

3. GAIA:

Ponpak: Motak eta Diseinua

*Oinarrizko Eragiketak
Elikagaien Industrian I*

**OpenCourseWare
UPV/EHU OCW- 2017**

**Eva Epelde Bejerano
Miren Gallastegi Villa**



3. Gaia: Ponpak

3.1. Tutuerien diseinua

- Tutuerien diseinuak ponpaketa sisteman eragin dezake: erraztasuna eta kostua.
- Tutueriak diseinatu behar dira ponpaketaren behar energetikoak minimizatzeko helburuarekin.
- Kontuan hartu beharreko faktoreak:
 - (a) Tutueriaren luzera murriztu ahal den neurrian
 - (b) Diametroa konstante mantentzen saiatu
 - (c) Balbula-mota egokiak aukeratu
 - (d) Elementu gehigarriak (ukondoak, teak...) minimizatu

3. Gaia: Ponpak

3.2. Ponpen hautaketarako irizpideak

- Ponpa jariakinen transferentziarako funtsezko elementua da.
- Ponpak hautatzerako orduan kontuan hartu beharreko faktoreak:
 - (1) **Emari bolumetrikoa**. Emari baxu edo altuekin lan egiteak ponpa-mota eta bere tamaina baldintzatuko ditu.
 - (2) Sistemaren **karga totala** (Bernoulliren ekuaziotik):
 - Likidoaren abiadura
 - Ponpaketarako altuera
 - Sistemaren presioa
 - Karga galerak (handiak eta txikiak)

3. Gaia: Ponpak

3.2. Ponpen hautaketarako irizpideak

(3) **Likidoaren propietateak:**

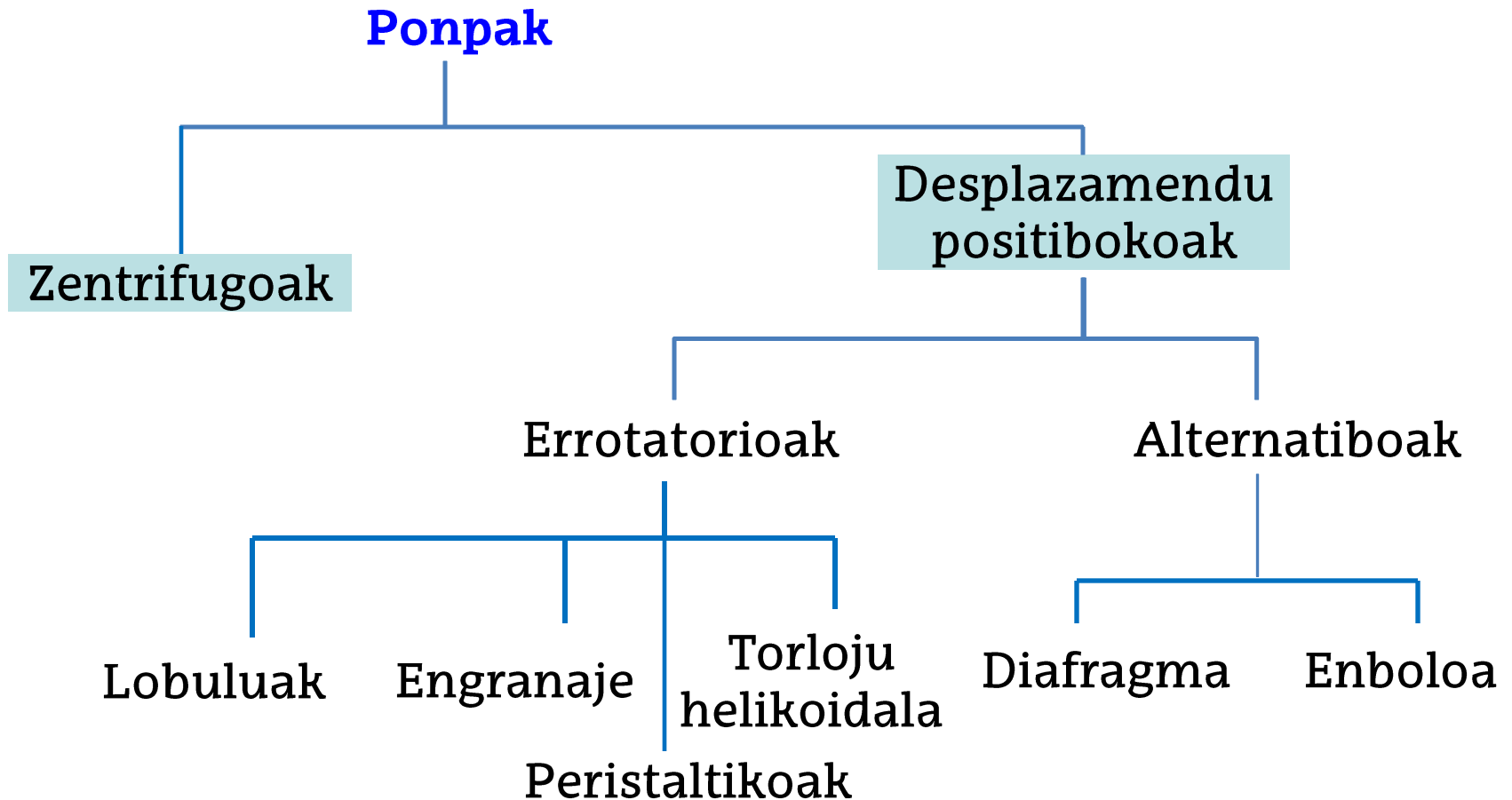
- Biskositatea (jariakin newtoniarrak ala ez-newtoniarrak)
- Dentsitatea
- Temperatura (likidoaren bapore-presioa) → KABITAZIOA*
- Likidoaren izaera: korrosioa, erosioa, partikulak..
- Zizailadura bidezko deformazioa: kristaltzeko joera...
- Lubrikazio propietateak

(4) **Energi-iturria:** motore elektrikoak, poleak, zintak, airea, lurrina...

