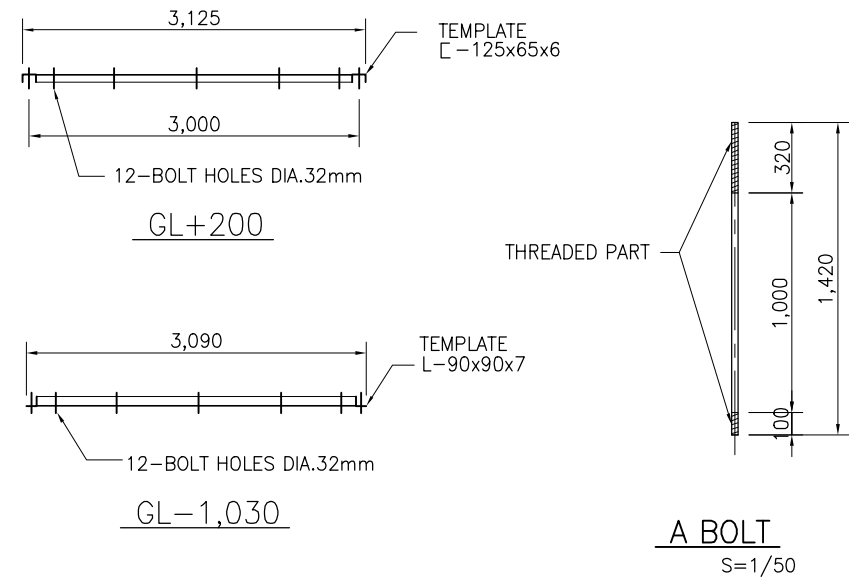
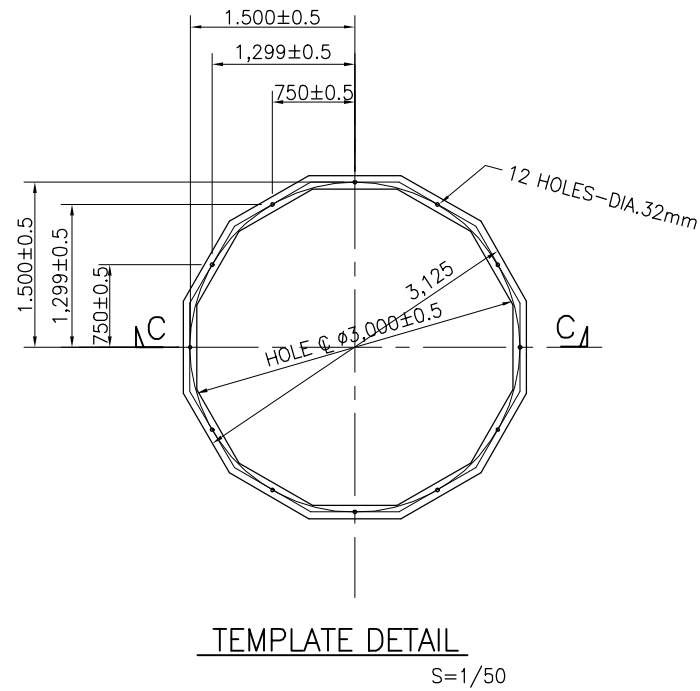
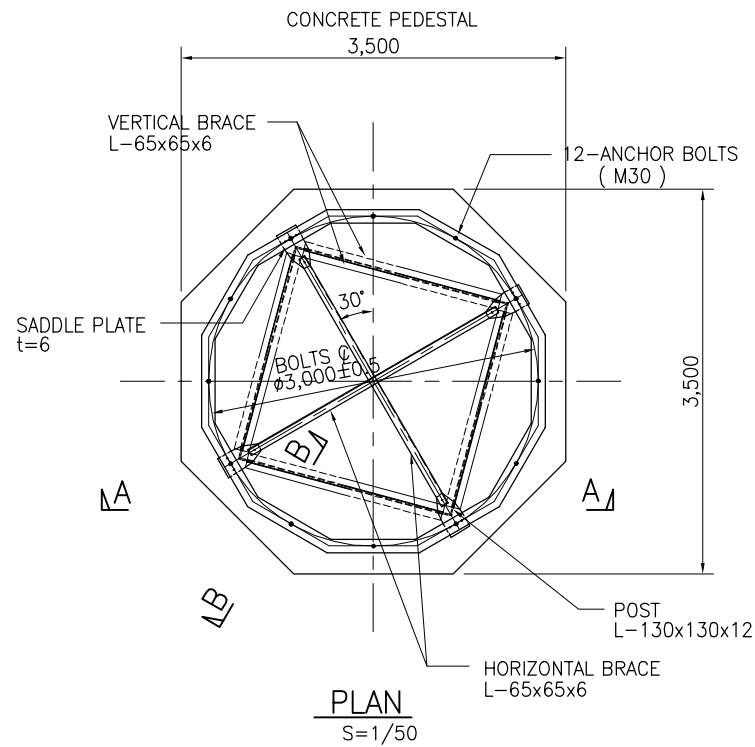
CONCRETE	FOUNDATION	GRADE 22
	LEVELLING CONCRETE	GRADE 15
REINFORCEMENT	ASTM A615 TYPE II OR SIMILAR	
	MINIMUM YIELD STRENGTH, $f_y=4000 \text{ kg/cm}^2$	

2. FOUNDATION LEVEL

FOUNDATION TO BE FOUNDED ON MASSIVE ROCK STRATUM.  
ANY DIFFERENCE IN LEVEL BETWEEN BOTTOM OF FOUNDATION AND MASSIVE ROCK STRATUM SHALL BE MADE UP WITH LEVELLING CONCRETE.  
MINIMUM THICKNESS OF LEVELLING CONCRETE SHALL BE 100mm.

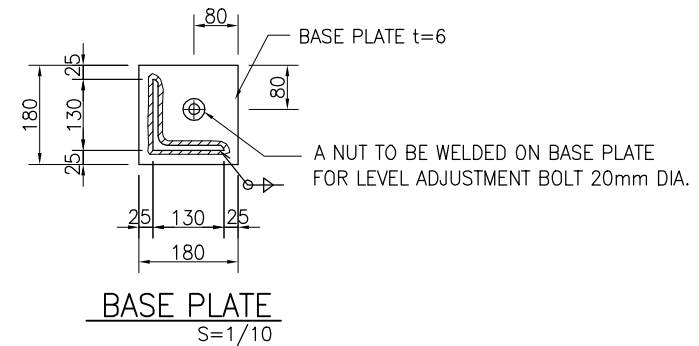
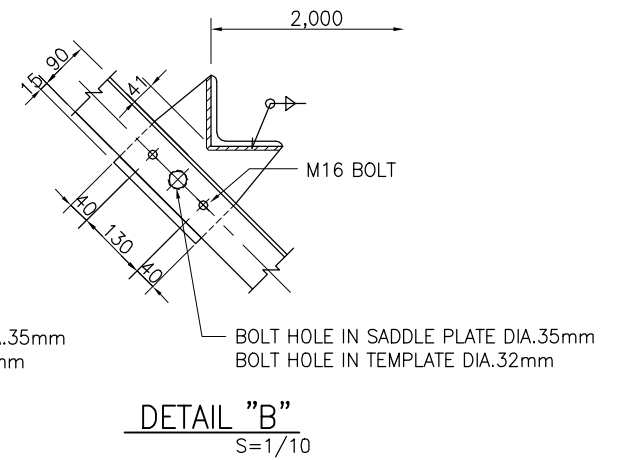
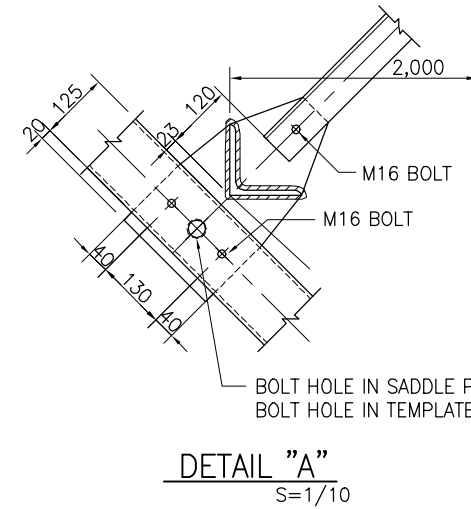
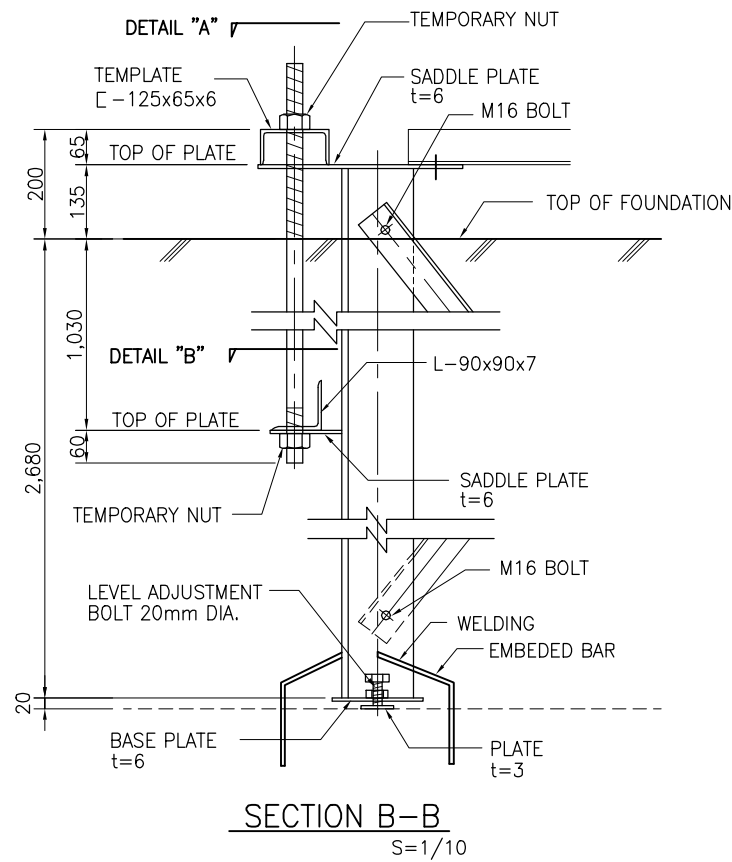
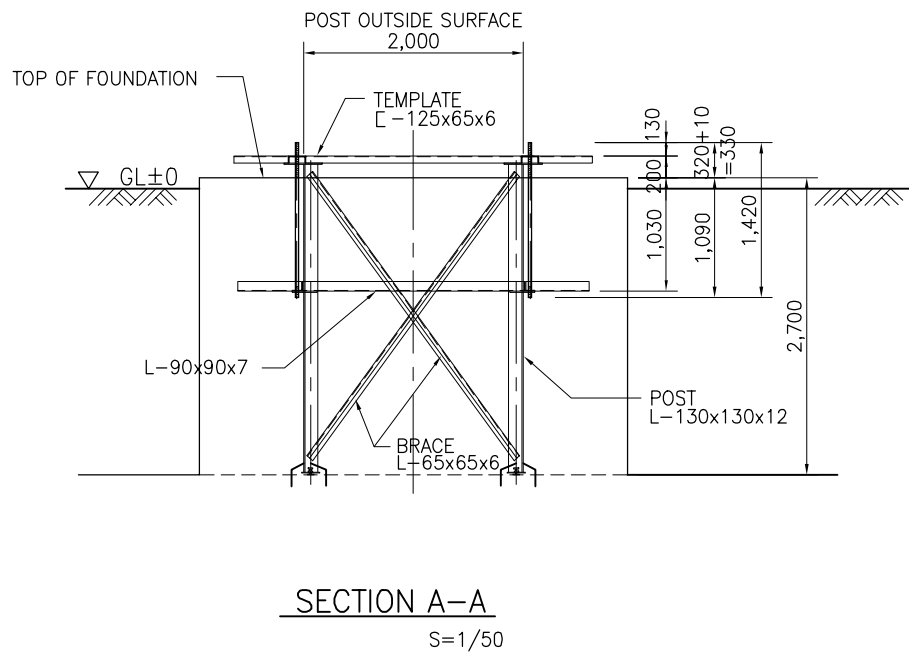
NO.	DATE	DESCRIPTION	APP'D BY	REV'D BY	SCALE	APPROVED BY	CHECKED BY	ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT PROJECT IN CHILE
					AS SHOWN	DESIGNED BY	DRAWN BY	
					MM			TITLE
								FOUNDATION FOR 10M ANTENNA
								DRAWING NO.
								ASTE-002
								REV. MARK
								0

NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY  
OF JAPAN (NAOJ)  
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
Tokyo, Japan



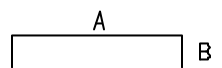
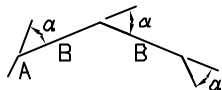
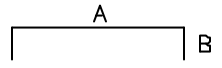
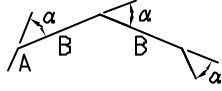
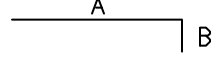
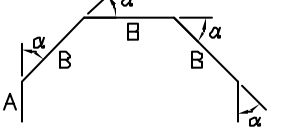
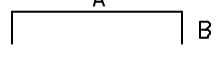
NOTES :

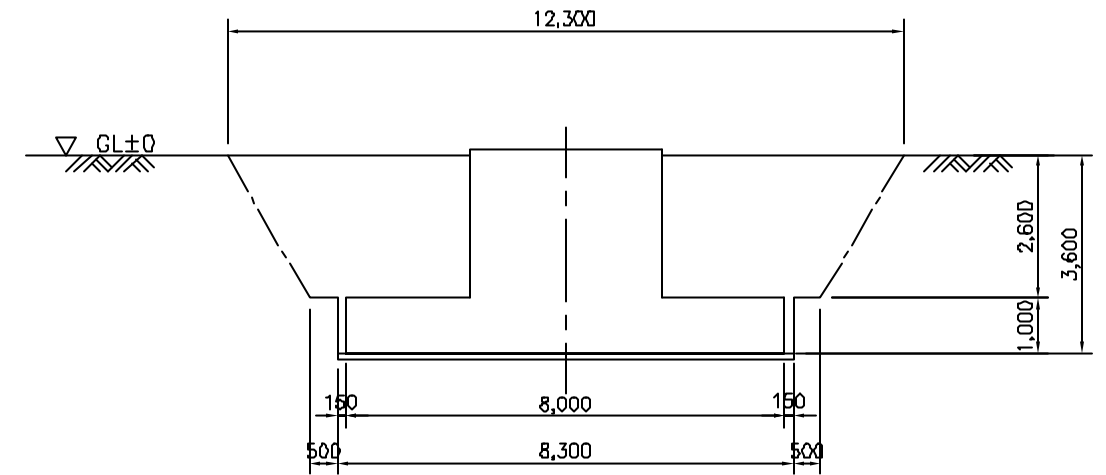
1. MATERIALS
  - 1) STEEL PLATE AND STANDARD ROLLED SHAPES  
ASTM A36 OR EQUIVALENT
  - 2) ANCHOR BOLT  
ASTE A441 (Fy=50), JIS G3101 SS400 OR EQUIVALENT
  - 3 PERMANENT NUTS FOR EACH ANCHOR BOLT  
DIAMETER : 30mm OR 1 1/8 inch
  - 3) BOLT FOR A-FRAME  
ASTM A325 OR EQUIVALENT



				SCALE AS SHOWN	APPROVED BY	CHECKED BY	ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT PROJECT IN CHILE
				UNITS MM	DESIGNED BY	DRAWN BY	
				NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF JAPAN (NAOJ)			TITLE ANCHOR BOLTS & FRAME DETAILS
NO.	DATE	DESCRIPTION	APP'D BY	REV'D BY	PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL Tokyo, Japan		DRAWING NO. ASTE-003
REVISIONS						REV. MARK ①	

BAR BENDING SCHEDULE

REF.	SIZE	TYPE	A (mm)	B (mm)	$\alpha$ (deg.)	L (mm)	NO.	UNIT WT. (kg/m)	WT. (kg)
B1	D20		7,850	200		8,250	68	2.465	1,383
B2	D20		150	3,250~ 1,545	45	5,095 AVE.	44	2.465	553
B3	D13		7,850~ 3,500	800		8,100 AVE.	78	1.040	657
B4	D16		120	3,250	45	6,740	8	1.578	85
P1	D25		3,445	375		3,820	56	3.852	824
P2	D16		810	1,380	45	5,760	22	1.578	200
P3	D20		3,290~ 1,900	300		3,685 AVE.	20	2.465	182
TOTAL								$\Sigma$	3,884



EXCAVATION  
S=1/100

		SCALE AS SHOWN	APPROVED BY	CHECKED BY	ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT PROJECT IN CHILE	
		UNITS MM	DESIGNED BY	DRAWN BY	TITLE BAR BENDING SCHEDULE	
		NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF JAPAN (NAOJ)			DRAWING NO. ASTE-004	
		PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL Tokyo, Japan			REV. MARK ①	
NO.	DATE	DESCRIPTION	APP'D BY	REV'D BY		
REVISIONS						

添付－ 2 : 真北測量

## 添付－２：真北測量

次頁の測量図に示される地点 PII は以前実施されたボーリング孔の中心であり、本件基礎の中心として設定される場所である。

この地点 PII の位置を GPS (Global Positioning System) を使用して、14 個の衛星から測定した。同様に、PII から北方向へ約 1700m 離れた任意の 2 点 PIW と PIE の位置を測定した。3 地点の測定位置を UTM(Universal Transverse Mercator)座標系で以下に示す。

地点	北方向 (mm)	東方向 (mm)	高度 (mm)
PII	7, 459, 403, 431	633, 112, 354	4, 722, 806
PIE	7, 461, 157, 376	633, 472, 446	4, 735, 699
PIW	7, 461, 098, 967	633, 985, 296	4, 751, 421

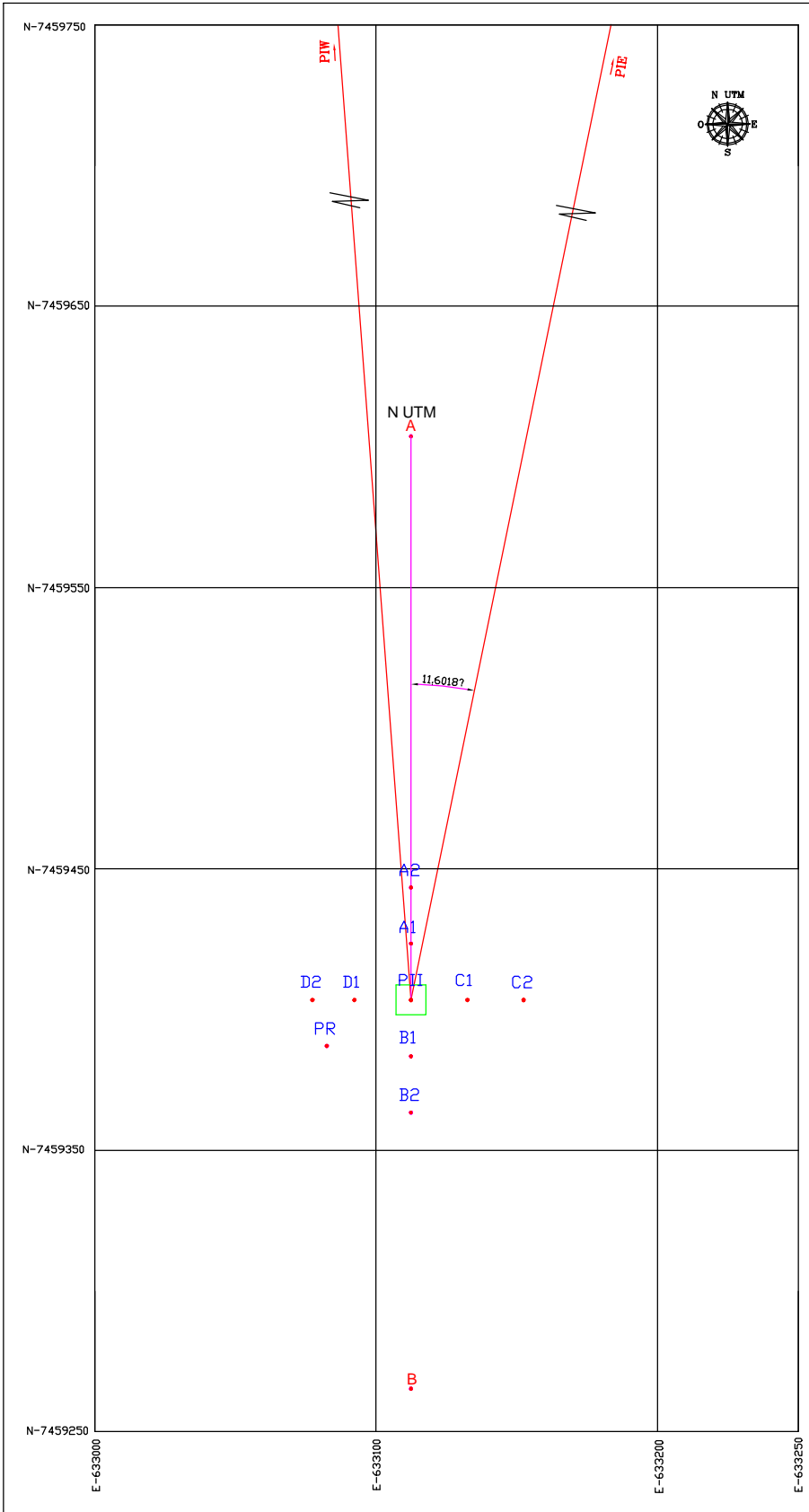
上記の情報から、PII と PIW、PII と PIE の位置関係を方位角で示すと以下のようなになる。

PII－PIW 間方位角 355.7145 度

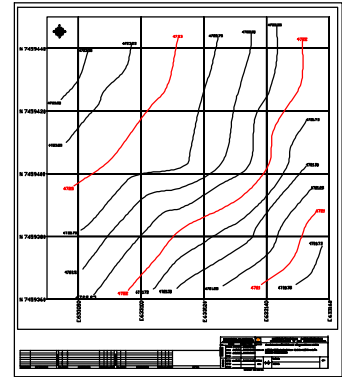
PII－PIE 間方位角 11.6018 度

これに基づき、トランシットを PII に据えて PIW 方向を 0 度にセットした後、時計回りに 4.2855 度 (360－355.7145) 回転させて真北方向とし、この線上に測点 A を、反転して測点 B を設定した。真北方向の確認のために、トランシットを PII に据えて PIE 方向を 0 度にセットした後で反時計回りに 11.6018 度回転させたところ、0mm の誤差もなく測点 A を見ることが出来た。これにより、測点 A と測点 B を結ぶ線を南北方向の線と決定して、以下の各測点を設定した。

測点 A1 と A2 は PII から真北方向に 20m と 40m、測点 B1 と B2 は真南方向に 20m と 40m の位置にある。測点 C1 と C2 は PII から真東方向に 20m と 40m、測点 D1 と D2 は真西方向に 20m と 40m の位置にある。測点 PR は、建設時に使用した基準高さのポイントである。