(5) **Garbiketa prozesua eta higiena:** elikagaiekin lan egitean higie- baldintzak bermatzea oso garrantzitsua da. Ponpak garbitzeko errazak (piezak, etab.) izan behar dira.

3. Gaia: Ponpak

3.3. Ponpak: Sailkapena



3. Gaia: Ponpak

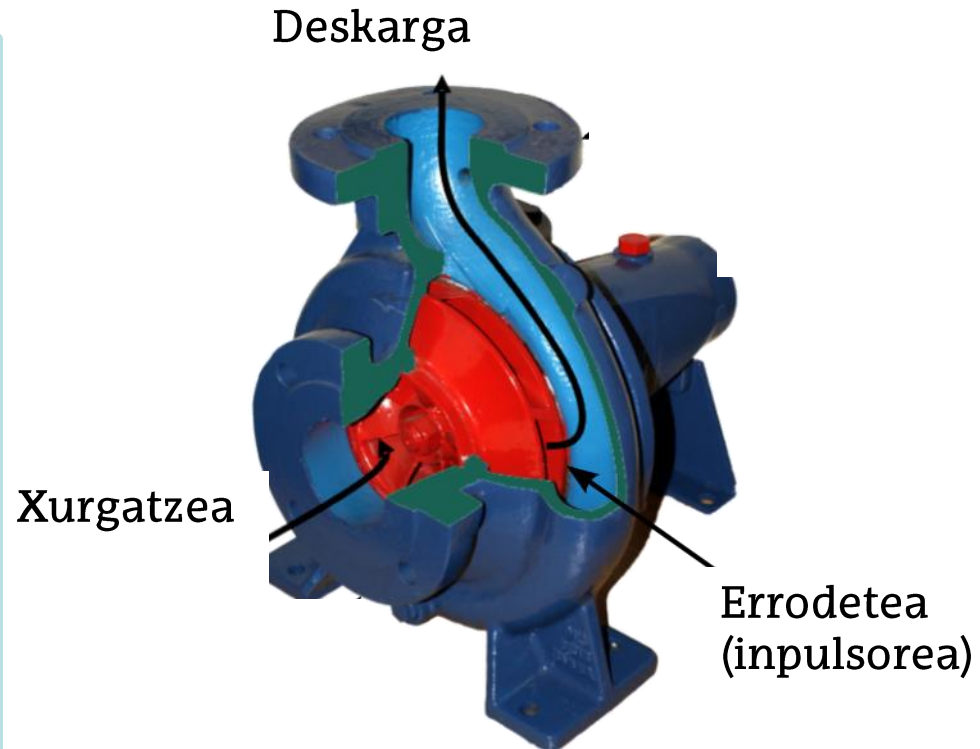
3.3. Ponpak: Sailkapena

Ponpa zentrifugoa

Elikagai industrian erabilienetarikoa da.

Ezaugarriak:

- ✓ Likatasun baxuko likidoekin (esnea, fruta zukuak)
- ✓ Emari altuak
- ✓ Presio altuak behar dira
- ✓ Deskarga fluxu konstantea
- ✓ Balbula bidezko emariaren kontrola
- ✓ Likido garbi zein zikinekin
- ✓ Partikulak suspentsioan dituen likidoekin
- ✓ Motore elektrikoa



3. Gaia: Ponpak

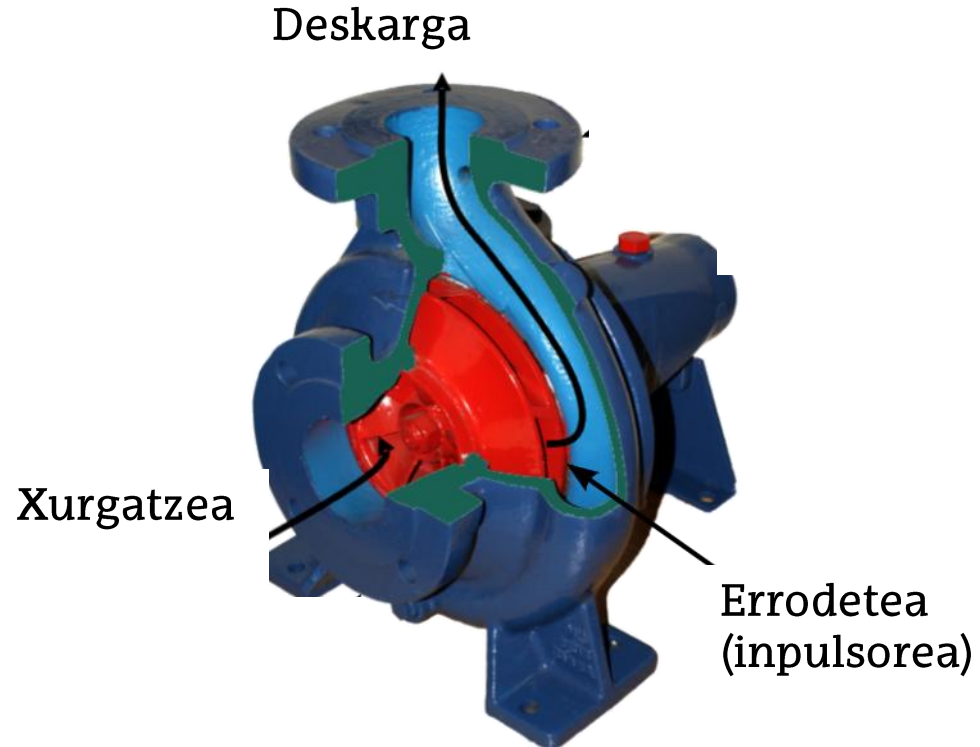
3.3. Ponpak: Sailkapena

Ponpa zentrifugoa

Elikagai industrian erabilienetarikoa da.