TOPOGRAFIA AREAS ESTACAS



C2 PUNTO EN DIRECCION N,S,E,W

AREA EXCAVACION 10,60 MT<sup>2</sup>

AZIMUTES Y DISTANCIAS ENTRE PUNTOS

AZ ( PII-PIE) =11.6018 SEX O 12.8909 CENT

DISTANCIA (PII-PIE) = 1.790,528 MT

AZ (PII-PIW) =355.7145 SEX O 395.2383 CENT

DISTANCIA (PII-PIW) = 1.700,290 MT

DISTANCIAS DE PUNTOS DE REFERENCIA UTM

DISTANCIA (PII-A) = 200,313 MT

DISTANCIA (PII- B ) = 138,156 MT

CONVERGENCIA PTO PII = -0.56306 CENT

PUNTOS BASES

	NORTE	ESTE	COTA
PII	7.459.403,431	633.112,354	4.722,806
PIE	7.461.157,376	633.472,446	4.735,699
PIW	7.461.098,967	632.985,296	4.751,421

PUNTOS DE ESTACAS MATERIALIZADAS

	NORTE	ESTE	COTA
A1	7.459.423,511	633.112,354	4.723,140
A2	7.459.443,421	633.112,355	4.723,207
B1	7.459.383,416	633.112,354	4.722,244
B2	7.459.363,403	633.112,354	4.721,684
C1	7.459.403,431	633.132,418	4.722,548
C2	7.459.403,431	633.152,414	4.721,760
D1	7.459.403,431	633.092,285	4.723,180
D2	7.459.403,431	633.077,356	4.723,399
PR	7.459.387,097	633.082,455	4.723,057

PUNTOS EN DIRECCION NORTE Y SUR UTM

	NORTE	ESTE	COTA
A	7.459.603,744	633.112,354	4.725,624
B	7.459.265,275	633.112,354	4.717,423

INDICADOR	FECHA	INDICADOR	FECHA	INDICADOR	FECHA	INDICADOR	FECHA

<b>SERVICIOS MINEROS</b> DEPARTAMENTO DE MINERIAS DIVISION DE OBRAS DE CONSTRUCCION DE SERVICIOS	
NOMBRE DEL PROYECTO LOCALIDAD FECHA DE EJECUCION ESCALA	NOMBRE DEL INGENIERO NOMBRE DEL TECNICO FECHA DE ELABORACION ESCALA

CONVENIO DE SALVAVITA, CAT. 20, 40, 50 Y 60

添付－ 3 : 基礎設置場所地形図





添付－４：コンクリート配合と使用材料

**CERTIFICADO DE DOSIFICACION**

**OBRA: Telescopio Atacama.**

**CLIENTE: Benalco S.A.**

**1. MATERIALES A EMPLEAR.**

セメント	Cemento	:	Inacasa Alta Resistencia
細骨材	Gravilla	:	Paqui (採取地名)
粗骨材	Grava	:	Paqui (同上)
砂	Arena	:	Paqui (同上)
減水剤	Aditivo 1	:	Ulmén PR-1 (Reductor de agua Plastificante, Proveedor Química Ulmén)
AE剤	Aditivo 2	:	Hostacrete (Aditivo incorporador de Aire Proveedor Clariant)
流動化剤	Aditivo 3	:	Ulmén SPN (Aditivo Superplastificante Proveedor Ulmén)
			製品名 (X-71-)

**2. ANÁLISIS DE ÁRIDOS.**

**A) Granulometría Media.**

TAMIZ ASTM	粗骨材 GRAVA	細骨材 GRAVILLA	砂 ARENA
mm	% QUE PASA EN PESO		
1 1/2" 38.1	100		
1" 25.4	66	100	
3/4" 19.5	16	99	
1/2" 12.7	6	82	
3/8" 9.5		30	100
Nº4 4.75		1	91
Nº8 2.38			77
Nº16 1.19			61
Nº30 0.59			43
Nº50 0.3			22
Nº100 0.15			8

**B) Parámetros Físicos.**

Nº200 (0.074 mm) ふるいを通過する細砂  
(洗い試験による失われり量に相等)  
粗骨材 細骨材 砂

Parámetros	粗骨材 GRAVA	細骨材 GRAVILLA	砂 ARENA
Finos Bajo Tamiz Nº200 (%) 0.074 mm	0.1	0.17	2.20
Densidad Aparente Suelta Seca (kg/dm <sup>3</sup> )	1.50	1.47	1.71
Densidad Aparente Compactada Seca (kg/dm <sup>3</sup> )	1.66	1.55	1.87
Densidad Real Seca (kg/dm <sup>3</sup> )	2.64	2.67	2.63
Absorción (%)	0.66	1.20	1.40
Modulo De Finura	7.84	6.70	2.68

軽集単位容積率  
"表乾比重"  
吸水率  
粗粒率

Normigones Premix S.A.

## 3. RESUMEN. DB350(00)40/15 A

## Dosificación en peso para áridos en estado seco

Cemento Inacasa Alta Resistencia	:	350 kg/m <sup>3</sup>
Gravilla Paqui	:	412 kg/m <sup>3</sup>
Grava Paqui	:	412 kg/m <sup>3</sup>
Arena Paqui	:	1060 kg/m <sup>3</sup>
Agua Libre	:	149 lt/m <sup>3</sup>
Agua Total	:	176 lt/m <sup>3</sup>
Aditivo 1	:	1750 cc/m <sup>3</sup>
Aditivo 2	:	320 cc/m <sup>3</sup>
Aditivo 3	:	1,9 Lt/m <sup>3</sup>

**Jose Higuera N.****Jefe Operaciones Planta Calama**  
Hormigones Premix S.A.

Hormigones Premix S.A.  
 Planta Calama

Operación Paso Jama

Obra : Telescopio Atacama  
 Cliente : Besalco Construcciones

Dosificación	1 m3	Unidad
Cemento INAR	350	kg/m3
Grava Paqui	412	kg/m3
Gravilla Paqui	412	kg/m3
Arena Paqui	1060	kg/m3
Agua Potable	176	Lts/m3
PR-1	1,75	Lts/m3
Hostacret	0,32	Lts/m3
SPN	1,90	Lts/m3
Peso Teorico	2414	kg/m3

Dosificación	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3	M3
Cemento INAR	175	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	2100	2100
Grava Paqui	206	206	412	618	824	1030	1236	1442	1648	1854	2060	2266	2472	2472	2472
Gravilla Paqui	206	206	412	618	824	1030	1236	1442	1648	1854	2060	2266	2472	2472	2472
Arena Paqui	530	530	1060	1590	2120	2650	3180	3710	4240	4770	5300	5830	6360	6360	6360
Agua Potable	88	88	176	264	352	440	528	616	704	792	880	968	1056	1056	1056
PR-1	0,88	0,88	1,75	2,63	3,50	4,38	5,25	6,13	7,00	7,88	8,75	9,63	10,50	10,50	10,50
Hostacret	0,16	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12	1,28	1,44	1,60	1,76	1,92	1,92	1,92
SPN	0,95	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50	10,45	11,40	11,40	11,40
	1007	1007	2015	3022	4030	5037	6045	7052	8060	9067	10075	11083	12090	12090	12090

添付－ 5 : 基礎製作実施工程表



添付－6：コンクリート圧縮破壊試験結果



# COMPRESION DE HORMIGONES

## AOA - 21154



Solicitante	Hormigones Premix	Orden de Trabajo	230552
Atención Sr.	José Higuera	Fecha	10.12.01

Acreditación: Laboratorio Oficial Servicio Ord. N° 587/01.07.01

### Antecedentes

Determinación de la resistencia a la rotura por compresión de probetas de hormigón, de acuerdo al método indicado en la norma Nch 1037-Of.77. El muestreo fue realizado por Cesmec Ltda.

### Identificación

Obra	: Telescopio Atacama	N° de Probetas	3
Mandante	: Besalco S.A.	Hora	13:30
N° de Correlativo	: 10272		
Fecha de Muestreo	: 11.11.01		
Tipo de Probetas	: Cúbica 15		
Elem. Hormigonado	: Fundaciones Telescopio		

### Especificaciones

Tipo de Hormigón	: DB-350 (00) 40 - 15/A
Tam. Máx. Nominal	: 40 mm
Tipo de Cemento	: Inacesa Alta Resistencia
Aditivos	: Plastificante PR2
Procedencia	: Planta Calama
Resist. Especificada	: 35.0 N/mm <sup>2</sup> (350 kgf/cm <sup>2</sup> )
Nivel de Confianza	: 0

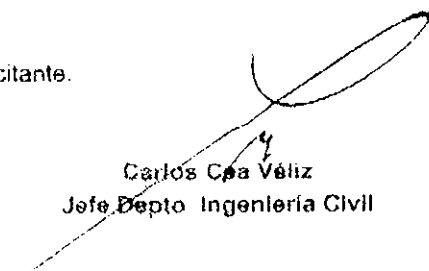
### Antecedentes del Muestreo

T° del Hormigón	: No informa	N° de Guía	: No informa
T° Ambiente	: No informa	Código	: No informa
Asentamiento	: Fluido	N° de Camión	: 285
		Inspector Sr.	: Luis Martinez

### Resultados

Fecha de Ensayo	Edad	Densidad (kg/dm <sup>3</sup> )	Sección (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a Compresión	
					n/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
18.11.01	7	2.239	22575	683	28,7	287
09.12.01	28	2.313	22500	1008	42,6	426
09.12.01	28	2.278	22801	988	40,3	403

Observaciones: 1Mpa=10 kgf/cm<sup>2</sup> - C=Prensa Cesmec S= Prensa Solicitante.

  
 Carlos Cpa Véliz  
 Jefe Depto. Ingeniería Civil





# COMPRESION DE HORMIGONES

## AOA-21290



Solicitante : Hormigones Premix Orden de Trabajo : 230552  
Atención Sr. : José Higuera Fecha : 26.12.2001

Acreditación: Laboratorio Oficial Servicio Oficial Nº 667 31 07 01

### Antecedentes

Determinación de la resistencia a la rotura por compresión de probetas de hormigón, de acuerdo al método indicado en la norma Nch 1037-Of.77. El muestreo fue realizado por Cesmec Ltda.

### Identificación

Obra : Telescopio Atacama  
Mandante : Constructora Besalco  
Nº de Correlativo : 10320 Nº de Probetas : 3  
Fecha de Muestreo : 24.11.01 Hora : 11:00  
Tipo de Probetas : Cúbica 15  
Elem. Hormigonado : Pedestal Telescopio Atacama

### Especificaciones

Tipo de Hormigón : DB 350-(00)-40-15/A  
Tam. Máx. Nominal : 40 mm  
Tipo de Cemento : Inacesa Alta Resistencia  
Aditivos : Plastificante PR2  
Procedencia : Planta Calama  
Resist. Especificada : 35.0 N/mm<sup>2</sup> (350 kgf/cm<sup>2</sup>)  
Nivel de Confianza : 0

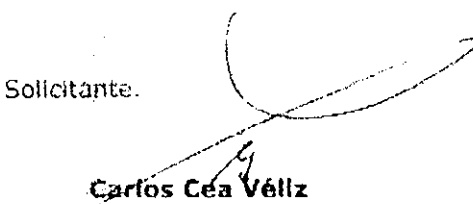
### Antecedentes del Muestreo

Tº del Hormigón : No Informa Nº de Guía : 855468  
Tº Ambiente : No Informa Código : No informa  
Asentamiento : No Informa Nº de Camión : 282  
Inspector Sr. : L. Martinez/P. Mera

### Resultados

Fecha de Ensayo	Edad	Densidad (kg/dm <sup>3</sup> )	Sección (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a Compresión n/mm <sup>2</sup> kgf/cm <sup>2</sup>	
01.12.01	7	2.240	22575	627	26,4	264
22.12.01	28	2,292	22650	921	38,6	386
22.12.01	28	2,298	22650	914	38,3	383

Observaciones: 1Mpa=10 kgf/cm<sup>2</sup> - C=Prensa Cesmec S= Prensa Solicitante.

  
Carlos Cea Véliz  
Jefe Depto. Ingeniería Civil

**COMPRESION DE HORMIGONES****AOA-21291**

Solicitante : Hormigones Premix Orden de Trabajo : 230552  
 Atención Sr. : José Miguera Fecha : 26.12.2001

Acreditación: Laboratorio Oficial Servyu Ord. N° 667.22.07.01

**Antecedentes**

Determinación de la resistencia a la rotura por compresión de probetas de hormigón, de acuerdo al método indicado en la norma Nch 1037-Of.77. El muestreo fue realizado por Cesmec Ltda.

**Identificación**

Obra : Telescopio Atacama  
 Mandante : Constructora Besalco  
 N° de Correlativo : 10321 N° de Probetas : 3  
 Fecha de Muestreo : 24.11.01 Hora : 11:00  
 Tipo de Probetas : Cúbica 15  
 Elem. Hormigonado : Pedestal Telescopio Atacama

**Especificaciones**

Tipo de Hormigón : DB 350-(00)-40-15/A  
 Tam. Máx. Nominal : 40 mm  
 Tipo de Cemento : Inacesa Alta Resistencia  
 Aditivos : Plastificante PR2  
 Procedencia : Planta Calama  
 Resist. Especificada : 35.0 N/mm<sup>2</sup> (350 kgf/cm<sup>2</sup>)  
 Nivel de Confianza : 0

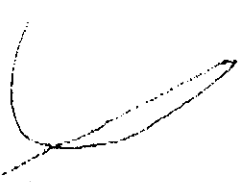
**Antecedentes del Muestreo**

T° del Hormigón : No Informa N° de Guía : 855472  
 T° Ambiente : No Informa Código : No informa  
 Asentamiento : No Informa N° de Camión : 285  
 Inspector Sr. : L. Martinez/P. Mera

**Resultados**

Fecha de Ensayo	Edad	Densidad (kg/dm <sup>3</sup> )	Sección (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a Compresión	
					n/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
01.12.01	7	2,230	22650	624	26,2	262
22.12.01	28	2,294	22650	899	37,7	377
22.12.01	28	2,316	22276	918	39,2	392

Observaciones: 1Mpa=10 kgf/cm<sup>2</sup> - C=Prensa Cesmec S= Prensa Solicitante.

  
**Carlos Cez Veliz**  
 Jefe Depto. Ingeniería Civil

添付－ 7 : アンカーフレーム製品検査結果

PLANTA SANTIAGO  
Panamericana Norte 5935  
Fono: (56-2) 623 0117  
Fax: (56-2) 623 9259  
Casilla 10399  
Santiago - Chile

PLANTA ANTOFAGASTA  
Av. Pedro Aguirre Cerda 5783  
Fono: (56-55) 269 428  
Fax: (56-55) 269 723  
Casilla 210  
Antofagasta - Chile

petricio@petricio.cl  
www.petricio.cl



PI-054/01

ANTOFAGASTA, NOVIEMBRE 9 DEL 2001

SEÑORES  
**BESALCO CONSTRUCCIONES S.A.**  
EBROS 2705  
**LAS CONDES-SANTIAGO**

Atención : **Sr. Manuel Macaya**  
Referencia : **Manual Aseguramiento de Calidad**

Estimado Señor:

De acuerdo a lo solicitado, adjunto **sírvase** encontrar Manual de Aseguramiento de Calidad por la fabricación del Anchor Bolts & Frame.

Atentamente,

**Pablo Delgado Abarca**  
Jefe Administración de Contrato  
Planta Antofagasta

PDA/cra.  
Adj.Lo indicado

**CLIENTE : BESALCO CONSTRUCCIONES S.A.**  
**PROYECTO : Atacama Submillimeter Telescope**  
**OBRA : Fab. De Anchor Bolts&Frame Details**

**ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**  
**PETRICIO INDUSTRIAL S.A.**  
**PLANTA ANTOFAGASTA**



**INDICE**

- I Certificados de Materiales .
- II Detallamiento de Piezas del Anchor Bolts.
- III Procedimiento de Armado.
- IV Protocolo Dimensional Anchor Bolts.
- V Protocolo de Torque.

Certificados de Materiales









1/2

**CERTIFICADO DE CALIDAD**  
**N° 648 09/11/2001**

**CLIENTE : PETRICIO INDUSTRIAL S.A.**  
**ATN : SR. PATRICIO DELGADO**  
**FAX N° : 55-269723**  
**DIRECCION : P. AGUIRRE CERDA 5783/ANTOFAGASTA**  
**ORDEN DE COMPRA: 45958**  
**GUIA DESPACHO : 682776**

**PRODUCTO**

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MEDIDA	UT	CANTIDAD
1	060-91-048-0000	GOL PL F-436 TN	3/4"	PZ	36
2	060-91-064-0000	GOL PL F-436 TN	1"	PZ	4
3	140-01-048-0128	PER HEX A-325TIUNC TN	3/4-10 x 2"	PZ	36
4	140-01-064-0256	PER HEX A-325TIUNC TN	1-8 x 4"	PZ	4
5	360-01-048-0000	TUE HEX A-194 UNC TN 2H	3/4-10"	PZ	36
6	360-01-064-0000	TUE HEX A-194 UNC TN 2H	1-8"	PZ	4

**COMPOSICION QUIMICA**

ITEM	CALIDAD AISI	C %	Mn %	P max %	S max %	Si %	Ni %	Cr %	Mo %	Cu %	Al %
1 al 6	1045	0.43 0.50	0.60 0.90	0.04	0.05	--	---	---	---	---	---



Nº 648

2/2

**PROPIEDADES MECANICAS**

ITEM	NORMA	DUREZA, (Rockwell)				TRACCION, (LIBRAS)				OBS.
		100 Kg		150 Kg		CARGA		RUPTURA		
		S/N	S/E	S/N	S/E	S/N	S/E	S/N	S/E	
1	ASTM F-436	-----	-----	38-45	40-42	-----	-----	-----	-----	-----
2	ASTM F-436	-----	-----	38-45	41-43	-----	-----	-----	-----	-----
3	ASTM A-325	-----	-----	25-34	29-31	-----	-----	40100	44400	-----
4	ASTM A-325	-----	-----	25-34	28-30	-----	-----	72700	80300	-----
5	ASTM A-194	-----	-----	24-38	29-31	-----	-----	-----	-----	-----
6	ASTM A-194	-----	-----	24-38	30-32	-----	-----	-----	-----	-----

**OTROS**

ITEM	DIMENSION	ROSCA	RECUBRIMIENTO
1-2	ASTM F-436	NO APLICABLE	TERMINACION NEGRA
3-4	ANSI B 18.2.1	UNC ANSI B.1.1 CLASE 2A	TERMINACION NEGRA
5-6	ANSI B 18.2.2	UNC ANSI B.1.1 CLASE 2B	TERMINACION NEGRA

**OBSERVACIONES :**

- Análisis Macroscópico cumple.

*Jose Peña D.*  
**JOSE PEÑA D.**  
 ING. CONTROL DE CALIDAD

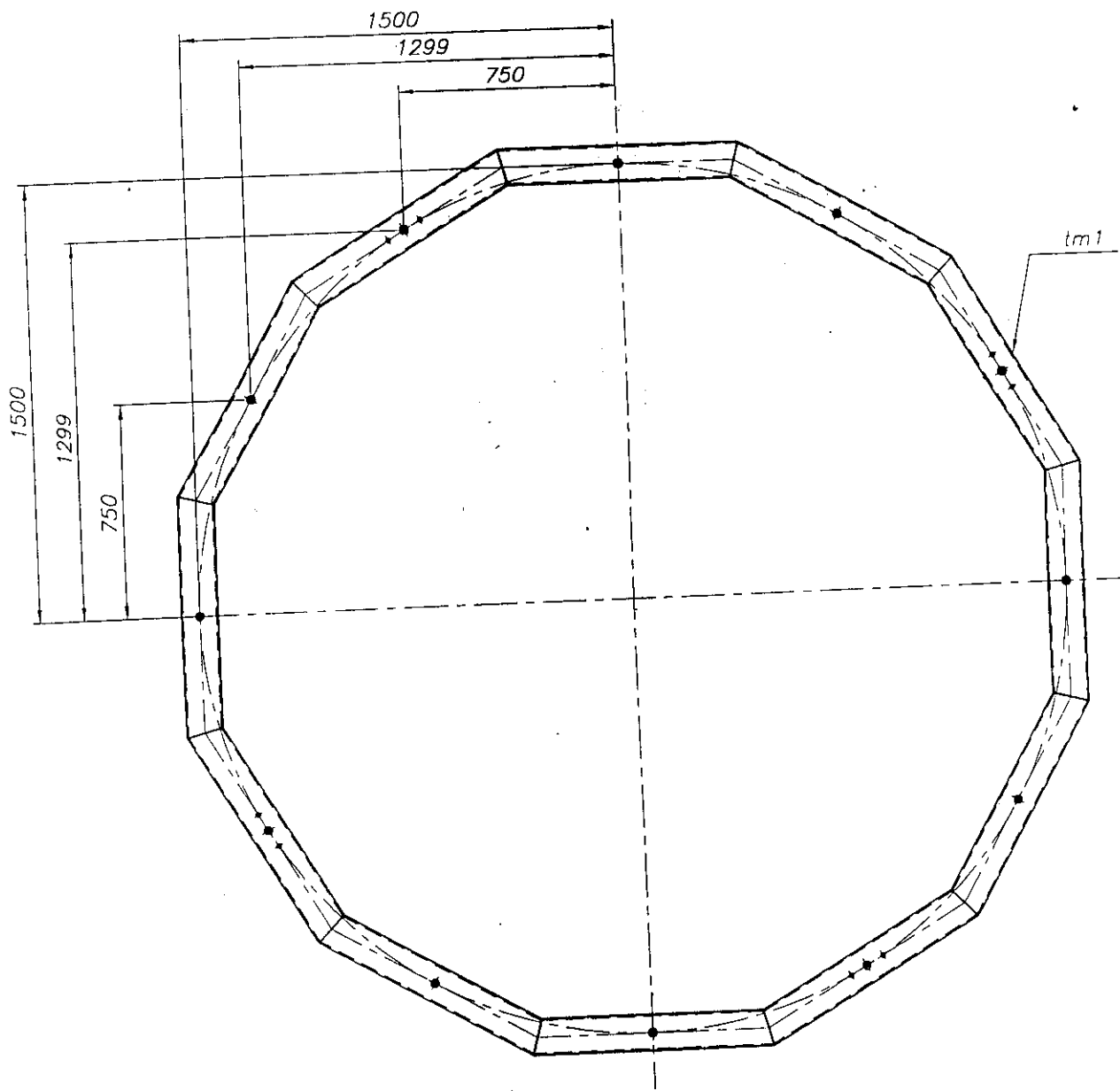
*Rogelio Peñaloza G.*  
**ROGELIO PEÑALOZA G.**  
 JEFE DIVISION OPERACIONES.