Funtzionamendua:

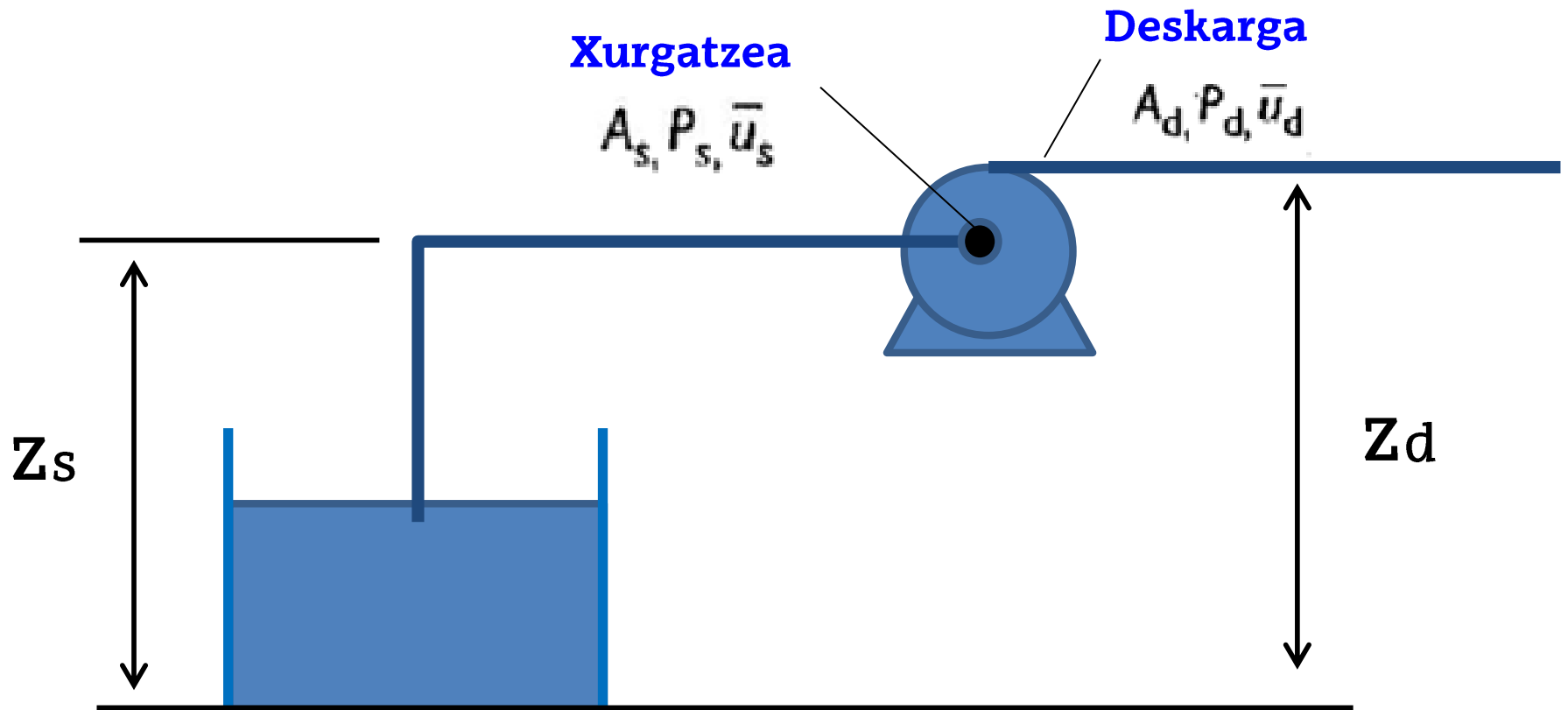
- ✓ Errodetea edo inpulsorea beti uretan murgilduta dago
- ✓ Ardatz birakariak indar zentrifugoa eragin
- ✓ Xurgatze-gunean presio negatiboa sortu (xurgatzea)
- ✓ Karkasaren azalera handituz doa, hortaz, abiadura txikitzen da eta presioa handitu



[Fantagu at German Wikipedia-en irudi editatua \(Wikimedia commons-en argitaratua CC-BY-SA izentizapean\).](#)

3. Gaia: Ponpak

3.4. Kargak: xurgatze- eta deskarga-



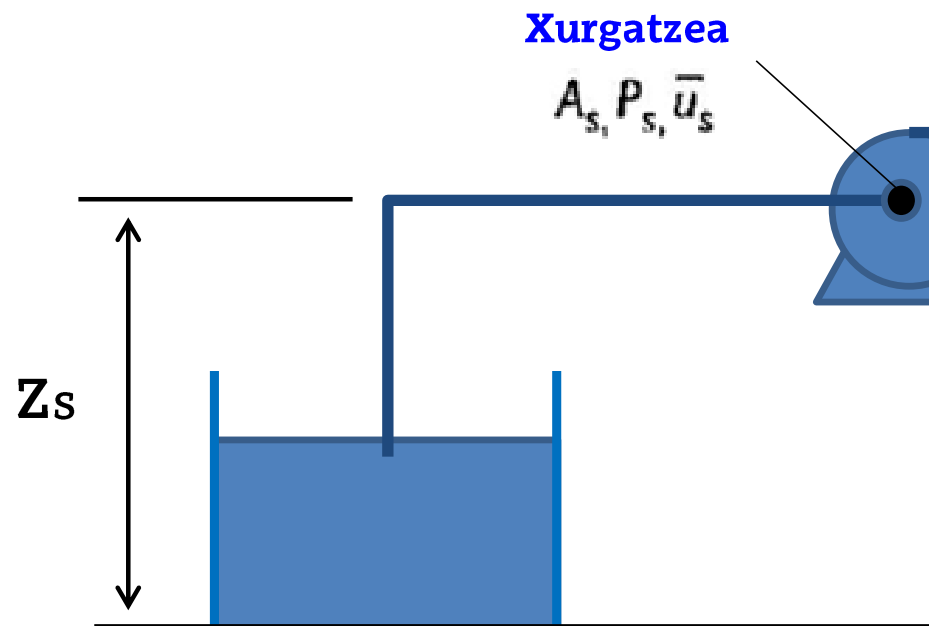
3. Gaia: Ponpak

3.4. Kargak: xurgatze- eta deskarga-

Xurgatze-karga (h_s):