American Screw de Chile S.A. — Fca. de Elementos de Sujeción

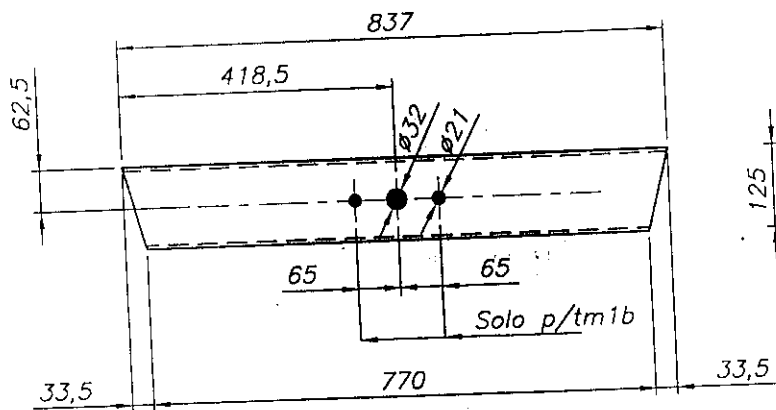
Camino a Melipilla 10338 - Fonos: 56(2) 440-7000 - 56(2) bb/2204 - Fax: 56(2) 557-5854 - Casilla 1844 - Santiago, Chile

Detallamiento de Piezas del Anchor Bolts





TEMPLATE ~ TM1



DETALLE Mca. ~ tm1

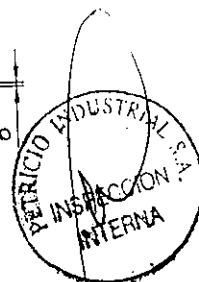
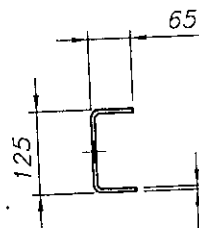
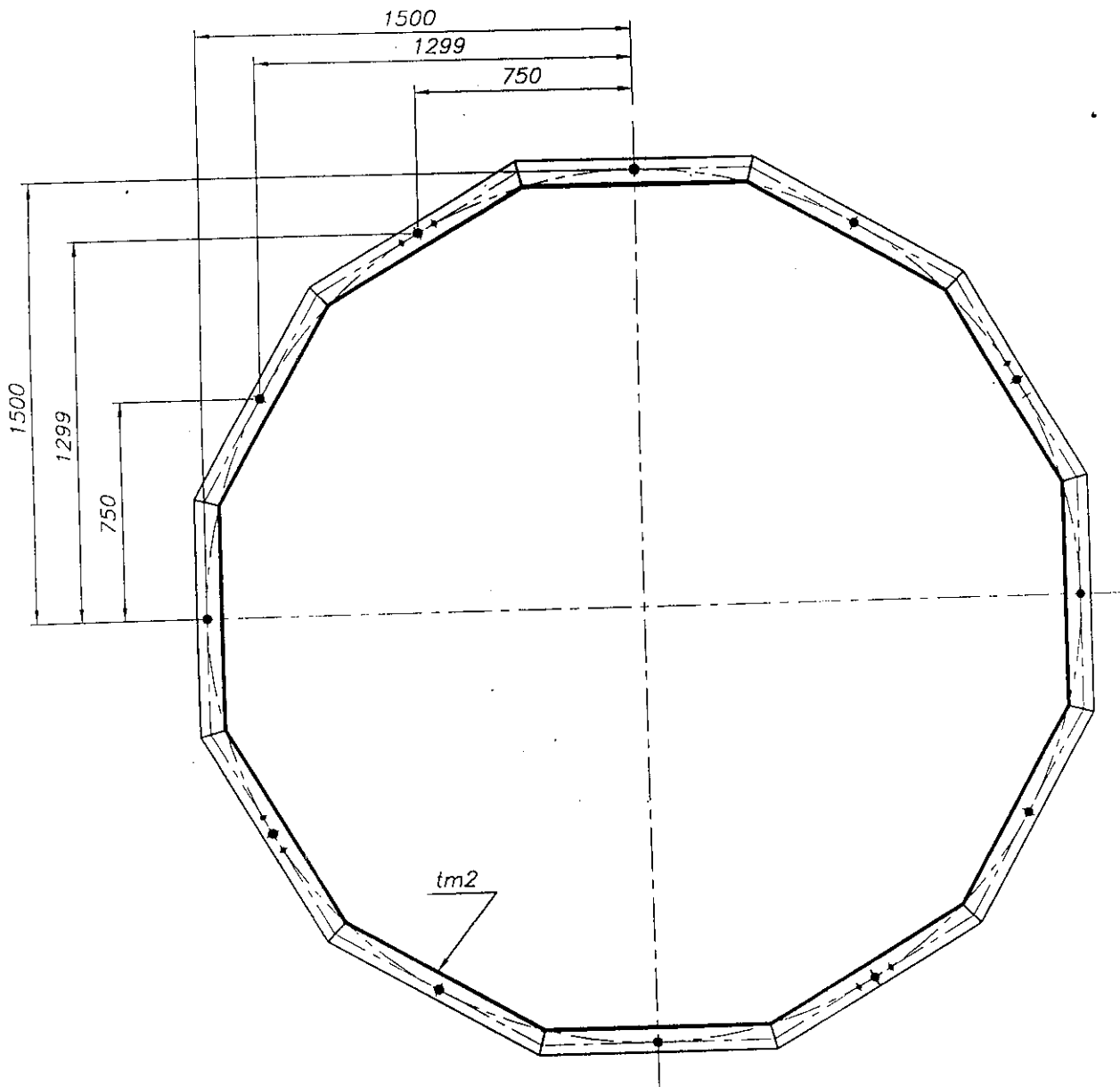
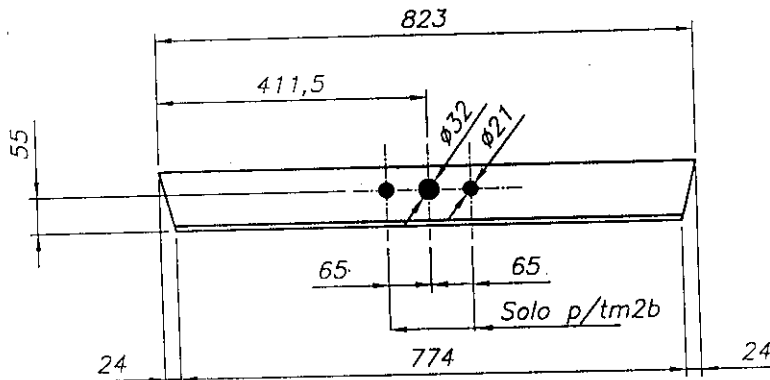


LÁMINA 1 de  
O.F. 099-0/0



TEMPLATE ~ TM2

Perfs.  $\phi$  13/16"



DETALLE Mca. ~ tm2

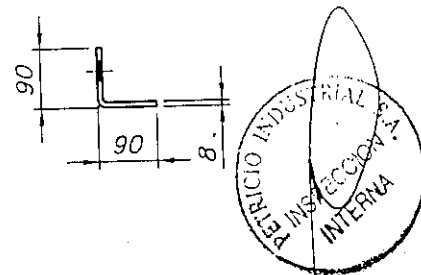
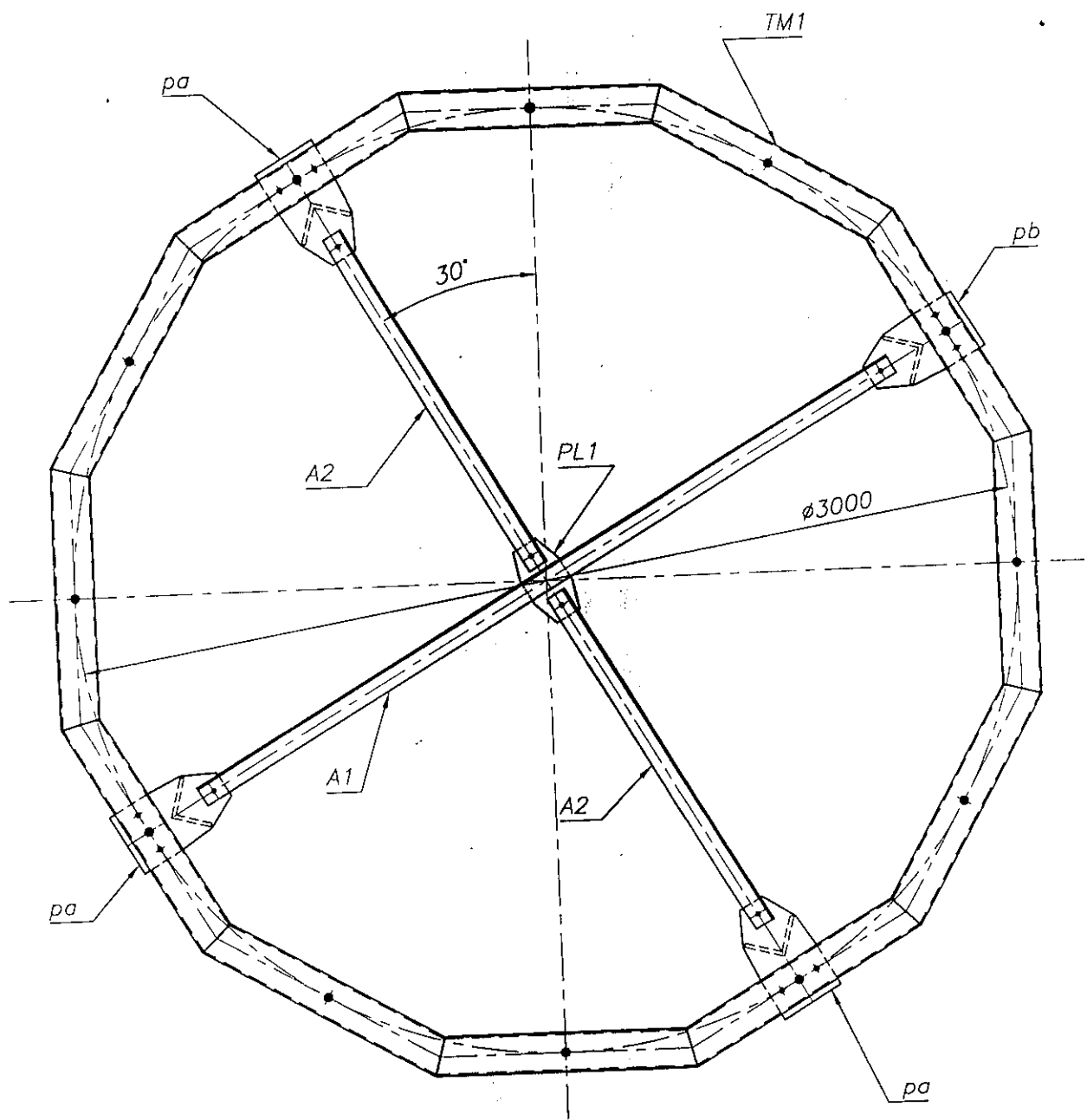


LÁMINA 2 de  
O.F. 099-0/6



PLANTA DE LA BASE

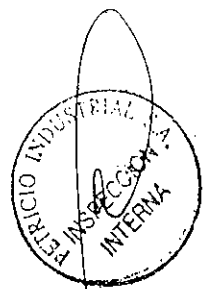
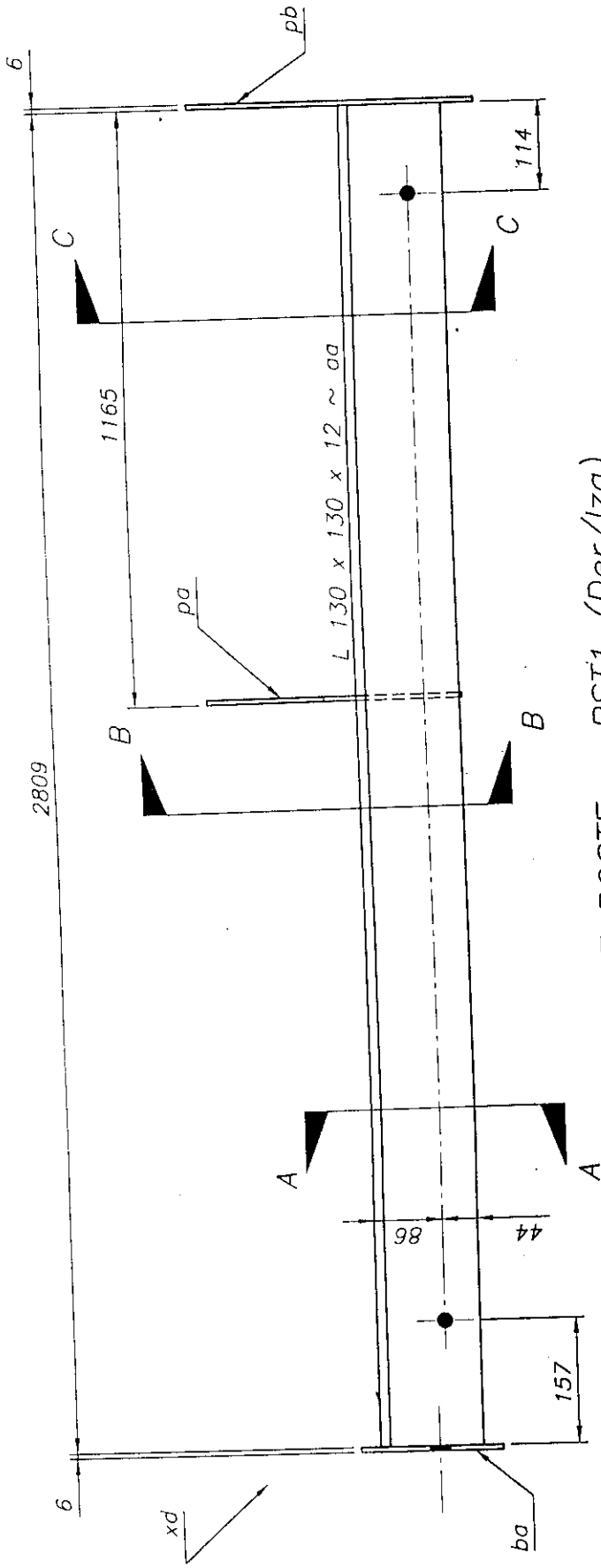
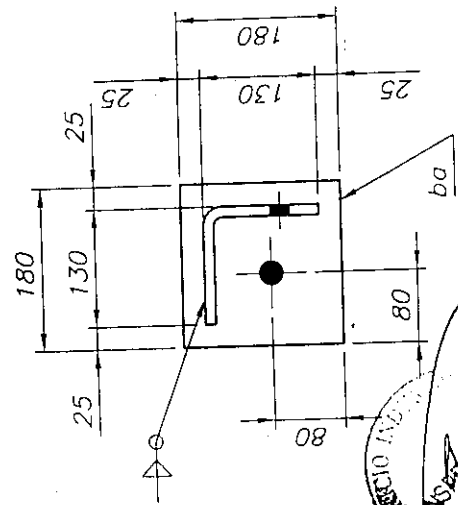


LÁMINA 3 de  
O.F. 099-0/1

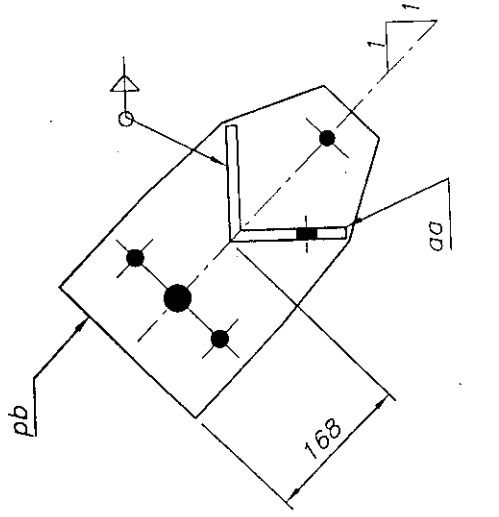
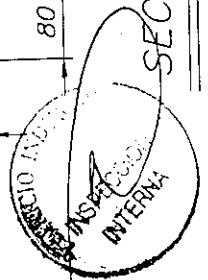


DETALLE POSTE ~ PST1 (Der/lzq)

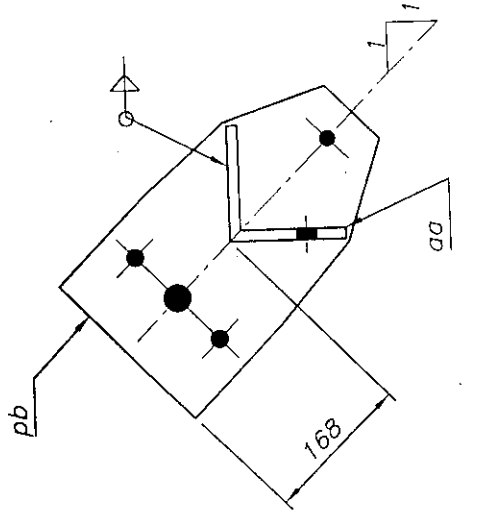
Perfs.  $\phi$  13/16"



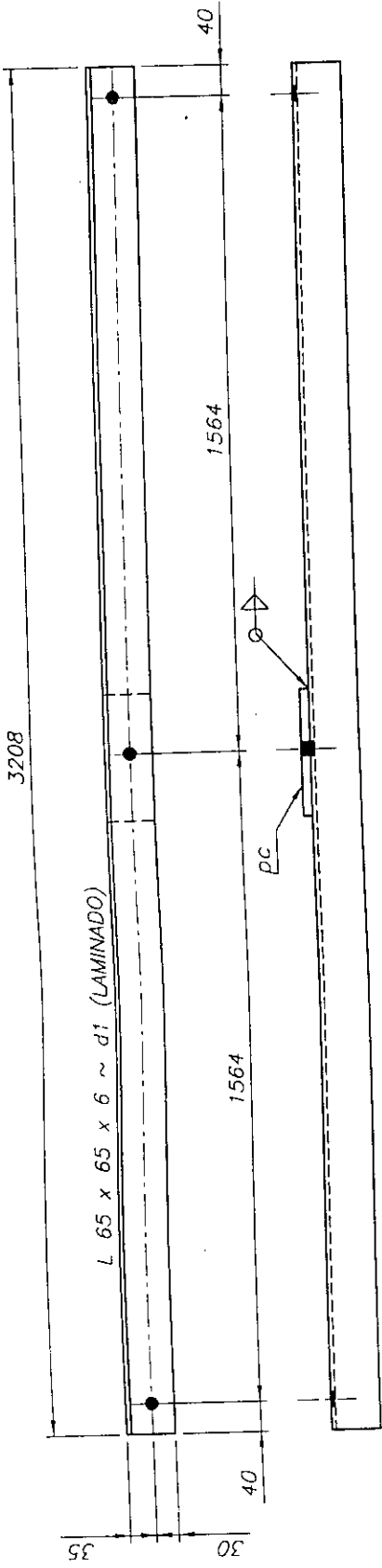
SECCIÓN A-A



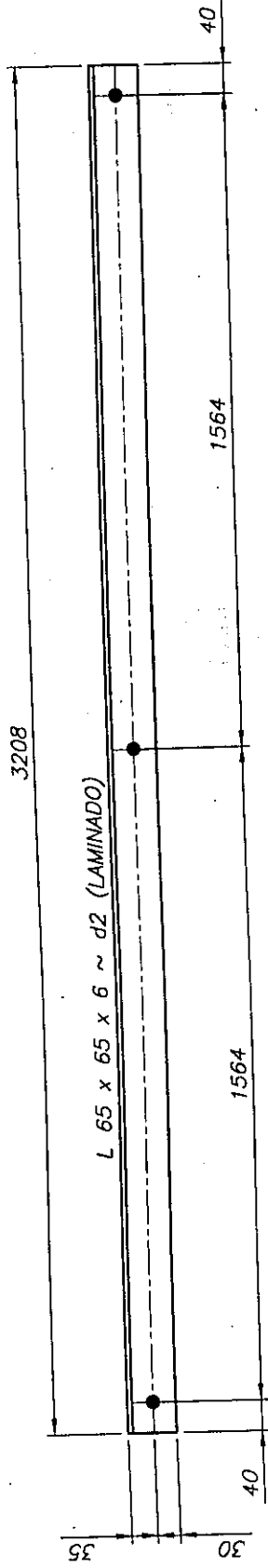
SECCIÓN B-B



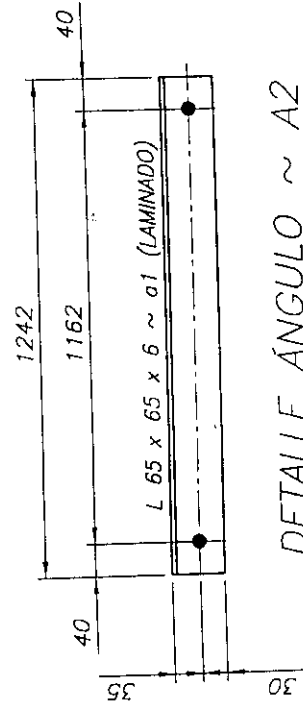
SECCIÓN C-C



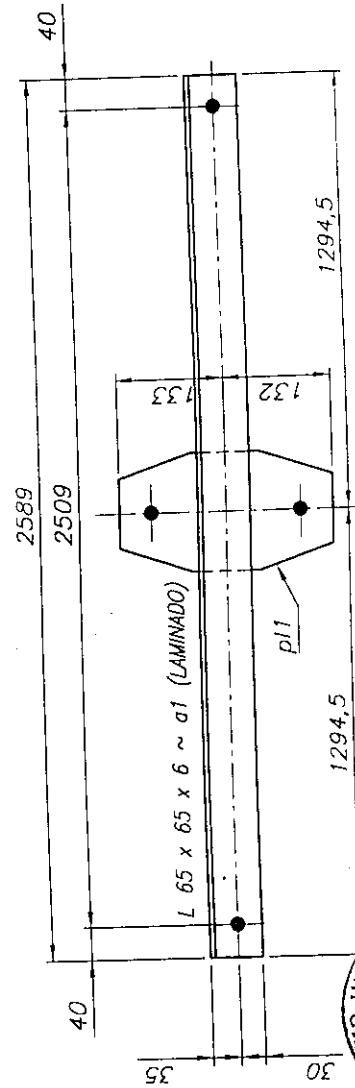
DETALLE DIAGONAL ~ D1  
Perfs.  $\phi$  13/16"



DETALLE DIAGONAL ~ D2  
Perfs.  $\phi$  13/16"

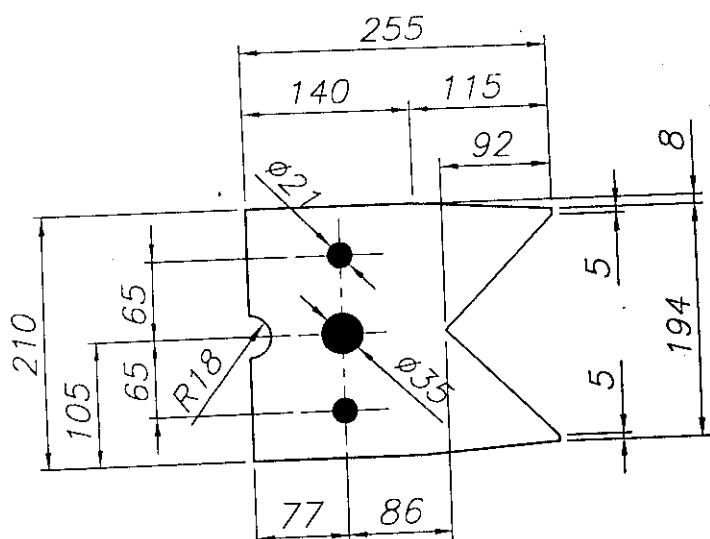


DETALLE ÁNGULO ~ A2  
Perfs.  $\phi$  13/16"