Jariakinaren energia ponparen sarreran: Karga estatiko (potentzial), zinetiko eta presioaren batura ponparen xurgatze puntuan (sarrera)

$$h_s = \frac{u_s^2}{2g} + z_s + \frac{P_s}{\rho g}$$



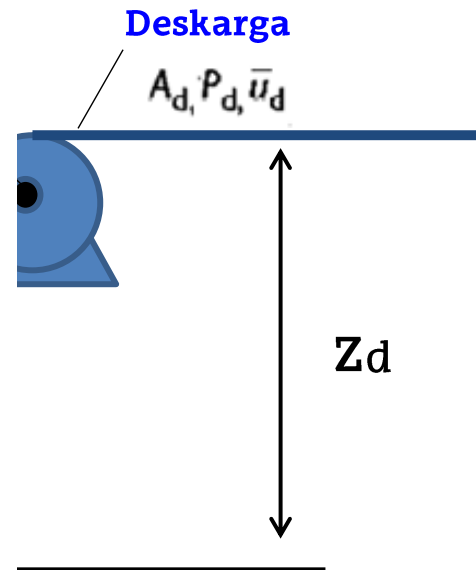
3. Gaia: Ponpak

3.4. Kargak: xurgatze- eta deskarga-

Deskarga-karga (h_d)

Jariakinaren energia ponparen irteeran: Karga estatiko (potentzial), zinetiko eta presioaren batura ponparen deskarga puntuan (irteeran)

$$h_d = \frac{u_d^2}{2g} + z_d + \frac{P_d}{\rho g}$$

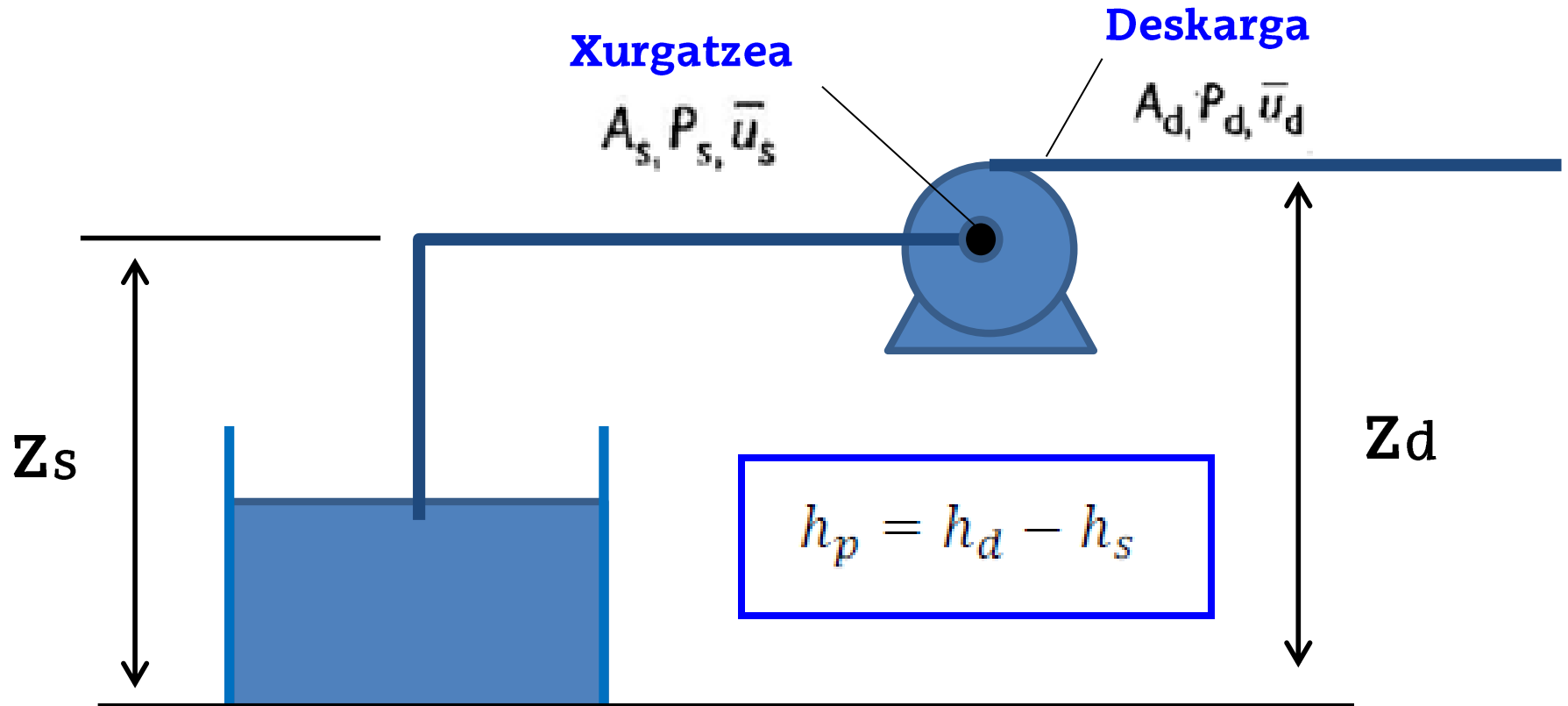


Jariakinaren energia hau nahikoa izan behar da sistemako bukaera puntu arte heltzeko.