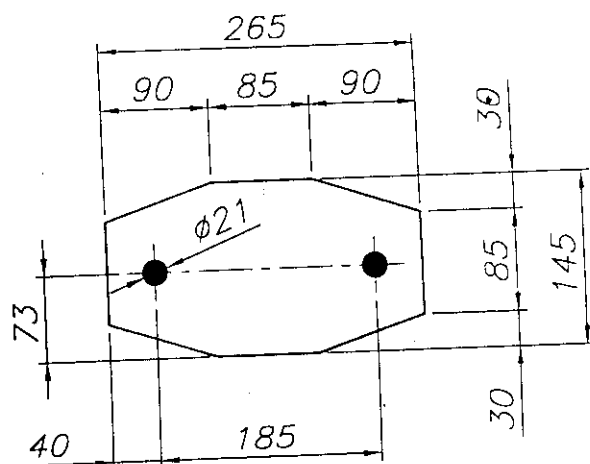


DETALLE ÁNGULO ~ A1

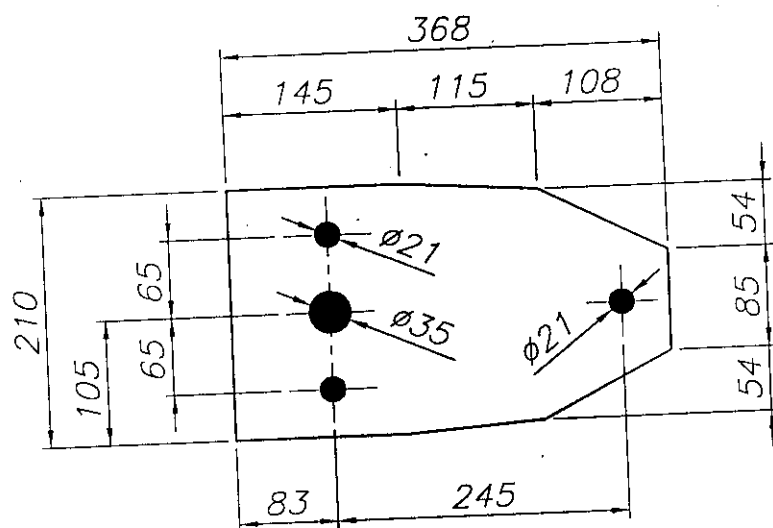




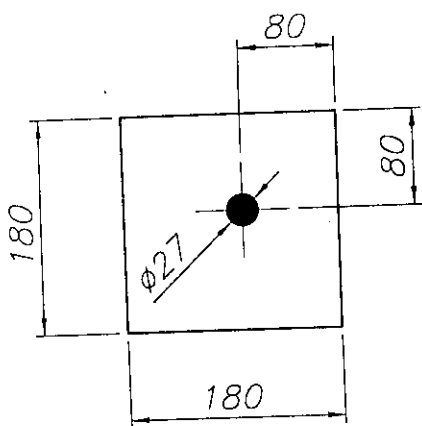
DETALLE PL ~ pa



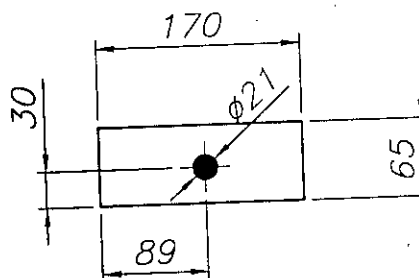
DETALLE PL ~ pl1



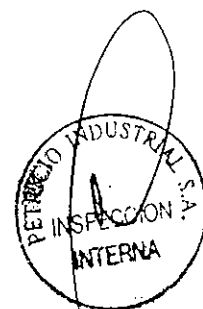
DETALLE PL ~ pb



DETALLE PL ~ ba



DETALLE PL ~ pc



Procedimiento de Armado



CLIENTE	: BESALCO CONSTRUCCIONES S.A			
PROYECTO	: ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT			
OBRA	: FABR. DE ANCHOR BOLTS & FRAME DETAILS		FECHA	: 7/11/01
O/C N°	: 1010			

DOCUMENTO N°		O.F. :	099/01
--------------	--	--------	--------

PROCEDIMIENTO DE ARMADO ANCHOR BOLTS

- 1.- NIVELACION Y CUADRATURA DE PLANTILLA PARA ARMADO DEL ANCHOR.
- 2.- SE MATERIALIZA EL CENTER LINE EN LA PLANTILLA
- 3.- ARMADO DE ESTRUCTURA ANCHOR BOLTS.
- 4.- APLOMO DE LA ESTRUCTURA AL CENTER LINE DEL ANCHOR
- 5.- AJUSTE DE MEDIDAS, ANILLO SUPERIOR CON RESPECTO AL CENTER LINE.
- 6.- SE TORQUEA LA ESTRUCTURA A 355 Lbs PARA PERNO M19.
- 7.- SE VUEVE A VERIFICAR QUE LA ESTRUCTURA SE MANTUVIERA EN EL CENTER LINE.
- 8.- SE VERIFICA MEDIDAS EN ANILLO SUPERIOR.
- 9.- SE PROCEDE A TRASPASAR APLOMADA DEL ANILLO SUPERIOR AL SADDLE PLATE PARA SU POSTERIOR AJUSTE CON ANILLO INFERIOR.

NOTA : ESTE PROCEDIMIENTO FUE PRESENCIADO POR PERSONAL DE BESALCO S.A

FIRMA DEL INSPECTOR	FIRMA DEL JEFE DE CONTROL CALIDAD	FIRMA DEL INSPECTOR CLIENTE
FECHA	FECHA	FECHA



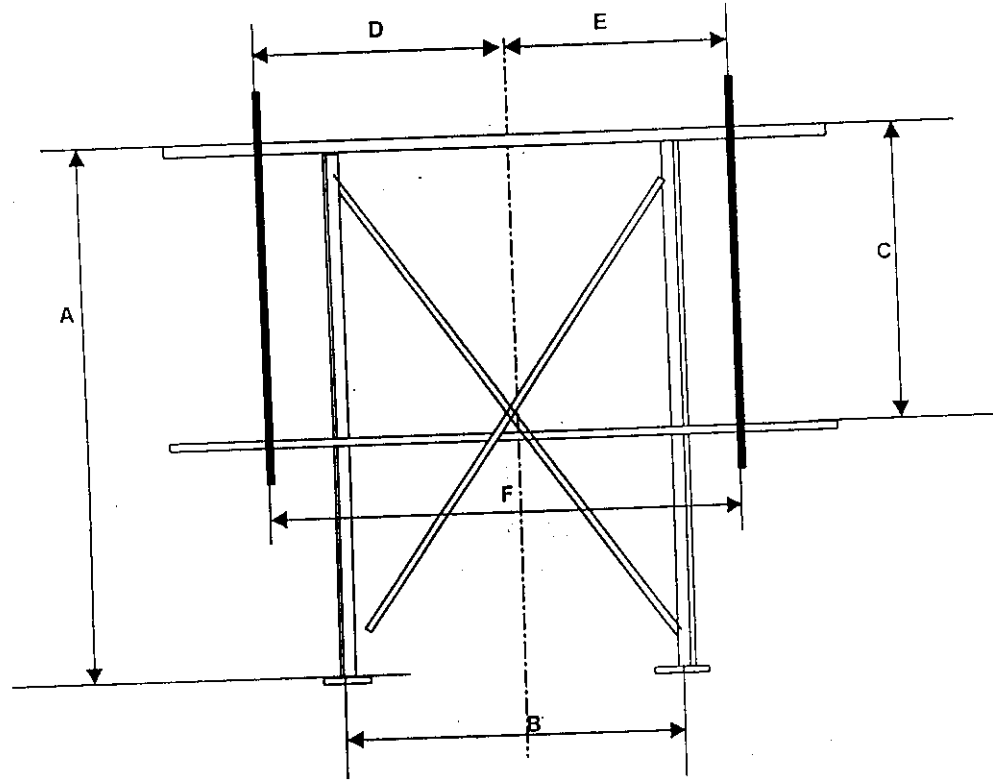


Protocolo Dimensional del Anchor Bolts

CLIENTE	: BESALCO CONSTRUCCIONES S.A		
PROYECTO	: ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT		
OBRA	: FAB.DE ANCHOR BOLTS & FRAME DETAILS		FECHA : 7/11/01
O/C N°	: 01010		

DOCUMENTO N°	INFORME DIMENSIONAL Y VISUAL	O.F. :	099/01
--------------	------------------------------	--------	--------

N°	ITEM INSPECCION	METODO DE INSPECCION	ACEPTA.	NO ACEPTADO	REVISADO POR
1	Tamaño de soldadura (Weld Size)	Dimensional	OK		JORGE MUÑOZ C.
2	Socavación (Undercut)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
3	Sobremonta (Overlap)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
4	Poros (Pores)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
5	Falta de Lienado (Underfill)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
6	Grietas (Cracks)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
7	Ensayos no destructivos (Nondestructive test)	Ensayos no destructivo			



MEDIDAS	PLANO N°	MARCA	A	B	C	D	E	F	G
Nominal	ASTE-003 REV 1		2815	1850	1165	1500	1500	3000	
Real			2816	1850	1166	1500	1500	3001	
Nominal									
Real									

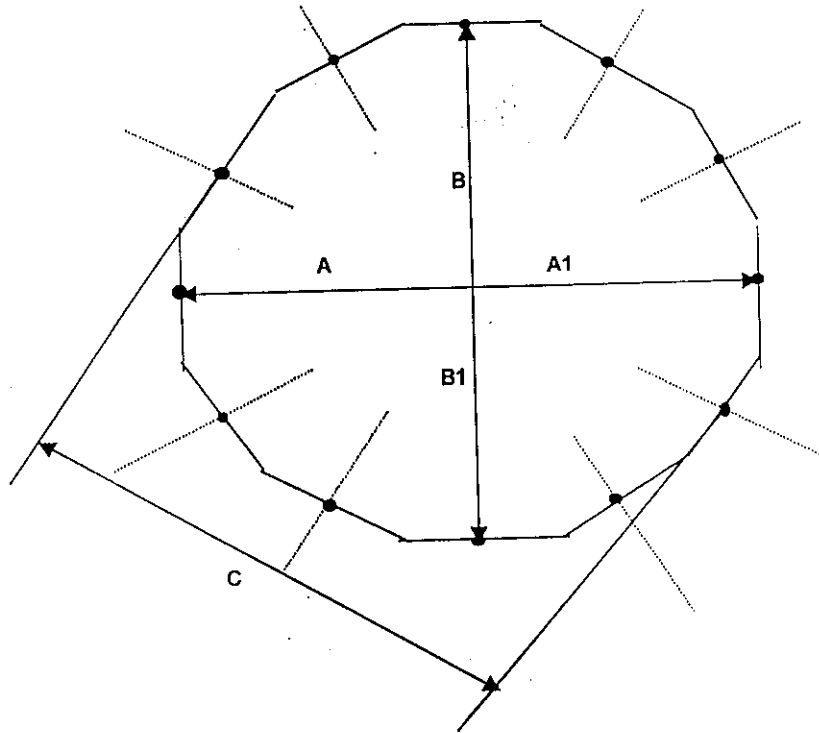
FIRMA DEL INSPECTOR	FIRMA DEL CONTROL CALIDAD	FIRMA DEL INSPECTOR CLIENTE
FECHA	FECHA	FECHA



CLIENTE	: BESALCO CONSTRUCCIONES S.A		
PROYECTO	: ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT		
OBRA	: FAB.DE ANCHOR BOLTS & FRAME DETAILS		FECHA : 7/11/01
O/C N°	: 01010		

DOCUMENTO N°	INFORME DIMENSIONAL Y VISUAL	O.F. :	099/01
--------------	------------------------------	--------	--------

N°	ITEM INSPECCION	METODO DE INSPECCION	ACEPTA.	NO ACEPTADO	REVISADO POR
1	Tamaño de soldadura (Weld Size)	Dimensional	OK		JORGE MUÑOZ C.
2	Socavacion (Undercut)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
3	Sobremonta (Overlap)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
4	Poros (Pores)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
5	Falta de Llenado (Underfill)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
6	Grietas (Cracks)	Visual	OK		JORGE MUÑOZ C.
7	Ensayos no destructivos (Nondestructive test)	Ensayos no destructivo			



MEDIDAS	PLANO N°	MARCA	A	A1	B	B1	C
Nominal	ASTE-003 REV 1		1500	1500	1500	1500	3000
Real			1500	1500.5	1500	1500	3000.5
Nominal							
Real							

FIRMA DEL INSPECTOR	FIRMA DEL JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	FIRMA DEL INSPECTOR CLIENTE
FECHA	FECHA	FECHA

Protocolo de Torque



**PROTOCOLO DE TORQUE**

CLIENTE :	BESALCO CONSTRUCCIONES S.A.		
PROYECTO :	ATACAMA SUBMILLIMETER TELESCOPE EXPERIMENT		
OBRA :	FABRICACION DE ANCHOR BOLTS & FRAME DETAILS		
O/C N° :	1010	FECHA :	07/11/2001
O.F. :	099-0/01		

Esta inspección certifica que el anchor bolts, fue sometido a Torque de acuerdo al siguiente procedimiento:

PLANO N°	PIEZA
ASTE-003 Rev 1	ANCHOR BOLTS

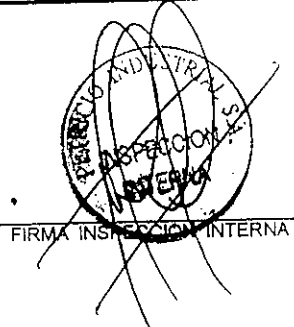
**CONDICIONES DE OPERACION**

TIPO DE LLAVE :	TORQUE
ESCALA :	0 - 600 ft lbs.