3. Gaia: Ponpak

3.4. Kargak: xurgatze- eta deskarga-

Ponparen karga totala



3. Gaia: Ponpak

3.5. Ponparen etekina (η)

Gogoratu potentzia teorikoa horrela kalkulatzen dela:

$$Potentzia (J) = P = m \left(\frac{kg}{s} \right) g \left(\frac{m}{s^2} \right) h_p (m)$$

Energia mekanikoa ponparen zati desberdinetan galtzen da mugimenduaren eraginez:

- Gainazalarekiko erresistentzia
- Ponparen elementu desberdinekin erresistentzia
- Alabeen forma
- Emari galera

Hortaz,

Potentzia erreala > Potentzia teorikoa

$$\eta = \frac{Potentzia teorikoa}{Potentzia erreala}$$

3. Gaia: Ponpak

Adibidea 3.1

Hurrengo datuak ponpa errotatorio batean $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ tan dagoen uraren funtzionamendua aztertuz lortu dira: Xurgatze- presioa 5 bar, deskarga-presioa 8 bar, emari bolumetrikoa 15000 l/h.

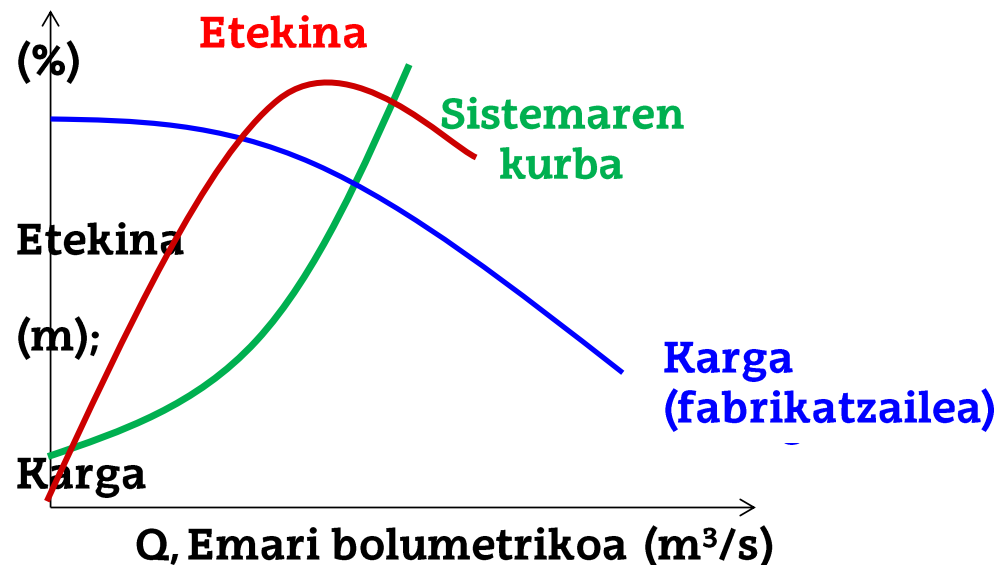
Kalkulatu ponparen karga eta behar den potentzia.

3. Gaia: Ponpak

3.6. Ponparen kurba karakteristikoa

Karga, etekina eta potentzia emari bolumetrikokoarekiko irudikatzean **ponparen kurba karakteristikoa** lortzen dugu.

Orokorrean, **ura** erabiltzen da jariakin gisa. Beste jariakinik erabiltzekotan kurbak jariakinaren propietateetara egokituko dira.



3. Gaia: Ponpak

3.6. Ponparen kurba karakteristikoa

Kurbatik atera daitezkeen ondorioak:

- ✓ Karga totala txikitzean, emaria handitu
- ✓ Ponparen etekina baxua da emari baxuetan eta altuetan
- ✓ Potentzia (sistemaren kurba) handitzen da emariarekin
- ✓ Etekin maximoko puntua → Diseinuko emari bolumetrikoa

3. Gaia: Ponpak

3.7. Xurgatze-karga neto positiboa (NPSH): kabitazioa

KABITAZIOA: laneko tenperaturan, likidoaren presioa bere lurrun-presioa baino txikiagoa denean gertatzen den fenomeno.

Ponpa baten baitan presio galera izaten da. Adibidez ponpa zentrifugoetan energia zinetikoaren handitzea presioaren jaitsierarekin bat dator. Hortaz, presioaren jaitsiena honek likidoa lurruntzea eragin dezake, likidoaren baitan burbuilak sortuz, "kabitadeak".

Jariakin fluxuak, burbuila hauek presio altuko gunera jario eta bertan desagertzen dira. Sistema likido gabe gelditzera irits daiteke. Ondorioz, puntu horretan presioa igo egiten da jariakinaren jarioan eraginez eta ekipoaren hondamena ekar dezake.

3. Gaia: Ponpak

3.7. Xurgatze-karga neto positiboa (NPSH): kabitazioa

- Bapore formakuntzak ponparen etekina murriztea dakar.
- Kabitazioa detektatu daiteke: burbuilen kolapsoagatik soinu bortitza
- Errotorearen gainazala apurtu daiteke (material hauskorragoa)



[Wikimedia commons-en argitaratua autore rik gabe CC-BY-SA lizentziapean](#)

- Kabitazioa saihesteko:

Xurgatze-presioa (P_s) > Lurrun presioa (P_v)

3. Gaia: Ponpak

3.7. Xurgatze-karga neto positiboa (NPSH): kabitazioa

NPSH: Net Positive Suction Head

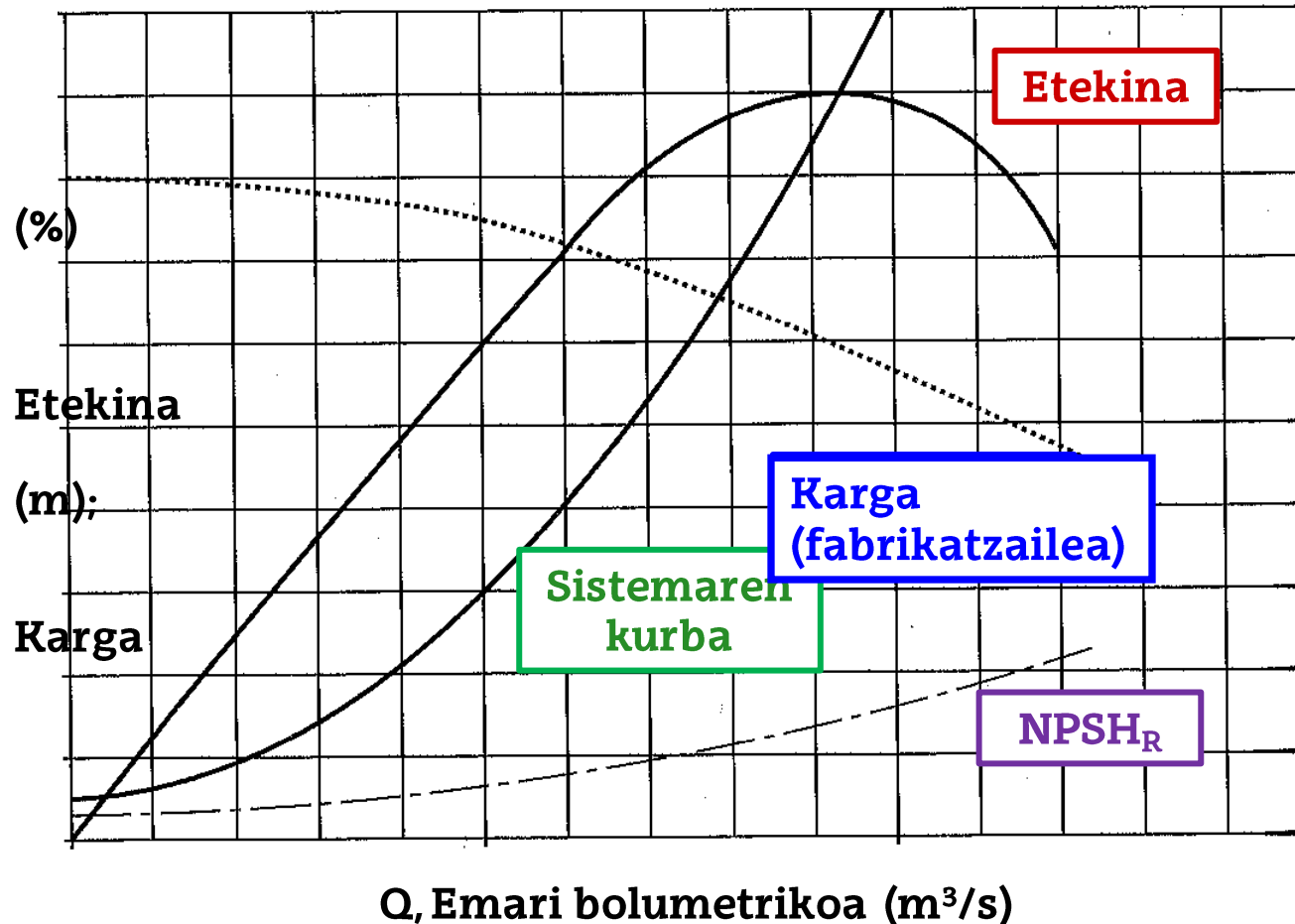
$$NPSH_R = h_s - \frac{P_v}{\rho g} = \frac{P_s}{\rho g} + \frac{u_s^2}{2g} - \frac{P_v}{\rho g}$$

- ✓ Beharrezkoa ($R=required$) den xurgatze karga positibo netoa: (**NPSH_R**). Ponpen fabrikatzaileek finkatzen dute.
- ✓ Eskuragarri ($A=available$) dagoen xurgatze karga positibo netoa (**NPSH_A**). Sistemaren araberakoa da (Bernoulliren ekuazioa).
- ✓ Sistema NPSH_R gainditzeko kapaza ez bada, kabitazioa sortuko da. Hortaz, kabitazioa ekiditeko:

$$NPSH_A > NPSH_R$$

3. Gaia: Ponpak

3.7. Xurgatze-karga neto positiboa (NPSH): kabitazioa



3. Gaia: Ponpak

3.7. Xurgatze-karga neto positiboa (NPSH): kabitazioa

NPSH_R murrizteko aukerak:

$$\text{NPSH}_A > \text{NPSH}_R$$

- ✓ Errodetearen ahoaren diametroa handitu (fabrikatzailea)
- ✓ Xurgatze-induktore bat ezarri (fabrikatzailea)
- ✓ Xurgatze-bikoitzeko inpulsorea edo errodetea erabili
- ✓ Inpulsorearen tamaina handitu
- ✓ Emari baxuagoko ponpak paraleloan ezarri
- ✓ Errefortzu ponpa bat instalatu

NPSH_R murrizteko aukerak, ponparen potentzia beharrak aldatu barik oso konplexuak dira edota ponpa berriak erostea dakar. Beraz, hobe da NPSH_A handitzeko aukerak aztertzea.