**PROCEDIMIENTO**

CALIDAD DEL PERNO :	ASTM - 325	DIMETRO PERNO: M19
CALIDAD DE LA TUERCA Y GOLILLA :	ASTM - 325	
TORQUE SOMETIDO :	355 ft., Lbs.	

RESULTADO : EL TEST FUE SATISFACTORIO.	OBS. :	TEST PRESENCIADO POR PERSONAL DE BESALCO S.A.
--	--------	---



添付－８：アンカーボルト設置精度検査結果

# **ASTE PROJECT**

## **Site Measurements of Anchor Frame and Anchor Bolts**

**Date: 20-Nov-01**

**Witnesses:**

---

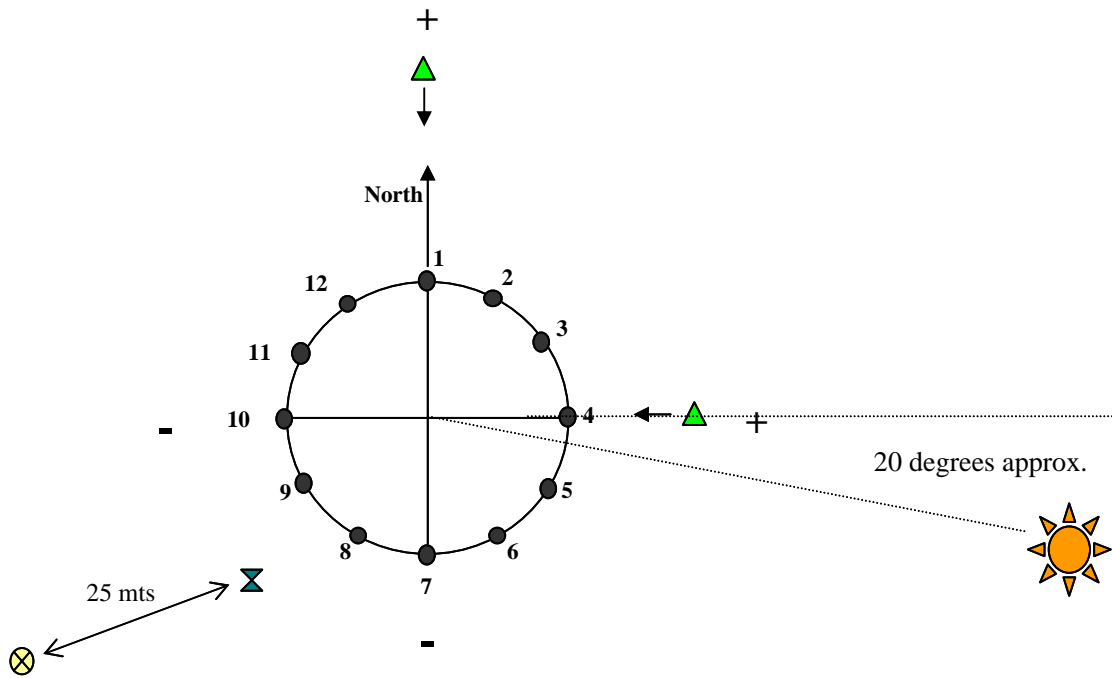
Mr. Ryuichi Sugiyama  
MELCO




---

Mr. Manuel Macaya  
BESALCO

---

Mr. Jorge Muller  
PCI



-  Transit Position
-  Level Position
-  Reference Point Level

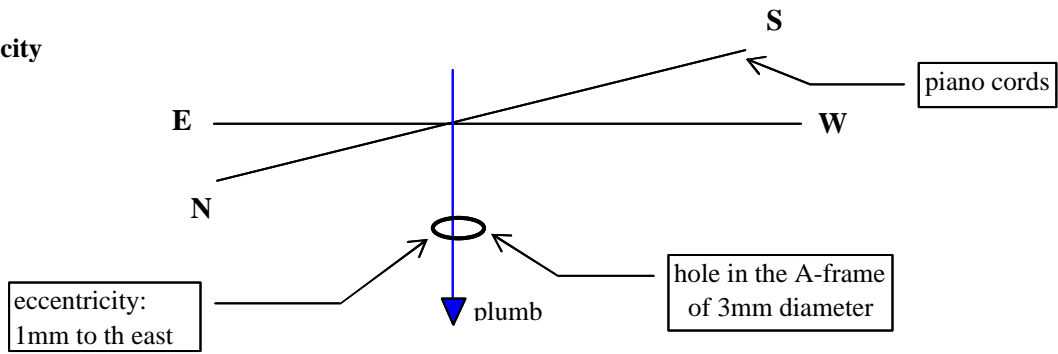
Note:  
Dark tent was set over structure after 11:30AM



**Visual Inspection**

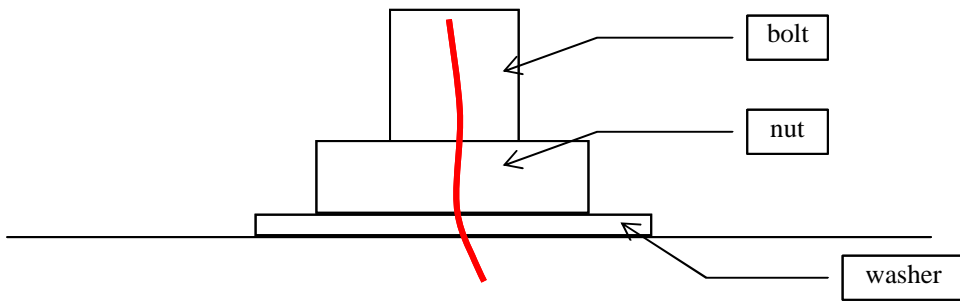
General condition of anchor frame: good  
Condition of base connection: good  
Condition of bolts: good

**Eccentricity**



**Mark**

Finally, a vertical mark was left along the bolt-nut-washer as shown below



## Alignment

WE Axis

Bolts	Reading mm
4	-0.5
10	-0.5

Time: 10:15 AM  
Temperatur 10.4 C

NS Axis

Bolts	Reading mm
1	-2
7	-2

Time: 10:40 AM  
Temperatur 11.1 C

Note:

Measurement done at 8:00AM showed 0mm of displacement in WE axis

**Level**

Bolt No.	1st Reading	2nd Reading	Level
	mm	mm	mm
1	961	961	429
2	961	961	429
3	960		430
4	961		429
5	961		429
6	960		430
7	960		430
8	960		430
9	960		430
10	961		429
11	961		429
12	961		429

First Time  
Time: 10:50 AM  
Temperature: 12.0 C

Second Time  
Time: 11:05 AM  
Temperature: 12.0 C

Instrument Level = 1060 mm  
Bolt level from drawings = 430 mm



Reference bench mark is 330 mm above Ground Level

**Distances between anchor bolts**

From	to	Distance
		mm
Bolt 1	Bolt 2	775
Bolt 2	Bolt 3	776
Bolt 3	Bolt 4	776
Bolt 4	Bolt 5	776.5
Bolt 5	Bolt 6	776.5
Bolt 6	Bolt 7	777
Bolt 7	Bolt 8	777
Bolt 8	Bolt 9	777
Bolt 9	Bolt 10	776.5
Bolt 10	Bolt 11	777
Bolt 11	Bolt 12	777
Bolt 12	Bolt 1	776.5

Time: 12:15 PM  
Temperature: 12.6 C

Distance from calculatic 776.5 mm

Distances measured by tape scale with 1mm division

**Distances between center and anchor bolts**

Time: 12:15 PM  
 Temperature: 12.6 C

A	B	C
mm	mm	mm
Bolt 1	Center	Bolt 7
100	1600	3100
Bolt 2	Center	Bolt 8
100	1600	3100
Bolt 3	Center	Bolt 9
100	1600	3100
Bolt 4	Center	Bolt 10
100	1600	3100
Bolt 5	Center	Bolt 11
100	1600	3099.5
Bolt 6	Center	Bolt 12
100	1600	3100
Bolt 7	Center	Bolt 1
100	1600	3100

Verification

Distance from drawings      A              B              C              (mm)  
    100              1600              3100

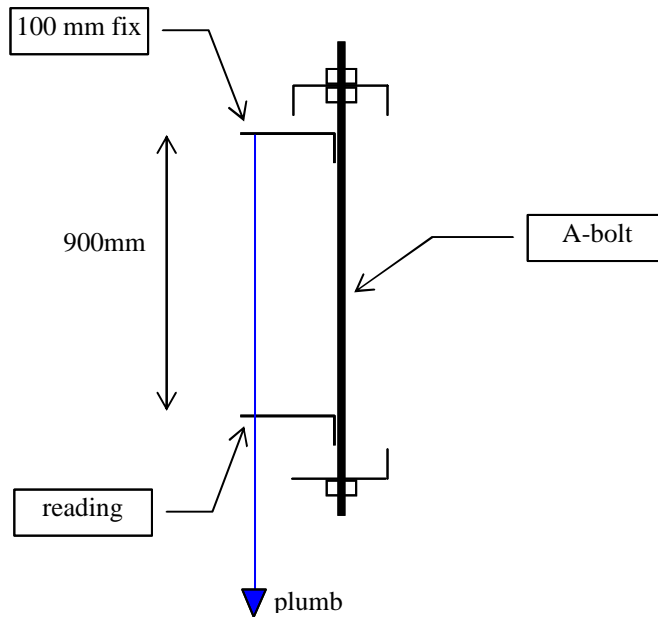
Distances measured by tape scale with 1mm division

**Verticality**

Time: 12:45 PM  
 Temperature 18.9 C

Bolt No.	Direction	Lower reading	Angle
		mm	minutes
1	W	99	3.820
2	N	100	0
3	W	98.5	5.730
4	W	99	3.820
5	SE	100	0
6	W	99	3.820
7	N	99	3.820
8	E	100	0
9	W	99	3.820
10	E	100	0
11	NE	100	0
12	N	98	7.639

Top reading: 100 mm  
 Distance between rulers 900 mm  
 Verticality measured to maximal inclination direction, measured by level bubble



添付－ 9 : 高地作業安全管理規定（現地業者）

添付－10：工事写真（1～15）





工事写真-1 掘削開始



工事写真-2 風化岩掘削



工事写真-3 溶着凝灰岩掘削



工事写真-4 フーチング部配筋型枠



工事写真-5 フーチング部コンクリート打設



工事写真-6 コンクリート混練





工事写真-7 フーチングコンクリート打設完了



工事写真-8 フーチングコンクリート養生



工事写真-9 アンカーフレーム吊り込み



工事写真-10 柱脚部型枠



工事写真-11 柱脚部コンクリート打設



工事写真-12 柱脚部埋戻し前



工事写真-13 柱脚部埋戻し作業



工事写真-14 柱脚部埋戻し完了



工事写真-15 基礎製作完了（基礎周辺）