3. Gaia: Ponpak

3.7. Xurgatze-karga neto positiboa (NPSH): kabitazioa

NPSH_A handitzeko aukerak:

$$\text{NPSH}_A > \text{NPSH}_R$$

NPSH_A-n 4 faktorek eragiten dute bereziki:

- Altuera estatikoa (z)
- Likidoaren presioa, atmosferikoa (P¹)
- Likidoaren lurrun-presioa (P_v)
- Karga-galerak (marruskadura) (h_f)

$$\text{NPSH}_A = \frac{P_1 - P_v}{\rho g} - z_2 - h_f$$

3. Gaia: Ponpak

$NPSH_A$ handitzeko aukerak:


$$NPSH_A > NPSH_R$$

Altuera estatikoa handitzeko (z):

Tankearen altuera igo

Tankearen ur maila handitu

Ponparen kokapena jaitsi (altuera murriztu)

P_1 handitzeko: tankea presiopean jarri

P_v murrizteko: likidoaren tenperatura jaitsi (hoztu)

h_f murrizteko:

Tutueriaren diametroa handitu

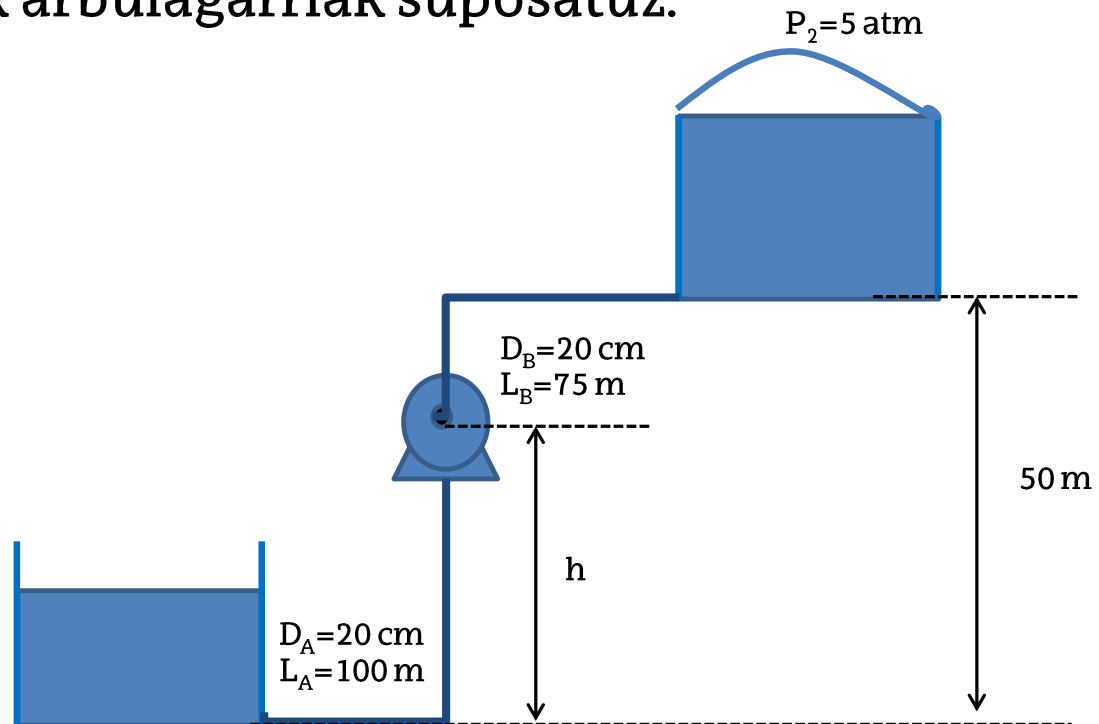
Tutueriaren luzera murriztu

Tutueriaren diseinua hobetu: konexioak (teak, ukondoak, balbulak) aldatu edota murriztu

3. Gaia: Ponpak

Adibidea 3.2

%80-ko etekina duen ponpa bat $30 \text{ m}^3/\text{h}$ -ko ur emaria ponpatzeko erabiltzen da ($30 \text{ }^\circ\text{C}$) da. Tutueriaren zimurtasun erlatiboa 0.0002-koa da. Kalkulatu irudian adierazten den h eta ponparen potentzia karga galera txikiak arbuiagarriak suposatuz.



3. Gaia: Ponpak

Adibidea 3.3

Ponpa zentrifugo bat urez beteriko tanke batekiko 4 m-ko altuerara kokatzen da. Ponparen laneko emari bolumetrikoa $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ -koa da. Fabrikatzailearen iritziz, 3 m-ko NPSH_R duen ponpa bat erabiltzea komeni da emari honekin lan egiteko. Marruskadurak eragindako energia galerak arbuiatu daitezke tutueriaren hasiera eta ponparen xurgatze puntuaren artean, bero trukagailuarena izan ezik. Honen galera koefizientea $C=15$ da. Tutueriaren diametroa 10 cm-koa da eta uraren tenperatura $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -koa.

Daukagun ponpa, egokia ahal da aipaturiko baldintzetan funtzionatzeko?

3. Gaia: Ponpak

3.8. Ponpen hautaketa

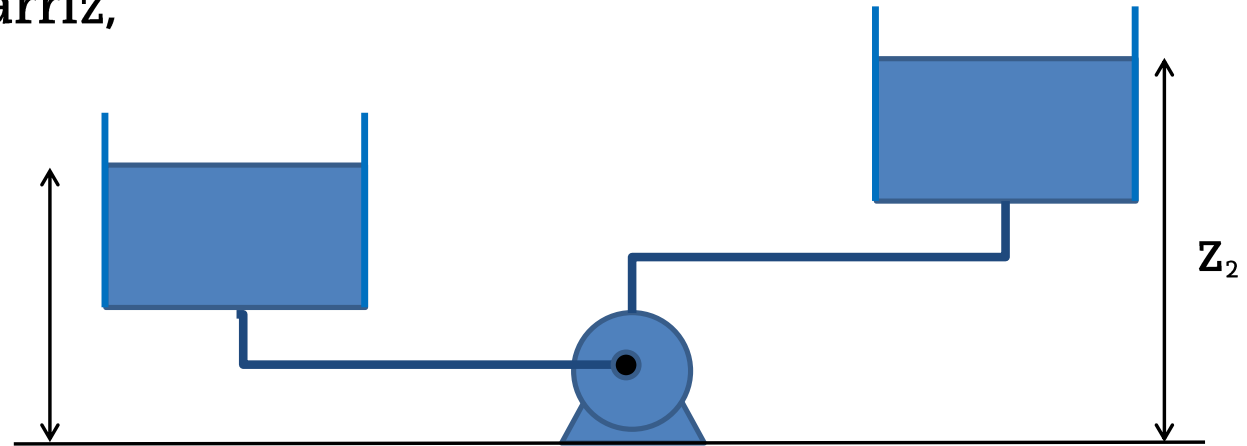
Demagun ondoko ponpaketarako sistema:

Bernoulli aplikatuz, $h_{sistema} = z_2 - z_1 + h_f$

h_f emariaren menpe jarritz,

$$h_f = C_{sistema} Q^2$$

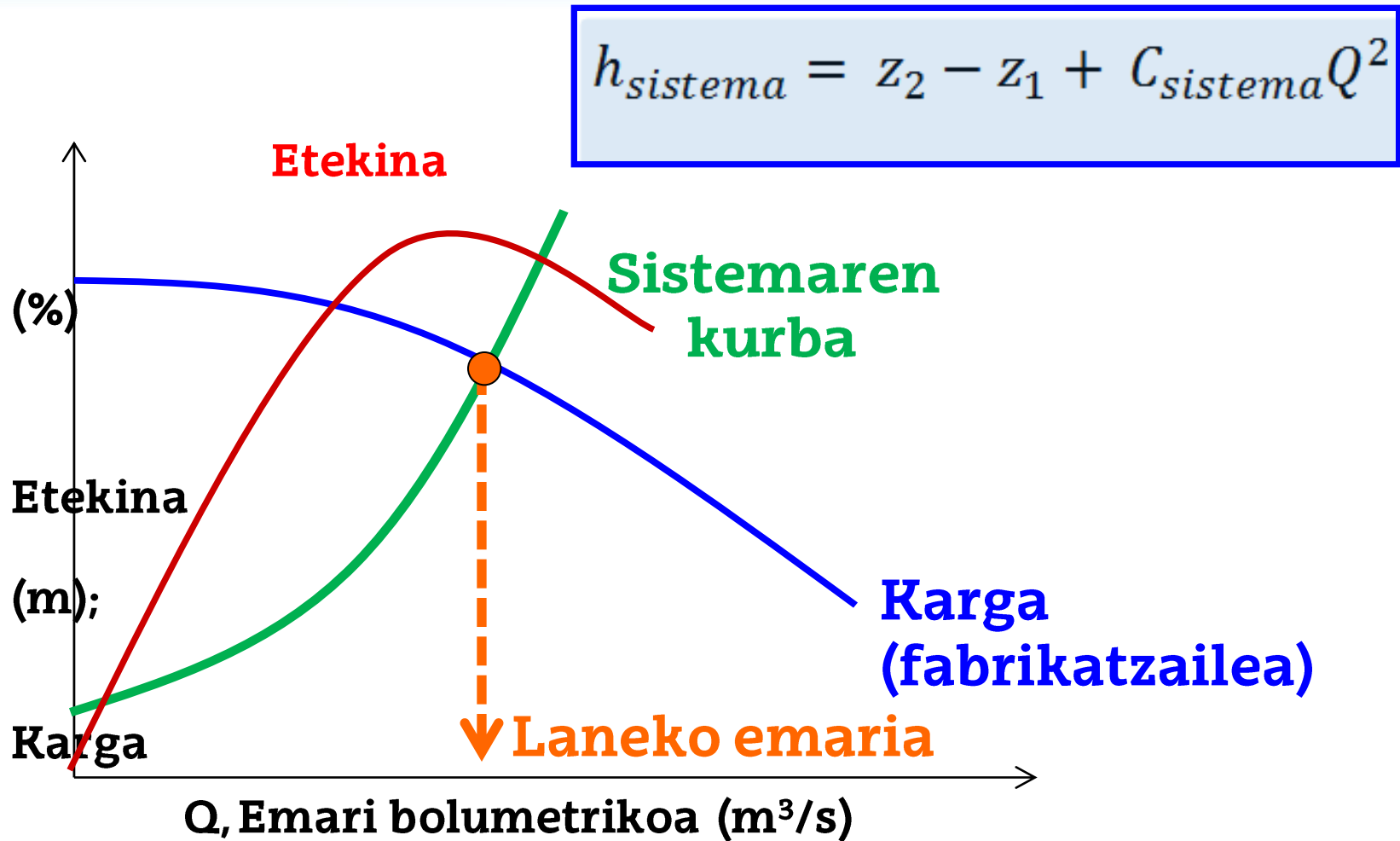
Hortaz,



$$h_{sistema} = z_2 - z_1 + C_{sistema} Q^2$$

3. Gaia: Ponpak

3.8. Ponpen hautaketa



3. Gaia: Ponpak

Adibidea 3.4

Ponpa zentrifugo bat erabili nahi da ura A tanketik B tankera garraiatzeko. Tutueriaren diametroa 4 cm-koa da eta marruskadura faktorea 0.005-koa. Karga galera txikiak depositutik tutueriarako sarrera (estugunea) eta irteerei (zabalkuntza) dagozkie eta baita 4 ukondo eta 40° -tan itxita dagoen tximeleta balbulari ere. Tutueriaren diametroa 25 m-koa bada eta A eta B tankeen arteko altuera diferentzia 5 m-koa, kalkulatu hurrengo kurba karakteristikoa (ikus hurrengo orria) duen ponparen lan baldintzak: emaria eta potentzia.

3. Gaia: Ponpak

Adibidea 3.4

Ponparen kurba karakteristikoa:

